Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Adequação protéica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras

Tadeu Vinhas Voltolini

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagem

Piracicaba

2006

Tadeu Vinhas Voltolini
Zootecnista

Adequação protéica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras

Orientador:

Prof. Dr. **FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagem

Piracicaba

2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Voltolini, Tadeu Vinhas

Adequação protéica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras / Tadeu Vinhas Voltolini. - - Piracicaba, 2006.

167 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar 2. Capim elefante 3. Lactação animal 4. Suplemento protéico para animal 5. Vaca I. Título

CDD 636.2085

Aos meus pais, **Olívio Voltolini e,**
Libertá Vinhas Voltolini.

À minha irmã, **Mirele Vinhas Voltolini.**

DEDICO

Aos meus avós paternos,
Antenor Voltolini (in memorian) e,
Ilídia Argentino Voltolini (in memorian).

Aos meus avós maternos,
Abrahão Vinhas (in memorian) e,
Conceição Alves Vinhas.

OFEREÇO

EPÍGRAFE

“Erros são, no final das contas, fundamentos da verdade”

Carl Gustav Jung, fundador da psicologia analítica, 1875 - 1961

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida;

Ao Professor Dr. Flávio Augusto Portela Santos, pela orientação, ensinamentos e amizade;

Ao Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de auxílio à pesquisa;

Aos Professores do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, Dr. Luiz Gustavo Nussio, Dr. Moacyr Corsi e Dr. Wilson Roberto Soares Mattos pelas valiosas contribuições ao estudo;

Aos professores do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, Dr. Carlos Guilherme S. Pedreira e Dr. Sila Carneiro da Silva e suas equipes pelos auxílios e empréstimo de equipamentos;

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, pela amizade e os valiosos ensinamentos transmitidos que foram fundamentais para a discussão desse trabalho;

Ao Professor Dr. Carlos Tadeu Santos Dias, do Departamento de Estatística da USP/ESALQ, pela grande contribuição na realização das análises estatísticas;

Ao Dr. Marco Antonio Penati, do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ pelas contribuições na elaboração e condução dos ensaios experimentais;

Aos colegas de pós-graduação Júnio César Martinez, Hugo Imaizumi, Alexandre Mendonça Pedroso (Bolo), Rafael Luiz Clarindo (Fiotão), Eduardo Meneguelli Pereira (Mac), Narson Lima, Carolina Almeida Carmo, Rafaela Carareto (Sacudida), Paulo Sérgio Correia (Bigode), Térssio Roger Ramalho (Fiat) e Diogo Fleury (K-bomba) por todo o auxílio prestado durante as fases de execução do trabalho;

À médica veterinária, Cristina Simões Cortinhas pelo auxílio e dedicação na condução da coleta de dados em campo e execução das análises laboratoriais;

A todos os estagiários, Paula A. F. de Oliveira (Smorfet), Marcos Vinícius Righeto (Kermece), Elaine Araújo (No limite), Milena Serra (Metida), Ricardo Brandão (Adúltero), Ricardo Williansom (Xaroleis), Luís Roberto Delagostinho Neto (Conçolo), Paulo César Ferreira (Bicikreta), que auxiliaram na coleta de dados;

Ao colega de pós-graduação Daniel de Paula Sousa pela elaboração dos croquis;

Aos estagiários do Clube de Práticas Zootécnicas (CPZ) pelos grandes auxílios prestados na condução do trabalho;

Aos funcionários do Centro de Treinamento de Recursos Humanos, Luís Rafael Lorena, Valdeci da Silva (Tim) e José Wilson (Zé) pela grande ajuda concedida;

Ao funcionário do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, Laureano Alves da Silva, por toda ajuda prestada;

A secretária do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, Creide Ely Martins;

Ao funcionário do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia, Carlos César Alves pelos ensinamentos e colaboração nas determinações laboratoriais;

Aos amigos da República Boi Babão;

A Eliana Maria Garcia e à Silvia Zinsly pelos auxílios na formatação e correção das referências bibliográficas;

Em especial, à Adalgisa Thayne Munhoz Ramos (Vênus), que sempre esteve ao meu lado;

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito Obrigado

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE ABREVIATURAS E MEDIDAS.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	18
Referências.....	23
2 ADEQUAÇÃO DE PROTEÍNA METABOLIZÁVEL DE ACORDO COM O NRC (2001), PARA VACAS EM LACTAÇÃO MANTIDAS EM PASTAGENS DE CAPIM ELEFANTE.....	27
Resumo.....	27
Abstract.....	28
2.1 Introdução.....	29
2.2 Desenvolvimento.....	30
2.2.1 Revisão bibliográfica.....	30
2.2.1.1 Intensificação dos sistemas tropicais de produção de leite.....	30
2.2.1.2 Produção de leite de vacas em lactação mantidas exclusivamente em pastagens ou suplementadas com concentrado.....	34
2.2.1.3 Limitações nutricionais e adequação protéica dos concentrados para vacas lactantes mantidas em pastagens.....	36
2.3 Material e métodos.....	41
2.3.1 Local, clima e instalações experimentais.....	41
2.3.2 Período experimental.....	42
2.3.3 Animais experimentais.....	45
2.3.4 Tratamentos experimentais	45
2.3.5 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	46
2.3.6 Determinação da produção e composição do leite.....	47
2.3.7 Coleta de sangue e determinação dos teores de nitrogênio uréico no plasma.....	48
2.3.8 Determinação do escore de condição e da variação do peso vivo.....	48
2.3.9 Determinação da concentração fecal de cromo.....	49
2.3.10 Determinação das características quantitativas do dossel forrageiro.....	50
2.3.11 Determinação das características qualitativas do dossel forrageiro.....	50
2.3.12 Amostragem dos ingredientes concentrados.....	51
2.3.13 Determinação da composição bromatológica.....	51
2.3.14 Determinação do comportamento ingestivo.....	52
2.3.15 Determinação da temperatura retal e frequência respiratória.....	52
2.4 Resultados e discussão.....	53
2.4.1 Composição bromatológica dos ingredientes.....	53
2.4.2 Características qualitativas e quantitativas do capim Elefante.....	53
2.4.3 Produção e composição do leite, nitrogênio uréico no plasma, no leite e concentração fecal de cromo.....	58
2.4.4 Variação do peso vivo e escore de condição corporal.....	62

2.4.5 Comportamento ingestivo.....	63
2.4.6 Frequência respiratória e temperatura retal.....	64
2.5 Conclusão.....	66
Referências	66
3 INTERVALO FIXO <i>VERSUS</i> INTERVALO VARIÁVEL ENTRE DESFOLHAS DE PASTAGENS DE CAPIM ELEFANTE PARA A VACAS EM LACTAÇÃO....	77
Resumo.....	77
Abstract.....	78
3.1 Introdução.....	79
3.2 Desenvolvimento.....	80
3.2.1 Revisão bibliográfica.....	80
3.2.1.1 O manejo do pastejo do capim Elefante.....	80
3.2.1.2 Novos enfoques para o manejo do pastejo de gramíneas forrageiras tropicais.....	82
3.3 Material e métodos.....	87
3.3.1 Local, período experimental e tratamentos.....	87
3.3.2 Animais e concentrado experimental.....	91
3.3.3 Determinação das características quantitativas do dossel forrageiro.....	92
3.3.4 Determinação das características qualitativas do dossel forrageiro.....	92
3.3.5 Manejo dos animais.....	93
3.3.6 Determinação da produção individual, por área e da composição do leite..	94
3.3.7 Coleta de sangue e determinação da concentração de nitrogênio uréico no leite.....	94
3.3.8 Determinação da variação do peso vivo e do escore de condição corporal..	95
3.3.9 Determinação da concentração fecal de cromo.....	95
3.3.10 Determinação da composição bromatológica.....	96
3.3.11 Análises estatísticas.....	97
3.4 Resultados e discussão.....	99
3.4.1 Medidas qualitativas e quantitativas do dossel forrageiro.....	99
3.4.2 Produção e composição do leite, nitrogênio uréico no plasma, no leite e concentração fecal de cromo.....	112
3.4.3 Taxa de lotação e produção de leite por área.....	115
3.4.4 Variação do peso vivo e escore de condição corporal.....	116
3.5 Conclusão.....	117
Referências.....	117
4 ADEQUAÇÃO PROTÉICA EM RAÇÕES COM CANA-DE-AÇÚCAR PARA VACAS EM LACTAÇÃO.....	124
Resumo.....	124
Abstract.....	125
4.1 Introdução.....	126
4.2 Desenvolvimento.....	129
4.2.1 Revisão bibliográfica.....	129
4.2.1.1 Cana-de-açúcar no sistema de produção.....	129
4.2.1.2 Considerações gerais sobre o uso de cana-de-açúcar	130
4.2.1.3 Características agronômicas e produção de matéria seca.....	130

4.2.1.4 Qualidade da cana-de-açúcar destinada à alimentação animal.....	132
4.2.1.5 Limitações nutricionais de rações com base em cana-de-açúcar para vacas em lactação.....	133
4.3 Material e métodos.....	140
4.3.1 Local, instalações e animais experimentais.....	140
4.3.2 Período experimental.....	141
4.3.3 Tratamentos experimentais.....	141
4.3.4 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	142
4.3.5 Determinação da produção e composição do leite.....	144
4.3.6 Coleta e determinação da concentração de nitrogênio uréico no plasma.....	145
4.3.7 Determinação da variação do peso vivo e do escore de condição corporal..	145
4.3.8 Determinação do consumo de matéria seca e do consumo de fibra em detergente neutro.....	146
4.3.9 Determinação da composição bromatológica.....	146
4.4 Resultados e discussão.....	147
4.4.1 Composição bromatológica dos ingredientes, consumo de matéria seca e consumo de fibra em detergente neutro.....	147
4.4.2 Produção e composição do leite, nitrogênio uréico no plasma e no leite.....	151
4.4.3 Variação do peso vivo e escore de condição corporal.....	155
4.5 Conclusão.....	156
Referências	157

RESUMO

Adequação protéica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras

No presente estudo foram efetuados três ensaios. No primeiro, foram comparados os efeitos de teores crescentes de proteína metabolizável (PM), de acordo com o NRC (2001) para vacas lactantes mantidas em pastagens de capim Elefante. Os aumentos em PM foram obtidos com o aumento da proporção de farelo de soja na ração. Foram utilizadas 12 vacas, delineadas em quadrado latino 3 x 3 com quatro repetições, durante 60 dias de avaliação. Não foi observado efeito ($P>0,05$) sobre a produção de leite e leite corrigido para 3,5% de gordura, teores e produção de gordura, proteína e sólidos totais. Houve aumento linear ($P<0,05$) nos teores de nitrogênio uréico no leite (11,17; 13,17; 15,63 mg dL⁻¹) e no plasma (18,57; 19,93; 21,99 mg dL⁻¹). No segundo ensaio, foram avaliados os efeitos de dois diferentes intervalos entre desfolhas (95% de interceptação de luz pelo dossel – T1 e 27 dias fixos – T2) das pastagens de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras. Foram utilizadas oito vacas lactantes, delineadas em *cross-over*, durante 80 dias. Os dados das pastagens foram analisados através de delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Foi observado maior ($P<0,05$) altura do dossel em pré (1,03 e 1,21m) e pós-pastejo (0,62 e 0,71m), interceptação de luz pelo dossel (95,47 e 97,91%), teor de fibra em detergente ácido (35,88 e 37,05%) e fibra em detergente neutro (65,08 e 66,99%). Não houve efeito dos tratamentos ($P>0,05$) sobre a massa de forragem em pré (6.270 e 6.310 kg de MS ha⁻¹) e pós-pastejo (3.580 e 3.850 kg de MS ha⁻¹). Houve tendência de maior produção de leite (16,72 e 14,09 kg dia⁻¹), produção de gordura (0,64 e 0,54 kg dia⁻¹), lactose (0,72 e 0,58 kg dia⁻¹) e de sólidos totais (2,04 e 1,70 kg dia⁻¹) para o T1 em comparação com o T2. No terceiro estudo, foram avaliados os efeitos de três estratégias de suplementação protéica nas rações (isoprotéicas) com cana-de-açúcar para vacas em lactação, em dois níveis de produção, 18 kg dia⁻¹ (T1, T2 e T3) e 10 kg dia⁻¹ (T4, T5 e T6). No T1 e T4, foi usado o teor de 1 kg de uréia para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*, no T2 e T5 as rações foram formuladas com teores ajustados de PM, enquanto no T3 e T6 havia teores excessivos de PM, conforme o NRC (2001), através do aumento em farelo de soja e redução na uréia. Para a análise dos dados foi utilizado o delineamento em quadrado latino 3 x 3 com três replicações. Não houve efeito dos tratamentos ($P>0,05$) sobre o consumo de matéria seca, produção de leite, teor de gordura, proteína e sólidos totais. Também não houve efeito dos tratamentos ($P>0,05$) sobre os teores de nitrogênio uréico no leite (13,42; 13,26; 14,03 e 13,62; 13,48; 14,12 mg dL⁻¹) e no plasma (19,03; 19,22; 20,02 e 19,23; 19,32 e 20,12 mg dL⁻¹), para ambos os grupos avaliados.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; Capim Elefante; Vacas lactantes; Fontes protéicas

ABSTRACT

Protein adequacy of diets for lactating dairy cows grazing pasture or fed chopped sugarcane and effect of interval between defoliation of Elephant grass pasture on lactational performance of dairy cows

In the present study three trials were conducted. Trial 1: Three concentrates with increasing metabolizable protein (MP) contents were fed to lactating dairy cows grazing Elephant grass. Extra soybean meal was fed to increase MP in the diet beyond NRC (2001) recommendation. Twelve cows were used in a 3 x 3 latin square design, replicated four times, for 60 days. There were no effects ($P>0.05$) of treatments on milk yield, 3.5% fat corrected milk, on fat, protein and total solids contents and yields. Milk urea nitrogen and plasma urea nitrogen concentrations increased linearly ($P<0.05$) (11.17; 13.17; 15.63 and 18.57; 19.93; 21.99 mg dL⁻¹) with increasing concentrate crude protein content. Trial 2: Two different intervals between defoliation (95% of light interception – T1 and 27 days fixed – T2) of Elephant grass pasture were compared for lactating dairy cows. Eight cows were used in a cross-over design during 80 days. The pasture data were analyzed in a complete random design with time repeated measurements. The sward heights pre-grazing (1.03 and 1.21m), and post-grazing (0.62 and 0.71m), light interception (95.47 and 97.91%), acid detergent fiber (35.88 and 37.05%) and neutral detergent fiber (65.08 and 66.99%) were higher for T2 compared to T1. Forage mass pre-grazing (6270 and 6310 kg DM ha⁻¹) and post-grazing (3580 and 3850 kg DM ha⁻¹) were not affected by treatments ($P>0.05$). There were tendencies for higher milk yield (16.72 and 14.09 kg day⁻¹), fat yield (0.64 and 0.54 kg day⁻¹), lactose yield (0.72 and 0.58 kg day⁻¹) and total solids yield (2.04 and 1.70 kg day⁻¹) for T1 in comparison with T2. Trial 3: Three strategies for protein adequacy in sugarcane based diets were compared for lactating dairy cows producing 18 kg milk day⁻¹ (T1, T2 and T3), or 10 kg of milk day⁻¹ (T4, T5 and T6). In treatment 1 (T1 and T4) urea was added to the diets in the dose of 1% of sugarcane (as fed), as traditionally done in Brazil. In treatment 2 (T2 and T5), diets were formulated according to NRC (2001) to be adequate in MP. In treatment 3 (T3 and T6), MP was fed in excess of NRC (2001) recommendation. All the three diets were isonitrogenous. Increasing soybean meal and decreasing urea in the diets was done to increase MP. Eighteen dairy cows, separated in two groups (10 and 18 kg milk⁻¹ day⁻¹) with nine cows each, were used during sixty days, in a 3 x 3 latin square design replicated three times. There were not effects of treatments ($P>0.05$) on DMI, milk yield, fat contents and yields, protein contents and yields and total solids contents and yields. There were not effects of treatments ($P>0.05$) on milk urea nitrogen (13.42; 13.26; 14.03 e 13.62; 13.48; 14.12 mg dL⁻¹) and plasma urea nitrogen (19.03; 19.22; 20.02 and 19.23; 19.32 e 20.02 mg dL⁻¹).

Keywords: Elephant grass; Lactating dairy cows; Protein sources; Sugarcane

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Resultado da análise química de macronutrientes do solo dos módulos da área experimental.....	44
Tabela 2 -	Resultado da análise química de micronutrientes do solo dos módulos da área experimental.....	44
Tabela 3 -	Dados climáticos observados durante o ensaio experimental.....	44
Tabela 4 -	Dados climáticos tomados nos dias das avaliações do comportamento animal.....	44
Tabela 5 -	Caracterização das vacas lactantes utilizadas no ensaio experimental	45
Tabela 6 -	Proporção de ingredientes e composição química dos concentrados experimentais.....	46
Tabela 7 -	Causas de variação e graus de liberdade utilizados na análise de variância de todas as variáveis avaliadas.....	47
Tabela 8 -	Composição bromatológica do milho moído fino (MMF), polpa cítrica peletizada (PCP) e do farelo de soja (FS) utilizados nos concentrados experimentais.....	53
Tabela 9 -	Massa de Forragem (MF), proporção de folhas, colmos e material senescido em pré e pós-pastejo da pastagem de capim Elefante, em três períodos de avaliação.....	54
Tabela 10 -	Altura do dossel forrageiro em pré e pós-pastejo e densidade volumétrica do dossel forrageiro de capim Elefante pastejado por vacas em lactação em três períodos de avaliação.....	56
Tabela 11 -	Composição bromatológica de amostras de pastejo simulado de pastagens de capim Elefante em três períodos de avaliação.....	57
Tabela 12 -	Produção e composição do leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP), no leite (NUL) e concentração fecal de cromo de vacas lactantes suplementadas com teores crescentes de proteína bruta no concentrado.....	58
Tabela 13 -	Variação do peso vivo (VPV) e variação do escore de condição corporal (VECC) por período de 20 dias, peso vivo inicial (PVi) e escore de condição corporal inicial (ECCi) de vacas suplementadas com teores crescentes de proteína bruta no concentrado.....	62
Tabela 14 -	Tempo em pastejo, ruminação e ócio de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante, submetidas a teores crescentes de proteína bruta no concentrado.....	63
Tabela 15 -	Temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante submetidas a três teores de proteína bruta no concentrado, durante o verão.....	65
Tabela 16 -	Resultado da análise química de macronutrientes do solo da área experimental.....	89
Tabela 17 -	Resultado da análise química de micronutrientes do solo da área experimental.....	89

Tabela 18 - Dados climáticos observados durante a condução do ensaio experimental	89
Tabela 19 - Caracterização das vacas lactantes utilizadas no experimento.....	91
Tabela 20 - Proporção de ingredientes e composição química do concentrado experimental	92
Tabela 21 - Causas de variação e graus de liberdade utilizados para as análises estatísticas do desempenho animal.....	97
Tabela 22 - Causas de variação e graus de liberdade utilizados para as análises estatísticas das variáveis qualitativas e quantitativas do dossel forrageiro.....	98
Tabela 23 - Intervalo entre desfolhas, altura em pré e pós-pastejo, interceptação de luz, índice de área foliar, angulosidade e densidade volumétrica de pastagens de capim Elefante submetidas a dois intervalos entre desfolhas.....	100
Tabela 24 - Intervalo médio entre desfolhas, expresso em dias, de pastagens de capim pastejado Elefante pastejado por vacas em lactação durante quatro sub-períodos experimentais.....	102
Tabela 25 - Altura do dossel em pré-pastejo, em metros, de pastagens de capim Elefante durante quatro sub-períodos experimentais.....	103
Tabela 26 - Altura do resíduo pós-pastejo, em metros, de pastagens de capim Elefante em quatro sub-períodos experimentais.....	106
Tabela 27 - Massa de forragem em pré e pós-pastejo de pastagens de capim Elefante submetidas a dois diferentes intervalos entre desfolhas.....	106
Tabela 28 - Massa de Forragem (kg de MS ha ⁻¹) em pré-pastejo de pastagens de capim Elefante submetidas a dois diferentes intervalos entre desfolhas em quatro sub-períodos experimentais	108
Tabela 29 - Massa de Forragem (kg de MS ha ⁻¹) em pós-pastejo de pastagens de capim Elefante submetidas a dois diferentes intervalos entre desfolhas durante quatro sub-períodos experimentais	109
Tabela 30 - Composição morfológica do dossel forrageiro de capim Elefante submetido a dois diferentes intervalos entre desfolhas.....	109
Tabela 31 - Composição bromatológica de amostras de pastejo simulado das pastagens de capim Elefante submetidas a dois diferentes intervalos entre desfolhas.....	111
Tabela 32 - Produção e composição do leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP), no leite (NUL) e concentração fecal de cromo de vacas lactantes mantidas em pastagens de capim Elefante submetidas a dois diferentes intervalos entre desfolhas.....	113
Tabela 33 - Taxa de lotação do pastejo de ponta e do pastejo repasse, produção de leite por área de vacas lactantes mantidas em pastagens de capim Elefante com dois diferentes intervalos entre desfolhas.....	115

Tabela 34 - Variação do peso vivo (VPV) e variação do escore de condição corporal (VECC) por período de 20 dias, peso vivo inicial (PVi) e escore de condição corporal inicial (ECCi) de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante submetidos a duas diferentes frequências de desfolha.....	116
Tabela 35 - Consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), e composição do leite de vacas alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar.....	138
Tabela 36 - Caracterização das vacas lactantes do grupo de maior produção de leite	140
Tabela 37 - Caracterização das vacas lactantes do grupo de menor produção de leite.....	141
Tabela 38 - Proporção de ingredientes e composição bromatológica das rações experimentais.....	142
Tabela 39 - Causas de variação e graus de liberdade utilizados para a análise dos dados de consumo de matéria e consumo de fibra em detergente neutro.....	143
Tabela 40 - Causas de variação e graus de liberdade utilizados nas análises estatísticas de desempenho animal.....	144
Tabela 41 - Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas rações experimentais.....	147
Tabela 42 - Consumo de matéria seca (CMS) total e consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) das vacas lactantes em dois níveis de produção de leite submetidas a três diferentes suplementações protéicas.....	148
Tabela 43 - Produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), composição de leite, nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP) das vacas do grupo de maior produção de leite.....	151
Tabela 44 - Produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), composição de leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP) e no leite (NUL) das vacas do grupo de menor produção de leite.....	152
Tabela 45 - Variação do peso vivo (VPV) e variação do escore de condição corporal (VECC) por período de 20 dias, peso vivo inicial (PVi) e escore de condição corporal inicial (ECCi) de vacas lactantes de dois grupos de produção suplementadas com três diferentes suplementações protéicas.....	156

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Croqui da área utilizada para a condução do experimento.....	43
Figura 2 -	Distribuição das atividades em pastejo, ruminação e ócio, durante 24 horas, de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante durante o verão.....	64
Figura 3 -	Croqui da área utilizada para a condução do ensaio experimental	88
Figura 4 -	Condição do dossel forrageiro de capim Elefante em pré-pastejo com 27 dias de intervalo entre desfolhas.....	99
Figura 5 -	Condição do dossel forrageiro de capim Elefante em pré-pastejo com 95% de interceptação de luz.....	99
Figura 6 -	Condição do dossel forrageiro de capim Elefante em pós-pastejo, pastejado com 27 dias fixos ou com 95% de interceptação de luz.....	100
Figura 7 -	Valores médios da altura do dossel forrageiro de capim Elefante em pré-pastejo, submetido a duas diferentes frequências de desfolha (T1 = 95% de interceptação de luz pelo dossel e T2 = intervalo fixo de 27 dias), nos quatro sub-períodos experimentais.....	104
Figura 8 -	Valores médios da altura do dossel forrageiro de capim Elefante pré-pastejo, por piquete, submetido a dois diferentes intervalos entre desfolhas (T1 = 95% de interceptação de luz pelo dossel e T2 = intervalo fixo de 27 dias), durante todo o período experimental.....	104
Figura 9 -	Altura do dossel forrageiro de capim Elefante em pós-pastejo, submetido a duas diferentes frequências de desfolha (T1 = 95% de interceptação de luz pelo dossel e T2 = intervalo fixo de 27 dias), em quatro sub-períodos experimentais.....	105

LISTA DE ABREVIATURAS E MEDIDAS

°C	- grau centígrado
CFDN	- consumo de fibra em detergente neutro
CMS	- consumo de matéria seca
DIVMS	- digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
dm ³	- decímetro cúbico
dL	- decilitro
ECC	- escore de condição corporal
ECCi	- escore de condição corporal inicial
EE	- extrato etéreo
FDA	- fibra em detergente ácido
FDN	- fibra em detergente neutro
FR	- frequência respiratória
g	- grama
h	- hora
ha	- hectare
IAF	- índice de área foliar
IED	- intervalo entre desfolhas
IL	- interceptação de luz
Kcal	- quilocaloria
kg	- quilograma
Mcal	- megacaloria
MF	- massa de forragem

m	- metro
mg	- miligrama
mL	- mililitro
mm	- milímetro
MM	- matéria mineral
MN	- matéria natural
MS	- matéria seca
N	- nitrogênio
NDT	- nutrientes digestíveis totais
NUL	- nitrogênio uréico no leite
NUP	- nitrogênio uréico no plasma
PB	- proteína bruta
PDR	- proteína degradável no rúmen
PLC-3,5%	- produção de leite corrigida para 3,5% de gordura
PM	- proteína microbiana
PNDR	- proteína não degradável no rúmen
PV	- peso vivo
PVi	- peso vivo inicial
TR	- temperatura retal
UA	- unidade animal
UI	- unidades internacionais
VECC	- variação do escore de condição corporal
VPV	- variação do peso vivo

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de leite e tem hoje uma safra anual de aproximadamente 22 bilhões de litros (FAO, 2005), apresentando uma taxa de crescimento superior aos seus competidores. Em menos de 30 anos, o crescimento na produção de leite foi superior a 160% (FNP, 2005).

Em parte, esse aumento esteve associado a uma grande expansão em área que ocorreu principalmente nos Cerrados de Goiás, no Triângulo e na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais. Além disso, novas fronteiras concentradas nas regiões Norte e Centro-oeste deverão continuar suportando o crescimento em área para a produção de leite (MARTINS; GUILHOTO, 2001).

No entanto, esse crescimento em área ocupada não foi o único fator responsável pelo aumento na produção de leite no Brasil. Os índices de produtividade revelam que, a partir de 1975, intensificando-se na década de 90, houve um incremento na produtividade das vacas leiteiras. A produtividade média, que era de aproximadamente 700 kg vaca⁻¹ ano⁻¹, hoje é mais que o dobro. Em algumas bacias leiteiras mais tradicionais, esse índice alcança valores médios de 3.000 a 4.000 kg de leite vaca⁻¹ ano⁻¹ (FNP, 2005). Apesar do crescimento relativo da produtividade média das vacas leiteiras ter sido superior ao observado em muitos países desenvolvidos, o crescimento absoluto foi medíocre. Alcançar patamares próximos a 1.600 kg vaca⁻¹ ano⁻¹ em 30 anos, significam aumentos anuais de apenas 30 kg vaca⁻¹ ano⁻¹. Com a manutenção dessa velocidade de crescimento seriam necessários mais 80 anos para que os rebanhos brasileiros possam atingir produções médias de 4.000 kg de leite vaca⁻¹ ano⁻¹.

A produção de leite tem grande importância econômica e social. De acordo com Vilela (2004), o agronegócio brasileiro tem participação elevada no PIB (Produto Interno Bruto), nas exportações e na geração de renda e empregos. A cadeia do leite constitui-se em uma das cadeias produtivas mais importantes do agronegócio brasileiro. A cada R\$ 1,00 investido nessa cadeia produtiva pode haver um retorno de R\$ 4,98 no PIB. Do mesmo modo, a elevação da demanda final por produtos lácteos em um milhão de reais pode gerar aproximadamente 200 empregos permanentes, suplantando atividades

importantes como a construção civil, a indústria siderúrgica e a indústria têxtil (MARTINS; GUILHOTO, 2001).

A importância do setor lácteo para o país, associado às perspectivas do aumento da produção e melhorias nos preços para o produto, assim como a expectativa no aumento das exportações, deve ser suportada por bases tecnológicas sólidas e capazes de garantir maior produção, elevar os índices de produtividade e dar competitividade para o leite brasileiro.

Os mercados cada vez mais competitivos e a abertura da economia de diversas nações impõem à cadeia produtiva do leite brasileira inúmeros desafios. Podem ser destacados, os padrões de concorrência, produção sustentável, uma exigência cada vez maior nos processos administrativos e recursos humanos para a condução dos empreendimentos, melhor capacidade de organização e a coordenação de diversos elos dentro da cadeia. Estes são exemplos de fatores que permitem maior agilidade e acerto nas decisões, principalmente aquelas relacionadas à alocação de recursos sempre em sintonia com o mercado (VILELA, 2004).

Desta forma, os diversos setores da cadeia produtiva do leite, que buscam a integração, deverão apresentar competências e vantagens competitivas no que se refere aos custos e volume de produção e também na qualidade da matéria prima. Em adição, pode-se dizer que o Brasil apresenta potencial, vocação e condições para se consolidar como um dos grandes produtores e exportadores mundiais de leite (SANTOS; JUCHEM, 2001). Para isso é de fundamental importância que algumas ferramentas tecnológicas sejam colocadas em prática. Entre elas, destacam-se os adequados manejos dos solos e do pastejo, assim como, a nutrição e o correto manejo dos animais. Estas estratégias tecnicamente viáveis devem estar voltadas para a produção de leite economicamente rentável e ecologicamente sustentável, adaptada aos ambientes tropicais (VILELA, 2004; SANTOS et al., 2005).

A utilização de pastagens, visando a máxima exploração dos recursos forrageiros durante a estação chuvosa do ano, é uma das alternativas mais competitivas para a produção de leite em ambientes tropicais (DERESZ, 2003; SANTOS et al., 2003).

Contudo, os aspectos qualitativos das plantas forrageiras tropicais são freqüentemente mencionados como fatores que limitam o elevado desempenho individual das vacas lactantes (COWAN; LOWE, 1998). Também, as características estruturais das plantas tropicais podem limitar o consumo de forragem pelos animais (STOBBS, 1975). Dessa forma, a adoção de estratégias de manejo do pastejo que promovam melhorias nesses dois fatores terá impacto significativo na produtividade animal e, conseqüentemente, na produtividade do sistema.

Uma das práticas adotadas para melhorar a qualidade da planta forrageira tropical, principalmente quando manejada em lotação rotacionada, é a manipulação do intervalo entre desfolha (IED) da pastagem. Trabalhos experimentais foram conduzidos com o objetivo de estudar os efeitos do IED sobre a qualidade e produtividade de pastagens de capim Elefante (DERESZ, 2001; WENDLING et al., 2004). Estes estudos mostraram vantagens na redução do IED de 45 dias proposto há mais de três décadas por Corsi (1972). Intervalos entre desfolhas que podem chegar a menos de 20 dias, dependendo das condições de fertilidade de solo, de disponibilidade hídrica, de temperatura e radiação solar que possibilitem aumentar a produtividade dos sistemas de produção em pastagens.

As vantagens de IED mais freqüentes podem ser várias, dentre elas, maior consumo de forragem, melhor qualidade na forragem colhida e maior eficiência de colheita da forragem produzida, pelos animais. Plantas pastejadas com menores IED apresentam melhor valor nutritivo (BUENO, 2003) e menor altura do dossel, o que pode reduzir as perdas de forragem durante o pastejo (HILLESHEIM, 1987). Além disso, o menor IED pode levar a estruturas e composição morfológica da planta tropical que favorecem o consumo de forragem pelos animais (Da SILVA, 2005).

Em adição, estudos recentes (BUENO, 2003; CARNEVALLI, 2003) têm sugerido a utilização da planta forrageira com desfolhas intermitentes, mais precoces e, manejo com base na ecofisiologia da planta, ao contrário da utilização de dias fixos para a definição do IED. Essa estratégia faz com que a planta seja colhida no momento em que a mesma atinge a máxima taxa de acúmulo de forragem, sem que haja colheita precoce ou tardia. Isto contribui para melhorar a eficiência de colheita por não

comprometer o processo de crescimento e não permitir que haja senescência exacerbada (SBRISSIA; Da SILVA, 2001).

No entanto, mesmo com a colheita eficiente de forragem de alta qualidade, vacas de elevado mérito genético teriam suas produções de leite limitadas a patamares inferiores a 20 kg dia⁻¹, no pico da lactação. De acordo com o NRC (2001), vacas leiteiras com 500 kg de peso vivo (PV), elevado potencial de consumo de matéria seca (2,8% do PV), em início de lactação (60 dias pós-parto), alimentadas exclusivamente com pastagens tropicais contendo 18% de proteína bruta (PB) e 65% de nutrientes digestíveis totais (NDT), seriam capazes de produzir no máximo 19 kg de leite dia⁻¹, com 3,7% de gordura e 3,1% de proteína no leite, sem ganhos no escore de condição corporal. Isto limitaria os sistemas tropicais de produção de leite a trabalharem com produtividades máximas ao redor de 4.000 kg de leite vaca⁻¹ ano⁻¹.

Dados de pesquisas e de sistemas comerciais apontam para índices de produtividade em pastagens tropicais de até 7.000 kg de leite vaca⁻¹ ano⁻¹ quando os animais são suplementados com concentrado (SANTOS et al, 2005). Em pastagens de capim Elefante (*Pennisetum purpureum*), Tifton 68 (*Cynodon dactylon*) ou Quicuiu (*Pennisetum clandestinum*), manejadas intensivamente durante os meses de novembro a maio, Fontaneli (2005) obteve produção média de leite entre 20 a 25 kg vaca⁻¹ dia⁻¹, em dois anos consecutivos de avaliação. As vacas foram suplementadas com concentrado (milho moído e suplemento mineral) na dose de 1 kg para cada 2 kg de leite acima de 12 kg dia⁻¹.

A alimentação é o principal componente dos custos de produção nas propriedades leiteiras. Dentre os nutrientes provenientes da alimentação, a proteína é o que mais pode onerar os custos de produção do leite (IMAIZUMI, 2005). Além disso, a deficiência desse nutriente pode comprometer o desempenho produtivo das vacas lactantes. Por outro lado, o excesso de proteína, aumenta a demanda energética do animal para a excreção da amônia em excesso e também pode reduzir o desempenho reprodutivo do animal. Como demanda mais recente, há a preocupação com a contaminação ambiental com amônia (MEYER, 2003).

Esse fato justifica as preocupações com a adequação dos teores de proteína nos concentrados das vacas leiteiras alimentadas com pastagens ou com rações contendo volumosos suplementares durante a estação seca do ano, uma vez que a produção de forragem das pastagens é sazonal e os planos de alimentação das vacas lactantes devem ser efetuados ao longo do ano. Nos últimos anos, a utilização da cana-de-açúcar para este fim tem crescido de forma considerável (SANTOS et al., 2005).

Entretanto, a cana-de-açúcar apresenta sérias limitações nutricionais, o que indica a necessidade de utilizar ingredientes concentrados, principalmente fontes ricas em proteína, como o farelo de soja, o farelo de algodão e principalmente a uréia. A adequação protéica em rações com cana-de-açúcar, assim como nos concentrados das vacas mantidas em pastagem, deve ser efetuada a fim de garantir maior economia no custo de produção, aumentar a rentabilidade da propriedade leiteira e garantir a permanência dos produtores na atividade (STACCHINI, 1998; SUCUPIRA, 1998).

Diversos modelos voltados para a nutrição e validação de rações para ruminantes, como o *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* - CNCPS (RUSSELL et al., 1992; SNIFFEN et al., 1992) e o *National Research Council* - NRC (NRC, 2001), apresentam ferramentas com o objetivo de melhorar a eficiência de utilização da proteína nas rações, reduzindo assim o excesso de nitrogênio (N) que seria eliminado para o ambiente.

O NRC (2001) não mais apresenta as validações das rações com base nos teores de PB. Nesse modelo, as adequações são efetuadas em dois níveis: 1) adequação de proteína degradável no rúmen (PDR), para suprir as exigências de crescimento dos microrganismos; 2) adequação do suprimento de proteína metabolizável (PM), para o animal. A PM corresponde aos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, provenientes da digestão da proteína microbiana, da proteína não degradável no rúmen (PNDR) e da proteína endógena. O sistema representa um avanço no balanceamento de rações, por permitir ajustar de forma mais eficiente as exigências tanto da população ruminal como do bovino, além de reduzir perdas de N para o ambiente.

No caso das pastagens tropicais com teores elevados de PB, o ajuste correto dos componentes da ração animal pode levar a reduções significativas nos teores de PB do concentrado. Fontaneli (2005) forneceu apenas milho moído e mistura mineral para vacas mantidas em pastagens tropicais com 19 a 21% de PB, conforme recomendado pelo NRC (2001). As vacas produziram em média 20 e 25 kg dia⁻¹ de leite durante dois verões consecutivos, respectivamente.

A adição de 1% da mistura de uréia com sulfato de amônia (9:1) na cana-de-açúcar *in natura* picada vem sendo amplamente adotada pelos produtores de leite no Brasil. De acordo com o NRC (2001) à medida que a produtividade das vacas leiteiras aumenta de 10 para 20 kg dia⁻¹ de leite, com o aumento na exigência de PM. A adição de uréia na ração total tem que ser reduzida a valores inferiores ao acima citado. Em contrapartida, fontes de proteína verdadeira precisam ser adicionadas em quantidades mais abundantes na ração. Na prática os produtores têm mantido a dose de 1% da mistura uréia com sulfato de amônia na cana-de-açúcar *in natura* picada.

Os objetivos dos estudos a seguir foram: a) avaliar diferentes estratégias de determinação do IED em pastagens de capim Elefante para vacas leiteiras e b) avaliar estratégias de adequação protéica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar para vacas em lactação.

Referências

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

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da desfolhação de pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de desfolhações intermitentes.** 2003. 136 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CORSI, M. **Estudo da produtividade e do valor nutritivo do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), variedade napier, submetido a diferentes freqüências de corte.** 1972. 139 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

COWAN, R.T.; LOWE, K.F. Tropical and subtropical grass management effects on cool-season grass forage quality. In: CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. **Grass for dairy cattle.** Oxon: CAB International, 1998. 403 p.

Da SILVA, S.C. Manejo do pastejo para a obtenção de forragem de qualidade. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 7., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2005. p.117-146.

DERESZ, F. Influência do período de descanso da pastagem de capim Elefante na produção de vacas mestiças Holandês-Zebú. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 461-469, 2001.

DERESZ, F. Sistema de produção de leite a pasto – caminhos e desafios. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

FAO. **Statistics databases.** Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10 mar. 2005.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **ANUALPEC 2005:** anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2005. 400 p.

FONTANELI, R.S. **Produção de leite de vacas da raça Holandês em pastagens tropicais perenes no planalto médio do Rio Grande do Sul.** 2005. 174 p. Tese (Doutorado - Plantas Forrageiras) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

HILLESHEIM, A. **Fatores que afetam o consumo e perdas de capim Elefante sob pastejo.** 1987. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1987.

IMAIZUMI, H. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento do milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento.** 2005.

182 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MARTINS, P.C.; GUILHOTO, J.J. Leite e derivados na criação de emprego, renda e ICMS no contexto da economia brasileira. In: GOMES, A.T.; LEITE, J.L.B.; CARNEIRO, A.V. **O agronegócio do leite no Brasil.** Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2001. p.181-205.

MEYER, P.M. **Fatores não-nutricionais que afetam a concentração de nitrogênio uréico no leite.** 2003. 131p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7thed. Washington: National Academic Press, 2001. 408 p.

RUSSELL, J.B.; O’CONNOR, J.D.; FOX, D.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

SANTOS, F.A.P.; JUCHEM, S.O. Sistemas de produção de leite a base de forrageiras tropicais. In: FONTANELI, R.S.; DÜRR, J.W. **Sistemas de produção de leite.** Passo Fundo: UFPF, 2001. p. 22-36.

SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; VOLTOLINI, T.V.; NUSSIO, C.M.B. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO GIOANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., 2003, Goiânia, GO. **Anais** Goiânia: CBNA, 2003. p. 289-346.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.P.; MARTINEZ, J.C.; PENATI, M.A.A. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2005. p. 219-294.

SBRISSIA, A.F.; Da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagem e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ; SBZ, 2001. p. 731-754.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

STACCHINI, P.F. **Efeito dos teores de uréia e do farelo de soja sobre a digestibilidade e balanço de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar**. 1998. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1998.

STOBBS, T.H. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 9, p.141-159, 1975.

SUCUPIRA, M.C.A. **Efeito de níveis crescentes de uréia no consumo, volume ruminal e taxa de passagem de vacas Holandesas alimentadas com cana-de-açúcar**. 1998. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1998.

VILELA, D. Cadeia produtiva de bovinos de leite e estratégias para a produção sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **A produção animal e a segurança alimentar**. Campo Grande: SBZ, 2004. p. 1-18.

WENDLING, I.J.; ALENCAR, C.A.B.; TEIXEIRA, S.R.; SOARES, H.M.; SOUZA, F.A.; CÔSER, A.C.; MARTINS, C.E.; DERESZ, F. Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebú em pastagem de capim Elefante (cv. Pioneiro) submetido a dois períodos de descanso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Piracicaba: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

2 ADEQUAÇÃO DE PROTEÍNA METABOLIZÁVEL DE ACORDO COM O NRC (2001), PARA VACAS EM LACTAÇÃO MANTIDAS EM PASTAGENS DE CAPIM ELEFANTE

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de teores crescentes de proteína metabolizável (PM), de acordo com o NRC (2001), para vacas em lactação, mantidas em pastagens de capim Elefante. O ensaio foi realizado no sistema de produção de leite do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ. A área de pastagem consistiu em 40 piquetes de 0,2 ha cada (8,0 ha total), utilizados em lotação rotacionada. Foram comparados três concentrados, fornecidos na dose de 6,3 kg MS animal⁻¹ dia⁻¹. O concentrado “controle” (T17) continha 17,3% de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS) e foi formulado para suprir as exigências de PM das vacas lactantes, de acordo com o NRC (2001). Os outros dois concentrados foram formulados para conter teores de PM acima do recomendado pelo NRC (2001) através da adição crescente de farelo de soja, que resultou em teores de 21,2% (T21) e 25,0% (T25) de PB na MS. Foram utilizadas 12 vacas com média de 150 dias em lactação e 19,5 kg de leite no início do experimento. O delineamento adotado foi o quadrado latino 3 x 3, com quatro repetições. A pastagem utilizada apresentou massa de forragem pré-pastejo de 11.270 kg MS ha⁻¹ por ciclo de pastejo, com 34% de lâminas foliares e 12% de PB. Não houve diferença ($P>0,05$) para a concentração fecal de cromo (1,90; 1,87; 1,85 mg kg⁻¹). As produções de leite (17,88; 18,37; 18,43 kg vaca⁻¹ dia⁻¹), produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura (17,37; 17,58; 17,75 kg vaca⁻¹ dia⁻¹), os teores e produções de gordura (3,37; 3,27; 3,30% e 0,59; 0,59; 0,60 kg dia⁻¹), teores e produções de proteína (3,07; 3,12; 3,08% e 0,54; 0,56; 0,55 kg dia⁻¹), teores e produções de lactose (4,39; 4,40; 4,41% e 0,79; 0,81; 0,81 kg dia⁻¹) e os teores e produções de sólidos totais (11,73; 11,66; 11,70% e 2,08; 2,13; 2,14 kg dia⁻¹) dos tratamentos T17, T21 e T25 respectivamente, não diferiram ($P>0,05$). As concentrações de nitrogênio uréico no leite (11,17; 13,17; 15,63 mg dL⁻¹) e no plasma sanguíneo (18,57; 19,93; 21,99 mg dL⁻¹) aumentaram linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos teores de proteína no concentrado. As variações de peso vivo (13,5; 8,60; 14,67 kg) e as variações no escore de condição corporal (0,04; 0,14; 0,08 pontos) não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos T17, T21 e T25 respectivamente. O tempo em pastejo (7,24; 7,17 e 7,27 horas dia⁻¹), tempo em ruminação (8,33; 7,80; 8,06 horas dia⁻¹), tempo em ócio (3,25; 3,85; 3,49 horas dia⁻¹), temperatura retal (39,29; 39,47; 39,16°C) e frequência respiratória (71,8; 72,1; 73,3 movimentos respiratórios por minuto) das vacas, não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos T17, T21 e T25, respectivamente. Em conclusão, o concentrado T17 formulado para suprir as exigências de PM de acordo com o NRC (2001), foi adequado para vacas mantidas em pastagens tropicais com 12% de PB e com produções de leite ao redor de 18 kg dia⁻¹.

Palavras-chave: Concentrado; Forragem; Produção de leite; Teores de proteína

ADEQUACY OF METABOLIZABLE PROTEIN SUPPLY ACCORDING TO NRC (2001) FOR DAIRY COWS GRAZING ELEPHANT GRASS PASTURE

Abstract

The objectives of this trial were to evaluate the effects of increasing metabolizable protein (MP) supply beyond NRC (2001) recommendations for lactating dairy cows grazing Elephant grass pasture. The trial was conducted at the Animal Science Department of ESALQ-University of São Paulo. Forty paddocks with 0.2 ha each (8.0 ha total area), were used in an intensive rotational grazing system. Three concentrates ($6.3 \text{ kg DM}^{-1} \text{ cow}^{-1} \text{ day}^{-1}$) were evaluated. The control concentrate (T17) was 17.3% crude protein (CP) and adjusted in MP according to NRC (2001). The other two concentrates were formulated to increase MP supply beyond NRC (2001) recommendations. This was done by increasing soybean meal content in the concentrate, to result in concentrates with 21.2% (T21) and 25.0% (T25) of CP. Twelve multiparous Holstein cows, averaging 150 days in milk and $19.5 \text{ kg of milk day}^{-1}$, were used in a 3×3 latin square design, replicated four times. Forage mass was $11270 \text{ kg DM ha}^{-1}$ with 34% of green leaves and 12% CP. There was no difference ($P > 0.05$) on chromium concentration in feces (1.90; 1.87; 1.85 mg kg^{-1}). Milk (17.88; 18.37; $18.43 \text{ kg day}^{-1}$), 3.5% fat corrected milk yields (17.37; 17.58; $17.75 \text{ kg day}^{-1}$), milk fat (3.37; 3.27, 3.30% and 0.59; 0.59; 0.60 kg day^{-1}), protein (3.07; 3.12; 3.08% and 0.54; 0.56; 0.55 kg day^{-1}), lactose (4.39; 4.40; 4.41% and 0.79; 0.81; 0.81 kg day^{-1}) and total solids (11.73; 11.66; 11.70% and 2.08; 2.13; 2.14 kg day^{-1}) contents and yields were not affected by treatments ($P > 0.05$). Milk urea nitrogen and plasma urea nitrogen (11.17; 13.93, 15.63 and 18.57; 19.93; 21.99 mg dL^{-1} , respectively) increased linearly ($P < 0.05$) as MP supply was increased. Treatments did not affect ($P > 0.05$) body weight gain (13.5; 8.60; 14.67 kg), body condition score (0.04; 0.14; 0.08 points), grazing time (7.24; 7.17; $7.27 \text{ hours day}^{-1}$), ruminating time (8.33; 7.80; $8.06 \text{ hours day}^{-1}$), resting time (3.25; 3.85; $3.49 \text{ hours day}^{-1}$), rectal temperature (39.29; 39.47; 39.16°C) and respiratory rate (71.8; 72.1; $73.3 \text{ movements minute}^{-1}$). In conclusion, formulating concentrate with 17.3% CP to supply MP according to NRC (2001) recommendation was adequate for cows milking around 18 kg day^{-1} when grazing tropical pastures with 12% CP.

Keywords: Concentrate; Forage; Milk production; Protein levels

2.1 Introdução

No Brasil, a grande maioria do leite produzido é proveniente de sistemas de produção que adotam a utilização de pastagens tropicais. Este fato deve-se principalmente às condições edafoclimáticas favoráveis ao crescimento das gramíneas forrageiras (SANTOS; JUCHEM, 2001). Esse sistema representa o método mais barato para o fornecimento de alimentos volumosos aos ruminantes, pois pode diminuir os custos de produção e ser decisivo para a viabilidade econômica da atividade leiteira (LIMA, 2000).

Os sistemas tropicais de produção de leite apresentam como grande vantagem a elevada produção de forragem. Entretanto, as plantas forrageiras tropicais são freqüentemente caracterizadas como de baixa qualidade (valor nutritivo, digestibilidade, consumo de forragem) o que pode limitar o desempenho individual dos animais, principalmente aqueles de elevado mérito genético (BALSALOBRE, 1996).

A produção individual de leite das vacas alimentadas com pastagens tropicais é baixa, comparada com a de vacas mantidas em pastagens de clima temperado. Os sistemas de produção de leite em regiões tropicais podem compensar as limitações qualitativas dessas plantas, com maiores taxas de lotação. O resultado pode ser produções por área similares ou maiores que nas regiões temperadas, com custos menores (SANTOS et al., 2003).

No entanto, sabe-se que as pastagens são insuficientes para garantir a nutrição adequada de vacas de mérito genético alto, com produções acima de 10 a 15 kg de leite dia⁻¹. Deste modo, uma ferramenta importante para o aumento do desempenho das vacas em lactação mantidas em pastagens é a utilização da suplementação com concentrado (SANTOS et al., 2003; SANTOS et al., 2005).

A alimentação é o componente que tem maior participação nos custos de produção de leite. Os suplementos protéicos podem representar até 50% ou mais do custo do concentrado, dependendo do teor de proteína utilizado (IMAIZUMI, 2005).

É sabido que a deficiência de proteína pode comprometer o desempenho de vacas em lactação (MEYER, 2003). O excesso de proteína, por sua vez, além de

encarecer o custo de produção de leite, pode representar também diminuição no aporte energético para o animal, uma vez que a excreção do N em excesso requer grande quantidade de energia. Pode ainda causar problemas reprodutivos, desordens metabólicas e demasiada excreção de N ao ambiente (VAN DER GRINTEN et al., 1992). Desta forma, a otimização da nutrição protéica em sistemas de pastagens é fundamental tanto nos aspectos produtivo e reprodutivo quanto no aspecto econômico.

O NRC (2001) permite formular rações adequadas em PDR e em PM para otimizar a produção de vacas leiteiras. Para suprir as exigências de PDR e de PM (NRC, 2001) de vacas produzindo entre 15 a 25 kg dia⁻¹ de leite em pastagens tropicais com 12 a 14% de PB, os teores de PB no concentrado podem ser inferiores aos tradicionalmente usados por muitos produtores brasileiros.

A redução no teor de PB do concentrado pode representar economia considerável na propriedade ao longo do ano. Entretanto, a literatura nacional e internacional é escassa em dados sobre nutrição protéica de vacas leiteiras em pastagens tropicais.

2.2 Desenvolvimento

2.2.1 Revisão bibliográfica

2.2.1.1 Intensificação dos sistemas tropicais de produção de leite

A ocupação de pastagens nativas e cultivadas no Brasil é de aproximadamente 180 milhões de hectares (30% do território nacional) (IBGE, 1996), o que representa um grande potencial para a produção de leite, tendo em vista que quase 80% desta área está na faixa tropical, com possibilidades de elevada produção de forragens durante a maior parte do ano (ASSIS, 1997).

No entanto, apesar de extensas e de apresentarem grande potencial de produção, a utilização destas áreas é ineficiente, pois revelam reduzidas taxas de lotação das pastagens e geram baixos índices zootécnicos de produtividade. Do leite

produzido no Brasil, grande parte é proveniente de vacas não especializadas, mantidas em pastagens mal manejadas, sob severas restrições nutricionais (SANTOS; JUCHEM, 2001).

Sabe-se que é muito difícil estabelecer para o país como um todo um modelo ideal, único e padronizado para a produção de leite, uma vez que a grande diversidade das condições edafoclimáticas, sociais, culturais e econômicas, propiciam e justificam a presença de diferentes sistemas de produção (SANTOS et al., 2003).

Entretanto, a vocação natural de grande parte das nossas bacias leiteiras, para a produção em pastagens (CORSI, 1986), e as profundas transformações ocorridas no sistema agroindustrial do leite a partir da década de 90 (JANK et al., 1999), têm estimulado o uso de pastagens manejadas intensivamente para a produção de leite (SANTOS et al., 2005). Produções altas de leite por área, investimentos menores em instalações e custos competitivos de produção, têm sido fatores determinantes na opção pela intensificação de sistemas em pastagens em relação aos sistemas em confinamento (CAMARGO, 1996).

A intensificação de sistemas de produção de leite em pastagens exige fertilidade do solo adequada e a aplicação de técnicas de manejo do pastejo para otimizar a sua eficiência de utilização. Dessa forma, pode-se garantir elevadas taxas de lotação, pois este fator é essencial para o sucesso da exploração leiteira em pastagens tropicais (DERESZ et al., 1994).

Os modelos aplicados pelo Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, em Piracicaba-SP e pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em Coronel Pacheco-MG e em São Carlos-SP são alternativas para a intensificação dos sistemas de produção no Brasil e vêm sendo adotados em escala crescente nas mais diversas regiões do país, com as devidas adaptações em função das condições ambientais, culturais, sociais e econômicas de cada região ou de cada propriedade (CAMARGO, 1996; SANTOS; JUCHEM, 2001; DERESZ, 2003).

Por outro lado, esses sistemas não devem restringir-se apenas aos aspectos quantitativos, mas também aos componentes qualitativos da planta forrageira tropical a fim de aumentar a produção individual dos animais. O valor alimentar ou a qualidade de

uma planta tropical pode ser considerado como o produto do valor nutritivo (composição química, digestibilidade), consumo de forragem pelos animais e a eficiência de conversão dos nutrientes consumidos em produto animal (HODGSON, 1990).

De acordo com Mott e Moore (1985) citados por Santos et al. (2003), a melhor expressão da diferença de qualidade entre duas espécies forrageiras é a diferença entre os desempenhos produtivos dos animais que as pastejam, desde que a quantidade não seja fator limitante para o consumo voluntário e o potencial genético dos animais não interfira na expressão do desempenho.

Plantas forrageiras de clima temperado, quando bem manejadas, apresentam teores de NDT superiores a 65%, teores de PB entre 20 a 25% e de FDN entre 40 a 50% (HOFFMANN; MULLER, 1993; HOLDEN et al., 1994; HONGERHOLT; MULLER, 1998; KOLVER; MULLER, 1998; MULLER; FALLES, 1998), todos indicativos de uma forragem de valor nutritivo alto. Em contrapartida, plantas tropicais apresentam teores de PB entre 8 a 14% e 60 a 75% de FDN (NRC, 1989; COWAN; LOWE, 1998). Além disso, a taxa de crescimento alta das plantas forrageiras tropicais, acelera a redução de seu valor nutritivo, pois à medida que a idade fisiológica da planta avança ocorre a lignificação da parede celular, reduzindo a proporção do conteúdo celular (BALSALOBRE, 1996).

Adubação, IED e resíduo pós-pastejo, são alguns dos fatores de manejo que, quando conduzidos de forma inadequada, concorrem para um menor valor nutritivo da forragem tropical (CORSI; MARTHA JÚNIOR, 1997) e podem em parte explicar o conceito generalizado de que a planta forrageira tropical é de pior qualidade. Entretanto, com manejo adequado, têm sido relatados teores de PB superiores a 20% e teores de FDN inferiores a 65% em trabalhos experimentais (DAVISON et al., 1990; VILELA et al., 1996; ALVIM et al. 1997; COWAN; LOWE, 1998; FONTANELI, 2005; SANTOS et al., 2005) e em amostras provenientes de propriedades comerciais (SANTOS et al., 2005).

As limitações para um melhor desempenho animal podem em parte, estar relacionadas ao consumo de forragem (COWAN; LOWE, 1998). Na maioria dos casos, o CMS das plantas forrageiras tropicais pode justificar os desempenhos observados

pelas vacas leiteiras mantidas em pastagens. O consumo voluntário de MS por animais em pastejo é influenciado por fatores ligados ao animal (idade, peso, estado fisiológico), à pastagem (massa de forragem, valor nutritivo e estrutura da planta) e a fatores relacionados ao manejo do pastejo (pressão de pastejo, oferta de forragem, frequência e intensidade de desfolha) (Da SILVA; PEDREIRA, 1996; WENDLING, 1997). As características do dossel como a altura, relação folha-colmo e densidade volumétrica, também constituem importantes fatores determinantes do CMS (STOBBS, 1975).

Em pastagens de clima temperado, o CMS de forragem variou de 11,3 a 21 kg MS vaca dia^{-1} para ofertas variando de 25 a 65 kg MS vaca $^{-1}$ dia^{-1} (PEYRAUD et al., 1996; STOCKDALE, 2000; DALLEY et al., 2001; DELABY et al., 2001; WALES et al., 2001; BARGO et al., 2003) para vacas lactantes com produções entre 23 a 46 kg de leite vaca $^{-1}$ dia^{-1} e oferta de forragem máxima 3 a 5 vezes superiores o CMS.

Por outro lado, em pastagens tropicais o consumo de forragem por vacas leiteiras variou de 6,3 a 15,1 kg de MS vaca $^{-1}$ dia^{-1} ou o equivalente a 2,0 a 2,9% do PV (CARDOSO, 1977; MUINGA et al., 1995; AROEIRA et al., 1999; LIMA, 2002; MAIXNER et al., 2004), os quais, são inferiores aos obtidos com animais mantidos em pastagens de clima temperado e indicam potencial de incremento no CMS, com possíveis reflexos positivos no desempenho animal.

A dificuldade de se determinar de forma precisa o consumo de MS dos animais em pastejo, tem limitado o avanço nesta área de pesquisa. Além disso, é fundamental que avaliações de consumo, relacionando aspectos químico-bromatológicos e estruturais da planta tropical, sejam efetuadas para as diversas gramíneas utilizadas em nosso meio. Trata-se de uma ferramenta importante para caracterização do alimento e da resposta animal e fornece subsídios para uma suplementação eficiente.

Apesar dos fatores qualitativos das plantas forrageiras tropicais serem apontados como os principais limitantes a uma elevada produção individual de leite, há enormes perspectivas quanto às possíveis melhorias que poderão ser obtidas a fim de incrementar a qualidade das pastagens tropicais, principalmente no que diz respeito aos novos enfoques do manejo do pastejo.

2.2.1.2 Produção de leite de vacas em lactação mantidas exclusivamente em pastagens ou suplementadas com concentrado

O pastejo é o método mais barato de se fornecer alimentos volumosos aos ruminantes, diminuindo os custos de produção, revelando-se ainda decisivo para a viabilidade econômica da atividade leiteira (LIMA, 2000). As vantagens da produção de leite em sistemas que fazem o uso de pastagens tropicais, não advém apenas do custo de produção menor, mas também da redução da mão-de-obra, equipamentos e da menor ocorrência de desordens metabólicas (SANTOS; JUCHEM, 2001). Entretanto, o uso inadequado das pastagens tem gerado índices de produtividade baixos. Somente com a introdução de técnicas adequadas de manejo é possível desenvolver sistemas de produção em que as pastagens tropicais passem a ter o comportamento de planta perene (Da SILVA; PEDREIRA, 1996).

Segundo Muller e Falles (1998), o potencial de produção de leite de vacas mantidas exclusivamente em pastagens de clima temperado é de 25 a 30 kg de leite vaca⁻¹ dia⁻¹, enquanto que em pastagens tropicais os resultados obtidos têm sido bem mais modestos, situando-se entre 8 a 15 kg de leite vaca⁻¹ dia⁻¹, sem a utilização de concentrado (SANTOS et al., 2003).

Essa produção de leite se deve aos inúmeros desafios que os sistemas tropicais de produção de leite apresentam, pois um dos principais é o aprimoramento de técnicas de manejo do pastejo e o manejo dos animais. O objetivo é maximizar o consumo de forragem de alta qualidade, uma vez que taxas de lotação altas já são uma realidade em diversos sistemas implantados no Brasil (SANTOS; JUCHEM, 2001). Nesses sistemas, a produtividade pode ser superior a 15.000 kg de leite ha⁻¹ ano⁻¹ (DERESZ; MOZZER, 1990; SANTOS et al., 2005).

A produção de leite por área é o produto da taxa de lotação e da produção individual dos animais. Sabe-se que, de maneira isolada, as pastagens tropicais não atendem as exigências das vacas com produções superiores a 10 a 15 kg de leite (SANTOS et al., 2005). Desta forma, a utilização da suplementação com concentrado pode ser uma prática importante para aumentar a produtividade dos sistemas de

produção de leite em pastagens tropicais manejadas intensivamente (DAVISON et al., 1990).

Davison e Elliott (1993) revisaram a literatura australiana e perceberam pouca viabilidade econômica para a suplementação com concentrado de vacas mantidas em pastagens. Entretanto, os produtores de leite daquele país quase dobraram a utilização de suplementos concentrados para vacas lactantes em menos de cinco anos (1986 a 1991) e observaram um aumento de 40% na produção de leite por hectare. A explicação para o aumento no uso de suplementos concentrados por parte dos produtores australianos foi encontrada com a condução de experimentos em propriedades comerciais, os quais têm mostrado respostas de 1,1 a 1,6 kg de leite por kg de concentrado fornecido para animais suplementados com até 2.500 kg ano⁻¹, ou seja, respostas superiores às obtidas em ensaios de curta duração.

Quando se avalia os benefícios da suplementação com concentrado, os experimentos de curta duração ou mesmo aqueles que investigam apenas uma lactação completa do animal, não são capazes de revelar os possíveis efeitos positivos no desempenho produtivo e reprodutivo do animal nas lactações seguintes (DAVISON; ELLIOTT, 1993).

Da mesma forma, Kerr e Chaseling (1992), citados por Davison e Elliott (1993) observaram, em levantamento efetuado em 114 propriedades leiteiras na Austrália, que apenas nas propriedades que fizeram o uso correto da suplementação com concentrado não houve aumento nos custos com alimentação.

Na revisão efetuada por Santos et al. (2003), nos ensaios que as vacas foram mantidas exclusivamente em pastagens tropicais sem concentrado, a produção média de leite foi de 9,33 kg vaca⁻¹ dia⁻¹. Nos experimentos com suplementação com concentrado, a produção média de leite foi de 13,80 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ com a dose de 4,47 kg de matéria natural (MN) de concentrado. Quando foram selecionados apenas os experimentos com produções individuais de leite de 20 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ ou mais, as vacas consumiram 7,17 kg MN⁻¹ dia⁻¹ de concentrado e produziram em média 22,78 kg de leite dia⁻¹. Esses dados mostram que existe um potencial grande de aumento da produção individual das vacas em pastagens com o fornecimento de concentrado,

especialmente para vacas de bom mérito genético. A produção de leite por área pode ser aumentada em duas a três vezes com o uso de concentrado para vacas de bom mérito genético.

O critério adotado para determinar a quantidade de concentrado para as vacas em lactação deve levar em conta o potencial genético dos animais, a qualidade e quantidade de forragem, o preço do concentrado e o preço do leite (SANTOS et al. 2003). De modo geral, nos preços de leite e de concentrados praticados nas principais bacias leiteiras do país (Sul, Sudeste e Centro-oeste), há possibilidade de aumento significativo na lucratividade dos sistemas de produção em pastagens quando o concentrado é usado de forma correta.

2.2.1.3 Limitações nutricionais e adequação protéica dos concentrados para vacas lactantes mantidas em pastagens

Segundo Muller e Falles (1998), vários estudos foram conduzidos para se determinar os nutrientes que limitam a produção de leite de vacas lactantes mantidas em pastagens. Tanto para animais alimentados com plantas forrageiras de clima temperado (MULLER; FALLES, 1998), quanto para aqueles mantidos em pastagens tropicais (DAVISON; ELLIOTT, 1993), a ingestão de energia metabolizável constitui-se na maior limitação para vacas em lactação mantidas nessas pastagens.

As rações formuladas para animais com produções superiores a 30 kg de leite dia^{-1} , devem conter entre 30 a 45% de carboidratos não fibrosos (NRC, 1989), que se constituem na principal fonte de energia. Entretanto, as plantas forrageiras temperadas e tropicais apresentam valores inferiores aos requeridos, da ordem de 15 a 22% para as temperadas (MULLER; FALLES, 1998) e valores similares ou inferiores para as tropicais (MARTINEZ, 2004).

No entanto, é difícil verificar com precisão os resultados do aumento na produção de leite quando se fornece fontes ricas em carboidratos não fibrosos. Ou seja, se isso se deve exclusivamente a um aumento na energia metabolizável para o animal ou se parte dessa resposta advém de um provável aumento no fluxo de PM

para o intestino delgado, devido a uma maior síntese de proteína microbiana no rúmen (SANTOS; JUCHEM, 2001).

Fontes de energia ricas em carboidratos não fibrosos suprem energia primeiramente para os microrganismos ruminais, podendo favorecer maior fermentação ruminal, estimulando assim a síntese de proteína microbiana de animais mantidos em pastagens (CARRUTHERS; NEIL, 1997). A eficiência de utilização do N amoniacal proveniente da degradação ruminal da proteína contida na forragem também é aumentada com um maior suprimento de carboidratos não fibrosos (VAN VUUREN et al., 1986).

Em estudos que avaliaram o desempenho de vacas leiteiras mantidas em pastagens, a suplementação protéica resultou em desempenhos melhores que a suplementação energética (O'MARA et al., 1997), o que indica a necessidade de maior atenção à suplementação protéica de animais mantidos em pastagens. Além do aspecto nutricional, tem que se considerar também o fato dos suplementos protéicos representarem parcela considerável do custo dos suplementos concentrados e aumentarem a demanda energética para a excreção do N em excesso.

A eliminação da amônia pelos tecidos também é um processo energeticamente caro. A conversão de duas moléculas de amônia em uma molécula de uréia consome quatro moléculas de ATP (adenosina trifosfato), de forma que a excreção de um grama de N pela urina custa 5,45 Kcal de energia líquida de lactação (BLAXTER, 1962) ou 13,3 Kcal de energia digestível (BRODERICK; CLAYTON, 1997). Se o consumo de 100 gramas de PB não utilizada pelo organismo representa a perda de 0,2 Mcal de energia líquida (HARESIGN; COLE, 1988), o consumo de 1.000 gramas de PB em excesso resultaria em uma perda de 2 Mcal de energia líquida por dia. Isso representa quase 30% de energia de manutenção de uma vaca leiteira ou energia suficiente para a produção de, aproximadamente, 3 kg de leite (MEYER, 2003).

A suplementação protéica pode comprometer o desempenho reprodutivo dos animais, seja por efeitos diretos como aumento nos teores de uréia e amônia ou pelo desbalanço energético. Em adição, o excesso de excreção de N pelas fezes e urina

dos animais pode contaminar o ar através da volatilização da amônia e os rios e lençóis freáticos pelo nitrato lixiviado (MEYER, 2003).

Uma das estratégias para adequar a suplementação protéica para vacas leiteiras em pastagens é a definição da natureza da degradabilidade protéica a ser utilizada. A alta degradabilidade ruminal da proteína das forragens tropicais e temperadas sugere que uma limitação no fluxo de PM deve ocorrer principalmente para animais de alta produção, suplementados ou não com concentrado (SANTOS et al., 2003).

Esta limitação parece ser mais acentuada quanto maior o teor de PB da forragem, ou seja, a proteína proveniente desta forragem participa em larga escala da proteína total da ração do animal. Entretanto, a suplementação de animais em pastagem com concentrado contendo fontes protéicas ricas em PNDR tem resultado em dados inconsistentes e pouco promissores (SANTOS; JUCHEM, 2001).

A revisão de literatura efetuada por Santos et al. (1998) mostrou que para vacas de alto mérito genético, mantidas em confinamento, com produção entre 30 a 46 kg de leite dia⁻¹, que a suplementação com PNDR em substituição parcial ou total ao farelo de soja convencional teve sucesso somente quando se utilizou fontes ricas e balanceadas em lisina e metionina. A fonte mais promissora foi a farinha de peixe de alta qualidade seguida do farelo de soja tratado a alta temperatura ou quimicamente. Os ganhos médios foram de 1,2 kg de leite dia⁻¹. Ganhos máximos de 2 kg de leite por dia foram observados para vacas nos primeiros 40 dias de lactação.

A tentativa de se adequar e aumentar a eficiência de utilização da proteína das rações através dos conceitos de degradabilidade da proteína, publicados pelo NRC (1985) e posteriormente pelo NRC (1989) estimulou de forma expressiva o interesse por fontes suplementares ricas em PNDR. O conceito difundido foi o de que rações contendo farelo de soja como o principal suplemento protéico seriam deficientes em PNDR, limitando assim o desempenho de vacas de alta produção. Um dos principais aspectos que estimulou a suplementação com fontes ricas em PNDR, foi a hipótese da obtenção de maior fluxo de aminoácidos essenciais para o intestino delgado. Entretanto, o aumento da absorção de aminoácidos essenciais com o uso de fontes

protéicas ricas em PNDR não foi observado na maioria dos trabalhos com ensaios metabólicos em vacas lactantes (SANTOS et al., 1998).

A utilização de fontes ricas em PNDR fornecidas para vacas lactantes em pastagens de clima temperado não foi capaz de aumentar a produção de leite ou alterar os parâmetros de composição do leite (BARGO; REARTE, 1997; HONGERHOLT; MULLER, 1998; KOLVER et al., 1998; PIÑEIRO, 2000; REARTE; PIERONI, 2001).

Uma possível justificativa para esse fato é a utilização incorreta de fontes ricas em PNDR que restringem a disponibilidade de PDR para os microrganismos do rúmen, prejudicando a fermentação ruminal, digestão de fibra (LIMA, 2000) e a síntese microbiana (SANTOS et al., 1998). Outra provável causa da ausência de respostas positivas em produção de leite à suplementação com PNDR, pode ser o fato de que a maioria destas fontes protéicas tem o perfil de aminoácidos inadequado (SLOAN et al., 1998).

Kellaway e Porta (1993) citados por Santos et al. (2003) revisaram a literatura australiana sobre suplementação protéica e concluíram que para vacas de baixa produção, em pastagens de alta qualidade, a suplementação com fontes ricas em PNDR é desnecessária. Delgado e Randel (1989), trabalharam com animais mantidos em lotação rotacionada em pastagens de grama estrela (*Cynodon dactylon*) e não observaram respostas positivas em produção de leite de vacas produzindo em média 17,3 kg de leite dia⁻¹, ao aumento de PB do concentrado de 15 para 18% , assim como ao aumento do teor de PNDR no concentrado. Davison et al. (1990) observaram respostas positivas das vacas leiteiras com produção de leite entre 14 a 18 kg dia⁻¹ em pastagens tropicais, com a adição de farinha de carne e ossos à ração. Entretanto, nos dois experimentos não houve tratamento controle com uma fonte protéica rica em PDR, como o farelo de soja.

Apesar dos dados de pesquisa indicarem ausência de benefícios à suplementação com fontes ricas em PNDR para vacas mantidas em pastagens temperadas ou tropicais, Davison e Elliott (1993) relataram respostas positivas em produção de leite com a suplementação de fontes ricas em PNDR em observações efetuadas em propriedades comerciais australianas. Entretanto, os autores não

esclarecem se estas respostas foram obtidas em comparação com fontes da alta degradabilidade ruminal ou se referem à simples adição extra de uma fonte rica em PNDR.

No Brasil, o farelo de soja é a fonte protéica mais utilizada (GUIDI, 1999), por ser uma proteína de excelente qualidade, adequada em lisina, mas deficiente em metionina (SCHWAB et al., 1976), caracterizando-se como uma fonte de PDR. A uréia é um composto orgânico rico em nitrogênio não protéico, possuindo 45% de N e equivalente protéico próximo a 281% de PB (NRC, 1989).

Devido ao alto custo das fontes protéicas e à capacidade dos ruminantes em utilizar fontes de nitrogênio não protéico, tem-se justificado o interesse pela utilização de uréia em substituição a fontes de proteína verdadeira. Entretanto, sua utilização como um ingrediente na formulação de suplementos, deve seguir restrições de fornecimento para não ocasionar distúrbios metabólicos (FERGUSSON et al., 1988).

Os suplementos concentrados comerciais com cerca de 18 a 20% de PB na MS seriam suficientes quando usados nas quantidades especificadas, para as produções de leite normalmente obtidas em pastagens tropicais (SANTOS; JUCHEM, 2001). Contudo, Van der Grinten et al. (1992) afirmaram que é comum o uso de concentrados com teores de PB superiores a esses citados anteriormente, o que pode resultar em excesso de N nas rações das vacas lactantes.

A formulação de rações baseadas nas exigências em PB, não permite ajustes finos que visem suprir tanto as exigências da população microbiana em PDR, quanto do bovino, que requer aminoácidos absorvíveis no intestino delgado. O NRC (2001) calcula as exigências tanto do rúmen (PDR) quanto do bovino (PM). A PM corresponde ao total de aminoácidos absorvidos no intestino delgado, sendo estes provenientes da digestão intestinal da proteína endógena, proteína microbiana e PNDR.

Para vacas com produções entre 15 a 25 kg de leite por dia, mantidas em pastagens com 12 a 14% de PB, o NRC (2001) sugere a formulação de concentrados com teores de PB inferiores aos tradicionalmente usados por muitos produtores e pela indústria em geral, no Brasil. Vacas mantidas em pastagens tropicais com 18 a 21% de PB foram capazes de manter produções médias de até 26 kg dia⁻¹ durante seis meses

de pastejo, suplementadas apenas com milho moído e suplemento mineral (FONTANELI, 2005). A redução no teor de PB do concentrado pode representar uma economia considerável na propriedade ao longo do ano. Entretanto, a literatura nacional e internacional é escassa no assunto.

Assim, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos de teores crescentes de PM, de acordo com o recomendado pelo NRC (2001), para vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante.

2.3 Material e métodos

2.3.1 Local, clima e instalações experimentais

O trabalho foi conduzido no sistema de produção de leite do Centro de Treinamento de Recursos Humanos (CTRH) do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, em Piracicaba – SP. As coordenadas geográficas do município de Piracicaba – SP são 22°43' de latitude Sul, 47°25' de longitude Oeste e 580 metros de altitude.

O clima da região de Piracicaba é classificado como mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, classificado como Cwa, com temperaturas médias inferiores a 18°C nos meses mais frios e superiores a 22°C durante a estação mais quente do ano (BRASIL, 1960).

Foram utilizados 40 piquetes com 0,2 ha em média (8,0 ha) de pastagem de capim Elefante, cultivares Napier e Cameroon. Os piquetes dispunham de bebedouros, saleiros e acesso para áreas de sombra natural (árvores) ou artificial (sombrite). A pastagem foi manejada em lotação rotacionada, com três dias de ocupação e 37 dias de descanso.

A entrada dos animais no piquete a ser pastejado foi realizada imediatamente após a ordenha da manhã. As vacas em lactação realizaram o primeiro pastejo e, posteriormente, a pastagem foi submetida a dois dias de pastejo de repasse efetuados pelas vacas não lactantes e por bovinos de corte em crescimento. Os animais

experimentais efetuaram o primeiro pastejo em conjunto com as demais vacas lactantes do rebanho, totalizando 32 animais em pastejo com peso médio de 430 kg, ou seja, 30,6 unidades animais (UA).

A adubação foi efetuada com o fornecimento de 80 kg de N por ha⁻¹ a cada ciclo de pastejo. Os dados referentes às análises químicas de macro e micronutrientes do solo estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Os dados climáticos obtidos na estação meteorológica automática da USP/ESALQ são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

2.3.2 Período experimental

Foi adotado um período pré-experimental de 20 dias para a adaptação dos animais às condições da pesquisa.

O período experimental estendeu-se de dezembro de 2001 a fevereiro de 2002 com duração de 60 dias, subdividido em três sub-períodos de 20 dias cada. Os 15 primeiros dias de cada sub-período foram de adaptação e os cinco dias subsequentes foram de coleta de dados. As respectivas datas para cada sub-período, foram: sub-período 1 = 17 de dezembro a 6 de janeiro; sub-período 2 = 7 a 27 de janeiro e sub-período 3 = 28 de janeiro a 16 de fevereiro.

Figura 1- Croqui da área utilizada para a condução do experimento

Tabela 1 - Resultado da análise química de macronutrientes do solo dos módulos da área experimental

Amostras	pH CaCl ₂	MO (g dm ⁻³) ⁻¹	P (mg dm ⁻³) ⁻¹	S	K	Ca	Mg	Al (Mmol dm ⁻³) ⁻¹	H+Al	SB	T	V	M %
Módulo 1	5,1	44	32	25	3,7	60	29	1	38	92,7	130,7	71	1
Módulo 2	4,8	47	50	28	7,2	69	34	0	42	110,2	152,2	72	0
Módulo 3	5,7	42	47	18	11,1	71	23	0	22	116,1	138,1	84	0

pH = potencial hidrogeniônico, MO = Matéria orgânica, P = Fósforo, S = Enxofre, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, Al = Alumínio, H = Hidrogênio, SB = Soma de bases, T = Capacidade de troca catiônica, V = saturação por bases, M = saturação por alumínio.

Tabela 2 – Resultado da análise química de micronutrientes do solo dos módulos da área experimental

Amostras	B	Cu	Fe (mg dm ⁻³) ⁻¹	Mn	Zn
Módulo 1	0,36	12,6	94	81,4	6,6
Módulo 2	0,27	14,6	95	90,4	8,7
Módulo 3	0,42	9,4	69	74,4	9,6

B = Boro, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês, Zn = Zinco.

Tabela 3 - Dados climáticos observados durante o ensaio experimental

Meses	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)			Precipitação (mm)	Radiação Solar (MJ m ²) ⁻¹
	Média	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Total	Total
Dez/2001	23,1	19,2	29,2	91,0	64,6	99,8	275,1	555,2
Jan/2002	23,0	18,7	28,8	87,0	60,0	100,0	196,8	596,1
Fev/2002	22,7	18,8	28,5	90,0	57,0	100,0	167,8	495,3

Fonte: Estação meteorológica automática da USP/ESALQ.

Tabela 4 - Dados climáticos tomados nos dias das avaliações do comportamento animal

Datas	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)			Precipitação (mm)	Radiação Solar (MJ m ²) ⁻¹
	Média	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Total	Total
03/01/2002	25,3	19,5	31,6	76,9	42,0	100,0	0,0	23,1
23/01/2002	23,1	19,5	27,1	88,6	59,6	100,0	0,0	19,6
15/02/2002	23,1	17,6	29,8	90,0	60,0	100,0	0,0	20,7

Fonte: Estação meteorológica automática da USP/ESALQ.

2.3.3 Animais experimentais

Foram utilizadas 12 vacas em lactação, as quais são caracterizadas na Tabela 5, a seguir.

Tabela 5 - Caracterização das vacas lactantes utilizadas no ensaio experimental

Componentes	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Produção de leite, kg dia ⁻¹	19,5	3,30	14,6	23,8
Número de partos	4	1,2	2	6
Estágio de lactação, dias	150	110	40	250
Peso vivo, kg	511	86	370	620
Escore de condição corporal	2,54	0,31	1,75	3,00

2.3.4 Tratamentos experimentais

. Foram comparados três concentrados, com teores crescentes de PM, obtidos através do aumento do teor de PB na ração. O concentrado “controle” (T17) continha 17,3% de PB e foi formulado para suprir as exigências de PM de vacas com produção diária de 19,5 kg de leite, de acordo com o NRC (2001). Os outros dois concentrados foram formulados para conterem balanços de PM acima do recomendado pelo NRC (2001) através da adição crescente de farelo de soja, que resultou em teores de 21,2% (T21) e 25,0% (T25) de PB.

Os balanços de PM, estimados pelo NRC (2001) para o T21 e T25, foram: 69 e 140g dia⁻¹, respectivamente. O aumento em PM e PB também resultou em teores crescentes de PDR, nas rações das vacas leiteiras.

A quantidade de concentrado fornecida foi de 7,0 kg de MN ou 6,3 kg de MS por vaca ao dia, fracionada em duas vezes, em comedouros individuais, assumindo uma produção média inicial de 19,5 kg de leite por vaca ao dia, ou seja, uma relação de 3:1 kg de MS de concentrado para cada kg de leite produzido. Os concentrados foram misturados previamente em um misturador horizontal com capacidade para 260 kg. As proporções dos ingredientes e a composição química dos concentrados experimentais estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Proporção de ingredientes e composição química dos concentrados experimentais

Componentes	Tratamentos (% de PB)		
	T17	T21	T25
Milho moído fino, % MS	39,41	34,55	29,80
Polpa cítrica peletizada, % MS	39,41	34,55	29,80
Uréia, % MS	1,27	1,27	1,27
Farelo de soja, % MS	15,08	24,80	34,30
Supl. min. e vit., % MS	4,83	4,83	4,83
Composição química			
Fibra em detergente ácido, % MS	11,6	11,3	11,1
Fibra em detergente neutro, % MS	15,5	15,3	15,2
Energia metabolizável, Mcal kg ⁻¹	3,06	3,10	3,14

Níveis de garantia do suplemento mineral e vitamínico por quilo do produto, fósforo (P) 55 g, cálcio (Ca) 220 g, cloro (Cl) 105,50 g, sódio (Na) 70 g, magnésio (mg) 35 g, enxofre (S) 22 mg, manganês (Mn) 1500 mg, ferro (Fe) 500 mg, zinco (Zn) 1550 mg, cobre (Cu) 450 mg, cobalto (Co) 50 mg, iodo (I) 40 mg, selênio (Se) 20 mg, flúor (F) máximo 550 mg, vitamina A 90.000 UI, vitamina D 75.000 UI, vitamina E 1.000 UI, solubilidade em ácido cítrico (2%).

2.3.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 3 x 3 (três tratamentos e três períodos) com quatro repetições. As variáveis analisadas foram submetidas ao PROC GLM (*General linear models*) dos recursos do pacote estatístico SAS (1999), versão 8 para *Windows*, comparando-se as médias através do uso de contrastes lineares, a fim de verificar os efeitos lineares e os desvios da linearidade (efeito quadrático).

Foi utilizado o *LSMEANS* para a obtenção das médias dos tratamentos. As causas de variação e os graus de liberdade utilizados na análise de variância estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Causas de variação e graus de liberdade utilizados na análise de variância de todas as variáveis avaliadas

Causas de variação	Graus de liberdade
Animal	11
Sub-período	2
Tratamento	2
Repetição	3
Resíduo	17
Total	35

O modelo estatístico adotado para as variáveis experimentais foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + S_j + T_k + R_l + e_{ijkl},$$

Onde,

Y_{ijkl} = variáveis observadas;

μ = média geral;

A_i = efeito do animal i , (sendo $i = 1, 2 \dots 12$);

S_j = efeito do sub-período j , (sendo $j = 1, 2$ e 3);

T_k = efeito do tratamento k , (sendo $k = 1, 2$ e 3);

R_l = efeito da repetição l , (sendo $l = 1, 2, 3$ e 4);

e_{ijkl} = erros associados às observações Y_{ijkl} .

2.3.6 Determinação da produção e composição do leite

As pesagens e amostragens do leite foram efetuadas nos últimos cinco dias do período de coleta, realizando-se diariamente duas ordenhas, às 7h00 e 16h00.

Para a determinação da composição do leite, foram tomadas amostras proporcionais à produção individual do animal por ordenha. As amostras foram preservadas em frascos plásticos contendo conservante (2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol) e encaminhadas à Clínica do leite do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, para a realização das análises de proteína, gordura, lactose, sólidos totais e nitrogênio uréico no leite (NUL).

A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi calculada a partir da equação $[0,4324 * \text{produção de leite (kg)} + 16,216 * \text{gordura (kg)}]$, proposta por Tyrrell e Reid (1965).

2.3.7 Coleta de sangue e determinação do nitrogênio uréico no plasma

A coleta de sangue foi realizada no último dia de cada sub-período, sempre quatro horas após o fornecimento matinal do concentrado, através de punção na veia coccígea. As amostras de sangue foram armazenadas em tubos de ensaio a vácuo, contendo 5 mg de fluoreto de sódio como anticoagulante.

Em seguida, os tubos de ensaio foram submetidos à centrifugação por 20 minutos a 3.000 rotações por minuto (RPM) em 4°C, para a obtenção do plasma que foi acondicionado em tubos de 1,5 mL do tipo *ependorf* e congelado a -10°C para posteriores determinações dos teores de nitrogênio uréico no plasma (NUP). As determinações dos teores de NUP foram realizadas utilizando o Kit N 535 (*Sigma Chemical Co.*), em laboratório comercial.

2.3.8 Determinação do escore de condição e da variação do peso vivo

O escore de condição corporal (ECC) foi avaliado no primeiro e último dia de cada sub-período, sempre pelo mesmo avaliador. A escala utilizada variou de 1 a 5 pontos, sendo que, 1 representava vacas muito magras e 5 vacas excessivamente gordas, sendo classificadas a intervalos de 0,25 pontos, de acordo com Wildman et al. (1982).

Da mesma forma, a pesagem dos animais foi efetuada durante dois dias consecutivos no início e no final de cada sub-período, após a ordenha da tarde. Dentre as duas pesagens consecutivas foi considerado o menor peso para a análise dos dados.

2.3.9 Determinação da concentração fecal de cromo

Para a determinação da concentração fecal de cromo, este foi administrado na forma de sesquióxido de cromo (Cr_2O_3), sendo fornecido 30g por dia do marcador, fracionado em duas vezes, em cápsulas de papel, por via oral (AROEIRA et al., 1999).

O fornecimento do Cr_2O_3 foi realizado durante doze dias, sendo recuperado nas fezes nos últimos cinco dias. A coleta de fezes foi realizada diretamente do reto, duas vezes ao dia, durante a ingestão de concentrado pelos animais, sendo retiradas aproximadamente 100g dia^{-1} por coleta. As amostras de fezes foram compostas por animal e sub-período e armazenadas a -10°C .

As concentrações de cromo nas fezes foram determinadas pelo método de irradiação atômica pelo Laboratório de Instrumentação Nuclear do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA).

Para a leitura da concentração do marcador, as amostras foram secas durante 48 horas a 55°C , moídas a 1mm em peneiras tipo *Willey*. Em seguida 1g de cada amostra foi colocada em recipiente apropriado para análise por fluorescência de raios X (cubeta de plástico com fundo de Mylar de 6,3 micrometros de espessura), prensada a $2(\text{ton. cm}^2)^{-1}$ e levada diretamente para análise, sem passar por nenhum tipo de pré-tratamento químico.

A quantificação da concentração do elemento químico foi realizada através da técnica analítica denominada fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF, *energy dispersive X-ray fluorescence*). A excitação foi feita com raios X Mo- $\text{K}\alpha$ de 17,44 keV, provenientes de um tubo de raios X com alvo de Mo e filtro de Zr, operado a 25 kV e 10 mA, possibilitando a detecção do elemento químico cromo pelo seu raio X característico $\text{K}\alpha$. As amostras foram excitadas por 100 segundos, sendo o raio X detectado por um espectrômetro multicanal, baseado em detector semicondutor de Si(Li) e eletrônica nuclear convencional.

A concentração do elemento cromo foi estimada através da intensidade do raio X característico, levando-se em conta o efeito matriz. A validação da metodologia foi realizada analisando-se uma amostra de referência certificada (*hay powder*, V-10)

produzida pela Agência Internacional de Energia Atômica, Viena (NASCIMENTO FILHO, 1999).

2.3.10 Determinação das características quantitativas do dossel forrageiro

Como características quantitativas foram determinadas as massas de forragem (MF) em pré e pós-pastejo. As amostras colhidas em quatro pontos distintos do piquete, selecionados por meio de uma linha seccionada com marcações a cada dez metros. A moldura utilizada apresentava dimensões de 1m² em formato quadrado, de acordo com as recomendações de Penati et al. (2001), para amostragem de forragens em áreas de até 2.000 m².

As amostras de forragem foram tomadas durante os últimos oito dias de cada sub-período experimental. Os cortes foram padronizados em aproximadamente 20 cm da altura do solo.

2.3.11 Determinação das características qualitativas do dossel forrageiro

As características qualitativas do dossel forrageiro determinadas foram: a altura do dossel em pré e pós-pastejo, a densidade volumétrica, a composição morfológica e a composição bromatológica da planta forrageira. As medidas foram tomadas durante os últimos oito dias de cada sub-período experimental.

A altura do dossel foi medida como o comprimento desde o nível do solo até a curvatura de uma das folhas completamente expandida, ou seja, a altura comumente chamada de visada. Para tal, foi utilizada uma régua de madeira de 2,50m de comprimento, graduada em centímetros. Foram tomadas 20 medidas por piquete para o pré e para o pós-pastejo. A densidade volumétrica foi calculada dividindo-se a MF pré-pastejo pela altura, descontando-se os primeiros 20 cm em relação ao nível do solo, sendo expressa em kg de MS cm⁻¹ ha⁻¹.

Uma sub-amostra de aproximadamente 300g, originada da amostra coletada para a determinação da MF, foi utilizada para a determinação da composição

morfológica da planta forrageira. A planta foi separada em folhas (lâminas foliares), colmos (colmo + bainha) e material senescido, sendo considerado o material (folhas, colmos) com aproximadamente 50% de sua constituição seca.

Para as análises de composição bromatológica da forragem, foram coletadas amostras de pastejo simulado em 20 pontos de cada um dos oito piquetes amostrados por sub-período experimental. Procurou-se simular o pastejo efetuado pelos animais que efetuaram o pastejo de ponta durante o primeiro dia de ocupação do piquete.

2.3.12 Amostragem dos ingredientes dos concentrados

As amostras dos ingredientes dos concentrados foram tomadas durante o período pré-experimental e submetidas às análises bromatológicas. Com base nessas análises os concentrados foram formulados.

Durante o período experimental, as amostras dos ingredientes foram tomadas no primeiro dia de cada período de coleta dos três sub-períodos experimentais.

2.3.13 Determinação da composição bromatológica

As análises bromatológicas foram efetuadas junto ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ.

Os ingredientes dos concentrados, após descongelados, foram moídos em moinhos tipo *Willey* em peneiras com malhas de 1mm e encaminhados para a secagem definitiva. As amostras de forragem (pastejo simulado e frações da planta inteira) foram levadas à estufa de circulação forçada de ar, mantidas a 55°C por 48 horas e moídas em moinhos tipo *Willey* em peneiras com malhas de 5 mm e posteriormente de 1 mm.

Após a pré-secagem, as frações (folha, colmo e material senescido), compostas por sub-período, seguiram para a secagem definitiva (AOAC, 1975).

As amostras de pastejo simulado e dos ingredientes dos concentrados foram compostas por sub-período e analisados para MS; MO e EE (AOAC, 1975). As análises de FDN, FDA foram efetuadas no equipamento *Ankon* (*Ankon 200 Fiber Analyser da*

Ankon Technology Corporation), com a adição de sulfito de sódio (Na_2SO_3) (VAN SOEST, 1994). A lignina foi determinada através da adição de ácido sulfúrico 72% no resíduo insolúvel da FDA (GOERING; VAN SOEST, 1970).

As análises de PB foram efetuadas pelo analisador de N (*LECO FP-2000 nitrogen analyzer, Leco Instruments, Inc. St. Joseph, MI*), enquanto que as determinações de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foram realizadas no aparelho *DAISY ANKOM (ANKOM Technology Fairport, NY)* de acordo com Goering e Van Soest, 1970.

2.3.14 Determinação do comportamento ingestivo

As medidas do comportamento ingestivo das vacas em lactação foram realizadas ao final de cada sub-período, registrando-se as atividades (ruminação, pastejo e ócio), durante 24 horas, a cada 5 minutos. As atividades realizadas durante o tempo em ordenha e durante a ingestão de concentrado não foram consideradas nas análises.

Foram acompanhadas as 12 vacas utilizadas no experimento. Para a visualização dos animais durante o pastejo, foi utilizado um observatório a partir do qual era possível avistar todos os animais. Para melhor visualização noturna, as vacas foram identificadas com tinta fluorescente.

2.3.15 Determinação da temperatura retal e da frequência respiratória

As medidas de temperatura retal e frequência respiratória foram efetuadas no mesmo dia das avaliações do comportamento ingestivo, no ato do fornecimento do concentrado durante a manhã e à tarde.

Foram tomadas duas medidas: a primeira efetuada às 8h00, caracterizando um estado basal da temperatura retal, e a segunda realizada às 15h00 para representar possíveis situações de estresse térmico durante as horas mais quentes do dia. A frequência respiratória foi determinada pelo número de movimentos respiratórios por minuto, observados no flanco direito do animal. A temperatura retal foi efetuada com a

utilização de termômetro clínico digital com escalas de 0,1°C, que permanecia em contato com o animal até a estabilização da temperatura retal.

2.4 Resultados e discussão

2.4.1 Composição bromatológica dos ingredientes

Na Tabela 8, estão apresentadas as composições bromatológicas dos ingredientes utilizados no ensaio experimental (milho moído fino, polpa cítrica peletizada e farelo de soja).

Tabela 8 – Composição bromatológica do milho moído fino (MMF), polpa cítrica peletizada (PCP) e do farelo de soja (FS) utilizados nos concentrados experimentais

Componentes	Ingredientes		
	MMF	PCP	FS
Matéria seca, % no alimento	89,42	90,03	89,67
Matéria mineral, % da MS	1,57	6,93	6,80
Proteína bruta, % da MS	9,06	7,34	47,89
Fibra em detergente neutro, % da MS	9,46	21,08	17,12
Fibra em detergente ácido, % da MS	2,07	18,14	9,04
Extrato etéreo, % da MS	1,12	2,42	2,18
Nutrientes digestíveis totais ¹ , % da MS	85,73	77,79	79,35

¹ – Calculado através do NRC (2001).

2.4.2 Características qualitativas e quantitativas do capim Elefante

Os dados referentes às MF, proporção de folhas, colmos e material senescido em pré e pós-pastejo estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Massa de Forragem (MF), proporção de folhas, colmos e material senescido em pré e pós-pastejo da pastagem de capim Elefante, em três períodos de avaliação

Componentes	Sub-períodos avaliados			Média	DP ¹
	1	2	3		
MF pré-pastejo, kg MS ha ⁻¹	10.707	11.207	11.442	11.270	4.900
Folhas, %	34,71	32,25	34,83	33,93	6,58
Colmos, %	62,39	64,88	63,37	63,55	6,76
Material senescido, %	2,90	2,88	1,80	2,53	1,42
MF pós-pastejo, kg MS ha ⁻¹	3.662	8.122	4.660	5.481	2.538
Folhas, %	12,70	19,28	15,80	15,93	4,92
Colmos, %	83,8	77,11	64,83	75,25	4,80
Material senescido, %	3,51	3,61	2,70	3,27	1,67

¹ = Desvio padrão da média.

Pode-se observar que houve elevada produção de MS da pastagem durante a estação chuvosa do ano. Em ensaios conduzidos na mesma área experimental por Balsalobre (1996) e Martinez (2004), também foram observadas elevadas produções de MS do capim Elefante, que variaram de 8 a 16.000 kg de MS ha⁻¹ por ciclo de pastejo.

Entretanto, 63,55% da MS produzida correspondeu aos colmos, material de baixo valor nutritivo e pouco consumido pelos animais. De forma semelhante, Martinez (2004) obteve 56% de colmos (% da MS), com ciclos de pastejo de 37 dias, nesta mesma área experimental durante o outono do mesmo ano deste estudo.

Em trabalho conduzido na mesma área Voltolini (2006)¹ “comunicação pessoal”, com a pastagem de capim Elefante manejada com intervalo entre desfolhas médio de 19,4 dias (interceptação de 95% de luz) a porcentagem de colmos na MF pré-pastejo foi de 41,90%. Apesar da quantidade de MF pré-pastejo ter sido menor (6.270 kg de MS ha⁻¹ por ciclo de pastejo), a quantidade de folha disponível para o pastejo foi muito parecida (3.323 kg de MS ha⁻¹ por ciclo de pastejo) com a do presente estudo (3.824 kg de MS ha⁻¹ por ciclo de pastejo). Estes números mostram de forma clara que o incremento em MF com períodos longos entre desfolhas se deve principalmente ao acúmulo de colmos na pastagem.

¹ VOLTOLINI, T.V. (USP/ESALQ, Departamento de Zootecnia). Intervalo fixo *versus* intervalo variável entre desfolhas em pastagens de capim Elefante para vacas em lactação, 2006.

A oferta de folhas (27,80 kg de MS de folhas por 100 kg de PV animal) para as vacas em lactação (30,6 UA) que efetuaram o pastejo de ponta da área (dia 1), foi alta. Provavelmente o CMS e a produção de leite não foram limitados pela quantidade de forragem oferecida aos animais. Entretanto outros fatores podem ter limitado o CMS das vacas, como a composição bromatológica da forragem, características estruturais da pastagem, ou fatores relacionados ao conforto animal, como as elevadas temperaturas e umidade relativa.

As proporções médias de material senescido tanto para o pré (2,53%) quanto para o pós-pastejo (3,27%) foram baixas, devido principalmente o corte da forragem ter sido efetuado a aproximadamente 20 cm do nível do solo o que acarretou em pequena contribuição de material senescido. Em avaliações na mesma área com ciclo de pastejo semelhante (37 dias) e o corte da forragem efetuado ao nível do solo, a contribuição de material senescido foi maior (10% do total) tanto no pré quanto no pós-pastejo (MARTINEZ, 2004).

Na Tabela 10, estão apresentados os valores de altura em pré e pós-pastejo e densidade volumétrica do dossel.

A altura média do dossel forrageiro pré-pastejo foi de 1,72m. Esta altura do dossel pode interferir negativamente no consumo e na eficiência de colheita da forragem (HILLESHEIM, 1987). Normalmente, dosséis altos no pré-pastejo, apresentam alturas elevadas do resíduo pós-pastejo.

A altura (1,19m) e a MF (5.481 kg de MS ha⁻¹) médias do resíduo pós-pastejo foram elevadas. Estas características observadas na pastagem podem comprometer a eficiência de colheita da forragem pelo animal (HILLESHEIM, 1987). Resíduos pós-pastejo elevados normalmente obrigam o produtor a efetuar roçadas na área durante a primavera seguinte. O controle do resíduo pós-pastejo em pastagens de capim Elefante tem se constituído em uma das principais reclamações dos produtores.

Em trabalho conduzido na mesma área, Voltolini (2006)² “comunicação pessoal”, com intervalo entre desfolhas médio de 19,4 dias (interceptação de 95% de luz), a altura média do resíduo foi de 0,62m com 23% de folhas na MS. No presente estudo o

² VOLTOLINI, T.V. (USP/ESALQ, Departamento de Zootecnia). Intervalo fixo *versus* intervalo variável entre desfolhas em pastagens de capim Elefante para vacas em lactação, 2006.

resíduo pós-pastejo no final do verão foi de 1,25m. Mais uma vez, os dados mostram a vantagem em utilizar IED mais freqüentes que os 37 dias do presente estudo.

A densidade volumétrica do dossel forrageiro foi de 74,00 kg MS ha⁻¹cm⁻¹. Este valor está de acordo com os reportados por Balsalobre (1996) e Rosseto (2000), com pastagens de capim Elefante (34,97 a 74,97 kg de MS ha⁻¹ cm⁻¹). Por outro lado Martinez (2004) observou valores que variaram de 88,0 a 106,6 kg de MS ha⁻¹cm⁻¹ durante o outono do mesmo ano, na mesma área deste experimento.

Tabela 10 – Altura do dossel forrageiro em pré e pós-pastejo e densidade volumétrica do dossel forrageiro de capim Elefante pastejado por vacas em lactação em três períodos de avaliação

Componentes	Sub-períodos avaliados			Média	Desvio padrão
	1	2	3		
Altura pré-pastejo, metros	1,62	1,72	1,77	1,72	0,09
Altura pós-pastejo, metros	0,97	1,34	1,25	1,19	0,21
Densidade, kg MS ha ⁻¹ .cm	75,40	73,70	72,90	74,00	19,5

As composições bromatológicas das amostras de forragem (pastejo simulado) estão apresentadas na Tabela 11. A forragem apresentou em média 12% de PB, 64,98% de FDN, 2,67% de lignina e 77% de DIVMS. Estes valores apontam para forragem de boa qualidade. O material amostrado através da simulação de pastejo era composto quase que exclusivamente por folhas. Os teores de PB, FDN, FDA, lignina, MM e EE estão de acordo com os valores de outros ensaios com capim Elefante manejado com ciclos de pastejo próximos ao utilizado no presente estudo (DERESZ et al., 2001; BALSALOBRE, 1996; MARTINEZ, 2004). Entretanto, teores de PB entre 14 a 22% foram relatados na revisão de Santos et al. (2005) para diversas espécies forrageiras manejadas com IED entre 20 a 35 dias. Fontaneli (2005) obteve 20,5 % de - PB para o capim Elefante pastejado a cada 21 a 27 dias e adubado com 500 kg ha⁻¹ de N.

Os valores obtidos para a DIVMS são elevados, tratando-se de amostras de capim Elefante com IED superior a 35 dias. Entretanto, Martinez (2004), que avaliou a composição bromatológica do capim Elefante na mesma área experimental durante o outono, encontrou valores de DIVMS próximos a 70%.

Chama a atenção os valores altos de MM da forragem, em média 15,7%. Estes valores altos de MM têm efeito negativo marcante na estimativa de NDT (51,88% da MS) quando se utiliza a equação proposta por Weiss et al. (1992), incorporada pelo NRC (2001). A discrepância é muito grande entre esse valor de NDT e o valor observado de DIVMS. O desconto de 7% na DIVMS referente à produção metabólica fecal (WEISS et al., 1992) resulta em valor de digestibilidade de aproximadamente 70% para essa forragem.

O valor de NDT obtido é sem dúvida é muito baixo e subestima o valor energético da forragem tropical. Este valor de NDT (51,88%) não suportaria a produção de leite de 9,33 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ com o consumo de MS de 2,37% do PV relatados na revisão de Santos et al. (2003). Por outro lado, o valor de 70% de digestibilidade provavelmente superestima o valor energético da forragem.

De acordo com Balsalobre (1996), os elevados teores de MM observados, podem ter uma elevada contribuição de sílica. Outra hipótese é que essa elevada incorporação de elementos minerais na forragem seja fruto da fertilidade alta do solo da área experimental.

Tabela 11 - Composição bromatológica de amostras de pastejo simulado de pastagens de capim Elefante em três períodos de avaliação

Componentes	Sub-períodos avaliados			Média	DP ¹
	1	2	3		
Matéria seca, % no alimento	14,27	17,06	14,56	15,30	1,53
Proteína bruta, % da MS	11,53	11,88	13,01	12,14	0,77
Fibra em detergente neutro, % da MS	64,75	65,00	65,20	64,98	0,23
Fibra em detergente ácido, % MS	36,92	37,00	37,20	37,04	0,14
Lignina, % MS	3,08	2,92	2,03	2,67	0,36
Extrato etéreo, % MS	2,66	2,71	2,07	2,48	0,35
Matéria mineral, % MS	17,78	15,05	14,27	15,70	1,84
DIVMS, % MS	75,43	77,30	78,14	76,96	8,00

¹ = desvio padrão da média, ² = digestibilidade *in vitro* da MS.

2.4.3 Produção e composição do leite, nitrogênio uréico no plasma, no leite e concentração fecal de cromo

Na Tabela 12, estão apresentados os valores da produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), teores e produção de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, nitrogênio uréico no leite (NUL), no plasma (NUP) e concentração fecal de cromo.

Tabela 12 – Produção e composição do leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP), no leite (NUL) e concentração fecal de cromo de vacas lactantes suplementadas com teores crescentes de proteína bruta no concentrado

Componentes	Tratamentos (% de PB)			EPM ⁴	P ¹	
	T17	T21	T25		L ²	D ³
Leite, kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹	17,88	18,37	18,43	0,23	0,09	0,46
PLC-3,5%, kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹	17,37	17,58	17,75	0,31	0,38	0,92
Gordura, %	3,37	3,27	3,30	0,01	0,38	0,38
Gordura, kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹	0,59	0,59	0,60	0,01	0,58	0,77
Proteína, %	3,07	3,12	3,08	0,03	0,72	0,29
Proteína, kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹	0,54	0,56	0,55	0,01	0,13	0,26
Lactose, %	4,39	4,40	4,41	0,06	0,44	0,95
Lactose, kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹	0,79	0,81	0,81	0,01	0,09	0,42
Sólidos totais, %	11,73	11,66	11,70	0,05	0,43	0,60
Sólidos totais, kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹	2,08	2,13	2,14	0,03	0,18	0,65
NUL, mg dL ⁻¹	11,17	13,93	15,63	0,38	0,01	0,28
NUP, mg dL ⁻¹	18,57	19,93	21,99	1,58	0,004	0,64
Concentração de Cromo, mg kg ⁻¹	1,90	1,87	1,85	0,05	0,26	0,60

¹ - probabilidade, ² - efeito linear, ³ - desvio da linearidade, ⁴ - erro padrão da média.

Os valores médios encontrados para a produção de leite, de 18,23 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ foram próximos dos relatados por Martinez (2004), que utilizou a mesma dose de concentrado e obteve relações próximas a 3,0 kg de leite por kg de MS de concentrado consumido.

Em alguns trabalhos de pesquisa (VALLE et al., 1987; DERESZ et al., 1994; ALVIM et al., 1996; VILELA et al., 1996) as respostas em produção de leite ao concentrado têm sido baixas, da ordem de 0,5 a 1,0 kg de leite por kg de concentrado fornecido. Respostas semelhantes foram observadas em trabalhos australianos de

curta duração revisados por Davison e Elliott (1993). Entretanto, os autores australianos observaram que as respostas eram bem maiores em condições de fazenda.

Santos et al. (2003), efetuaram uma revisão de literatura abordando como tema, a suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. Os autores relataram produções médias de leite de $9,33 \text{ kg dia}^{-1}$ para vacas não suplementadas, $13,8 \text{ kg dia}^{-1}$ para vacas suplementadas com $3,5 \text{ kg}$ de MS de concentrado. Quando apenas os experimentos com vacas com produções médias de 20 kg dia^{-1} ou mais foram compilados, a produção média foi de $22,78 \text{ kg dia}^{-1}$ com o consumo de $6,3 \text{ kg}$ de MS de concentrado. Assis et al. (2001) relatou valores entre 19 a 25 kg de leite vaca $^{-1} \text{ dia}^{-1}$ com a simulação do fornecimento de concentrado (4 a 6 kg de MS dia^{-1}) para vacas leiteiras em pastagens tropicais. De acordo com esses dados, existe um potencial considerável de aumento da produção de leite por vaca com o uso racional do concentrado.

No presente estudo, o suprimento de PM além do recomendado pelo NRC (2001) (T17) através do fornecimento de concentrados com teores crescentes de PB (T21 e T25) não afetou ($P > 0,05$) as produções de leite ($17,88$; $18,37$ e $18,43$ de leite vaca $^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e as de leite corrigidas para $3,5\%$ de gordura ($17,37$; $17,58$ e $17,75 \text{ kg}$ de leite vaca $^{-1} \text{ dia}^{-1}$).

O fornecimento de concentrados com teores de PB superiores a 17% da MS para vacas leiteiras em pastagens tropicais é uma prática comum no Brasil (SANTOS et al., 2005). Isto se justifica quando as pastagens são de inferior qualidade, com reduzidos teores de PB, ou para vacas no início da lactação, com produções diárias superiores a 25 kg de leite. Entretanto, pastagens tropicais manejadas intensivamente, com adubações nitrogenadas de 30 kg de N ha^{-1} por pastejo ou mais, apresentam teores de PB superiores a 12% . Santos et al. (2005) revisou diversos dados de pesquisa e dados de fazendas comerciais, onde foram observados teores de PB entre 14 a 22% na forragem colhida na forma de pastejo simulado.

Fontaneli (2005) trabalhou com vacas em lactação, mantidas em pastagens de Tifton 68 (*Cynodon dactylon*), capim Quicuiu (*Pennisetum clandestinum*) e capim Elefante, (*Pennisetum purpureum* Schum.). As pastagens foram fertilizadas com 500 kg

ha⁻¹ de N e pastejadas a cada 15 a 21 dias para o Tifton 68 e o Quicuiu e 20 a 26 dias para o capim Elefante. Os teores de PB da forragem (lâminas foliares) variaram de 20,6 a 22,1% na MS. As produções de leite foram de 21,5 kg de leite vaca⁻¹ dia⁻¹ no primeiro ano e de 26,3 kg de leite vaca⁻¹ dia⁻¹ no segundo ano. As vacas foram suplementadas apenas com milho moído e mistura mineral, na dose de 2 kg de concentrado para cada kg de leite acima de 12 kg. A suplementação adotada está de acordo com o NRC (2001).

Reeves et al. (1996) compararam dois diferentes concentrados para vacas leiteiras mantidas em pastagens de capim Quicuiu (*Pennisetum clandestinum*) com teores de PB entre 20 a 22% na MS. As vacas foram suplementadas com 5,4 kg de MS de concentrado por dia. Os autores compararam um concentrado contendo apenas grãos de cevada com 13% de PB na MS com um concentrado rico em PNDR contendo grãos de cevada e farelo de canola tratado quimicamente, substituindo entre 0 a 60% da MS do concentrado. As vacas produziram em média 22 kg de leite dia⁻¹ com ambos os concentrados. Os resultados deste estudo também concordam com o NRC (2001) que indica que vacas com produções de 22 kg de leite dia⁻¹, mantidas em pastagens com tais teores de PB, podem ser suplementadas com concentrados energéticos com teores de PB inferiores a 13% na MS.

Os teores de gordura (3,37; 3,27 e 3,30%), de proteína (3,07; 3,12 e 3,08%) e de lactose (4,39; 4,40 e 4,41%) não foram afetados pelo teor de PB dos concentrados ($P>0,05$). O teor de proteína do leite é a variável mais sensível à quantidade e balanço de aminoácidos essenciais que chegam ao duodeno. A quantidade e a qualidade da PM têm efeito marcante na síntese de proteína pela glândula mamária (SANTOS et al., 1998; NRC, 2001). No presente estudo, o aumento no suprimento de PM de boa qualidade (farelo de soja) no T2 e T3 não afetaram a síntese de proteína pela glândula mamária em comparação com o T1. Com base nestes resultados, fica mais evidente ainda que para vacas com produções ao redor de 18,5 kg de leite dia⁻¹, mantidas em pastagens com 12% de PB, o concentrado não precisa conter mais que 17,3% de PB na MS ou 15,5% de PB na MN.

Houve aumento linear ($P < 0,05$) das concentrações de NUL (11,7; 13,9 e 15,63 mg dL⁻¹) e de NUP (18,57; 19,93 e 21,99 mg dL⁻¹) com o aumento dos teores de PB nos concentrados.

Aumentos na concentração de NUL sem aumento em produção de leite ou de proteína do leite podem indicar excesso de proteína na ração, com perdas significativas destes nutrientes para o ambiente (NRC, 2001). Por outro lado, teores baixos de NUL sugerem deficiência protéica (MEYER, 2003).

Schwab (1994) ajustou os teores de proteína na ração das vacas leiteiras do rebanho da Universidade de *New Hampshire* em PM e em lisina e metionina. O balanceamento permitiu reduzir o teor de PB da ração e ao mesmo tempo aumentar a produção de leite, o teor e a produção de proteína do leite, e reduzir o teor de NUL. Os valores de NUL ficaram entre 9,6 a 12,4 mg dL⁻¹ para vacas com produções médias acima de 40 kg de leite dia⁻¹. Os valores de NUL de 11,17 mg dL⁻¹ no T1 do presente estudo, com vacas produzindo ao redor de 18 kg de leite dia⁻¹, não indicam que houve qualquer deficiência de proteína na ração das vacas.

Os valores de NUP (18,57; 19,93 e 21,99 mg dL⁻¹) foram altos para todos os tratamentos. Vale lembrar que estes valores não são valores médios das 24 horas, mas valores obtidos quatro horas após o fornecimento do concentrado. Concentrações de NUP entre 19 e 20 mg dL⁻¹ têm sido correlacionados com a diminuição na taxa de concepção (FERGUSSON et al., 1988) e no desempenho reprodutivo (BUTLER et al., 1995) de vacas confinadas de alta produção. Trabalhos que determinaram valores críticos de NUP para vacas em pastagens com produções similares as deste estudo, não foram encontrados na literatura.

Não houve efeito dos tratamentos sobre a concentração fecal de cromo ($P > 0,05$), o que sugere que o consumo de forragem foi similar entre os tratamentos. A ausência de diferença na produção e composição do leite e no ganho de peso e de condição corporal reforça esta possibilidade.

Os dados do presente estudo associados com os publicados por Reeves et al. (1996) e os apresentados por Fontaneli (2005), sugerem que o NRC (2001) pode ser uma ferramenta eficaz para ajustar os teores proteína no concentrado de vacas leiteiras

mantidas em pastagens tropicais, com produções médias entre 18 a 26 kg de leite vaca⁻¹ dia⁻¹.

2.4.4 Variação do peso vivo e escore de condição corporal

Na Tabela 13 são apresentados os dados de peso vivo inicial (PVi) e de escore de condição corporal inicial (ECCi) e as variações nessas variáveis (VPV e VECC) por período de 20 dias.

Tabela 13 – Variação do peso vivo (VPV) e variação do escore de condição corporal (VECC) por período de 20 dias, peso vivo inicial (PVi) e escore de condição corporal inicial (ECCi) de vacas suplementadas com teores crescentes de proteína bruta no concentrado

Componentes	Tratamentos (% de PB)			EPM ⁴	L ²	P ¹
	T17	T21	T25			D ³
PVi, kg	511	502	521	-	-	-
VPV, kg	13,50	8,60	14,67	5,87	0,88	0,47
ECCi, pontos	2,56	2,69	2,38	-	-	-
ECC, pontos	0,04	0,14	0,08	0,06	0,65	0,38

¹ - probabilidade, ² - efeito linear, ³ - desvio da linearidade, ⁴ - erro padrão da média.

Não houve efeito dos tratamentos sobre a VPV e sobre a VECC ($P > 0,05$). O ganho de peso médio de 12,26 kg vaca⁻¹, por período de 20 dias mostra que as vacas apresentaram bom ganho de peso durante o período experimental, o que se refletiu em ganho no escore de condição corporal (0,09 pontos em 20 dias) que também não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Na média as vacas iniciaram o período experimental com ECC de 2,54 aos 150 dias pós-parto. Ao final do período experimental de 60 dias, estavam com 210 dias pós-parto, com 547,8 kg de PV e com ECC de 2,8. A manutenção desse ritmo de ganho no escore de condição corporal permitiria que as vacas chegassem ao final da lactação (305 dias pós-parto) com ECC próximo de 3,5; valor este recomendado por Fergusson (1996).

De acordo com o NRC (2001) o concentrado T17 seria suficiente para complementar a forragem em questão, com 12% de PB. Este concentrado seria capaz

de garantir suprimento adequado de PM para as vacas produzirem os 18,3 kg de leite diários e recuperarem condição corporal adequadamente. Isto foi observado no presente estudo.

2.4.5 Comportamento ingestivo

Os valores encontrados para o tempo em pastejo, tempo em ruminação e ócio, estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Tempo em pastejo, ruminação e ócio de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante submetidas a teores crescentes de proteína bruta no concentrado

Componentes	Tratamentos (% de PB)			EPM⁴	P¹	
	T17	T21	T25		L²	D³
Pastejo (horas dia ⁻¹)	7,24	7,17	7,27	0,32	0,95	0,84
Ruminação (horas dia ⁻¹)	8,33	7,80	8,06	0,27	0,47	0,26
Ócio (horas dia ⁻¹)	3,25	3,85	3,49	0,27	0,53	0,18

¹ – probabilidade, ² – efeito linear, ³ - desvio da linearidade, ⁴ - erro padrão da média.

Pode-se observar que os tempos em pastejo, ócio e ruminação não foram afetados ($P > 0,05$) pelos diferentes teores de PB no concentrado. A soma das três atividades corresponde a aproximadamente 19 horas; no restante do tempo para completar 24 horas, estão incluídos os tempos gastos em ordenha, consumo de concentrado, deslocamento até os piquetes e ingestão de água.

A distribuição das atividades (tempo em pastejo, ócio e ruminação), durante 24 horas, está apresentada na Figura 2. Pode-se verificar que para o tempo em pastejo, houve três picos para essa atividade, sendo o primeiro das 9h30 às 11h00 – 12h00, o segundo das 18h30 às 21h00 e o terceiro entre as 2h00 e as 4h00 da madrugada.

Figura 2 – Distribuição das atividades em pastejo, ruminação e ócio, durante 24 horas, de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante durante o verão

Com base na Figura 2 fica evidente a preferência das vacas em realizar o pastejo nas horas mais frescas do dia. O pastejo após a ordenha matinal foi prejudicado no presente estudo, uma vez que os animais foram ordenhados tarde, às 7h00. O ideal seria que as vacas pudessem voltar para a área de pastagem no máximo até as 7h30 para realizarem o pastejo matinal em horário mais fresco, no máximo até as 10h00. Isto reduziria o estresse térmico dos animais e poderia favorecer o consumo de forragem e a produção de leite.

2.4.6 Frequência respiratória e temperatura retal

Os valores médios observados para a temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), obtidos às 8h00 e às 15h00, estão apresentados na Tabela 15.

Os teores de PB dos concentrados não afetaram a frequência respiratória e a temperatura retal dos animais ($P>0,05$). A temperatura retal média foi de 37,56 °C com 48,53 movimentos respiratórios por minuto às 8h00, enquanto que às 15h00 foram encontrados valores de 39,31 °C e 72,4 movimentos respiratórios por minuto.

Tabela 15 - Temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante submetidas a três teores de proteína bruta no concentrado, durante o verão

Componentes	Tratamentos (% de PB)			EPM ⁴	P ¹	
	T17	T21	T25		L ²	D ³
TR (°C) ⁵	37,54	37,50	37,63	0,08	0,47	0,44
TR (°C) ⁶	39,29	39,47	39,16	0,12	0,46	0,12
FR (resp. min ⁻¹) ⁵	49,0	50,4	46,2	2,3	0,38	0,34
FR (resp. min ⁻¹) ⁶	71,8	72,1	73,3	2,0	0,60	0,86

¹ – probabilidade, ² – efeito linear, ³ – desvio da linearidade, ⁴ – erro padrão da média, ⁵ – medidas tomadas às 8h00, ⁶ – medidas tomadas às 15h00.

De acordo com Araújo (2001), um dos índices de conforto térmico mais comum é o índice de temperatura e umidade (ITU), o qual, é muito utilizado para avaliações das condições ambientais para rebanhos leiteiros. Nesse índice, valores superiores a 72 pontos indicam estresse térmico e perdas na produção de leite.

No presente trabalho, entre as 11h00 e as 16h00, os valores de ITU variaram de 78 a 81 pontos (27,1 a 31,6°C e 61 a 81% de umidade relativa), nos dias das avaliações do comportamento ingestivo animal. Esses valores indicam perdas consideráveis na produção de leite.

Perissinoto (2003), indica valores de TR entre (38,0 a 39,0°C) e FR de até 60 movimentos respiratórios por minuto como condições normais para vacas leiteiras, o que confirma que os animais foram expostos a condições de estresse térmico, principalmente as 15h00.

Os horários de ordenha não foram os mais indicados com relação ao conforto térmico dos animais. A ordenha matinal tarde forçou os animais a efetuarem o pastejo entre 10h00 e 12h00. Neste horário os animais deveriam estar na área de sombra. Por outro lado, a ordenha da tarde as 16h00, obrigou a retirar os animais da área de sombra sob calor intenso as 15h00, para fornecimento dos concentrados. Apesar da sala de espera, da sala de ordenha e do estábulo para fornecimento de concentrado serem cobertos, entre as 15h00 e 17h00, tempo que os animais permaneceram nesses locais, as condições ambientais foram desfavoráveis ao conforto térmico dos animais.

Resultados semelhantes foram reportados por Lima (2002) e Salimos (1980), que trabalharam com vacas em lactação em pastagens tropicais, demonstrando que o estresse térmico constitui-se em um problema sério para a pecuária leiteira nacional.

O fornecimento de sombra de boa qualidade aos animais das 10h00 as 17h00, com ordenha matinal concluída até as 7h00 e ordenha da tarde iniciada as 17h00, são indicados para minimizar o estresse térmico dos animais em sistemas em pastagens tropicais.

2.5 Conclusão

O concentrado T17 formulado de acordo com o NRC (2001) para suprir as exigências de PM foi adequado para vacas mantidas em pastagens tropicais com 12% de PB e com produções de leite ao redor de 18,3 kg dia⁻¹. O aumento do teor protéico do concentrado acima dessa recomendação não melhorou o desempenho dos animais.

Referências

ALVIM, M.J.; VILELA, D.; LOPES, R.S. Efeito de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite em vacas da raça Holandesa em pastagem de *Coast-cross*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 967-975, 1997.

ALVIM, M.J.; VILELA, D.; CÓSER, A.C.; LOPES, R.S. Efeitos de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite de vacas da raça holandesa em pastagem de "Coast-Cross". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais ... FORTALEZA: SBZ**, 1996. p. 172-173.

ARAÚJO, A.P. **Estudo comparativo de diferentes sistemas de instalações para produção de leite tipo B, com ênfase nos índices de conforto térmico e na caracterização econômica**. 2001. 69 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2001.

AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DERESZ, F. A Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing Elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 78, p. 313-324, 1999.

ASSIS, A.G. Produção de leite a pasto no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais ...** Viçosa, MG, 1997. p. 381-409.

ASSIS, A.G.; CAMPOS, O.F.; DIJKSTRA, J.; FRANCE, J. A simulation model to evaluate supplementation of tropical forage diets for dairy cows. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings ...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 702-703.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12thed. Washington, 1975. 1117 p.

BALSALOBRE, M.A.A. **Desempenho de vacas em lactação sob pastejo rotacionado de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. 1996. 139 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

BARGO, F.; REARTE, D.H. Supplementation with sunflower meal or feather meal to dairy cows grazing winter oats. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.80, p.240-250, 1997.

BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S.; †DELAHOY, J.E. Review: production and digestion de vacas suplementadas em pastagens. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 86, p.1– 42, 2003.

BLAXTER, K.L. **The energy metabolism of ruminants**. London: Hutchinson, 1962. 329 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 634 p.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 80, n.11, p. 2964-2971, 1997.

BUTLER, W.R.; CHERNEY, D.J.R.; ELROD, C.C. Milk urea nitrogen: Field trial results on conception and dietary inputs. In: THE CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 1995, Ithaca. **Proceedings ...** Ithaca: Cornell University Press, 1995. p. 89-94.

CAMARGO, A.C. Produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 221-242.

CARDOSO, R.M. **Efeito da adubação da pastagem de capim gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv), sobre o consumo de nutrientes e a produção de leite.** 1977. 61 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1977.

CARRUTHERS, V.R.; NEIL, P.G. Milk production and ruminal metabolites from cows offered two pasture diets supplemented with non-structural carbohydrate. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.40, p. 513–521, 1997.

CORSI, M. Potencial das pastagens para a produção de leite. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; De FARIA, V.P. (Ed.). **Bovinocultura leiteira: fundamentos da exploração racional.** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 147-154.

CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ., 1997. p.161-192.

COWAN, R.T.; LOWE, K.F. Tropical and subtropical grass management effects on cool-season grass forage quality. In: CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. **Grass for dairy cattle.** Oxon: CAB International, 1998.

DALLEY, D.E.; ROCHE, J.R.; MOATE, P.J.; GRAINGER, C. More frequent allocation of herbage does not improve the milk production of dairy cows in early lactation. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 41, p. 593–599, 2001.

Da SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Fatores predisponentes e condicionantes da produção animal a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 319-352.

DAVISON, T.M.; ELLIOTT, R. Response of lactating cows to grain-based concentrates in northern Australia. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 27, p.229–237, 1993.

DAVISON, T.M.; JARRET, W.D.; CLARK, R. Effect of level of meat-and-bone meal and pasture type on milk yield and composition of cows grazing tropical pastures. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 30, p. 451-455, 1990.

DELABY, L.; PEYRAUD, J.L.; DELAGARDE, R. Effect of the level of concentrate supplementation, herbage allowance and milk yield at turn-out on the performance of dairy cows in mid lactation at grazing. **Animal Science**, East Lothian, v. 73, p. 171–181, 2001.

DELGADO, I.; RANDEL, P.F. Supplementation of cows grazing tropical grass swards with concentrate varying in protein level and degradability. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 72, p. 995-1001, 1989.

DERESZ, F.; CÓSER, A.C.; VERNEQUE, R.S. Effects of concentrate supplementation on milk yield of crossbreed Holstein x zebu cows grazing Elephantgrass. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings ...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 692-693.

DERESZ, F. Sistema de produção de leite a pasto – caminhos e desafios. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

DERESZ, F.; MOZZER, O.L. Produção de leite em pastagem de capim- elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM- ELEFANTE, 1990, Juiz de Fora. **Anais ...** Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 1990. p. 155-172.

DERESZ, F.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; BOTREL, M.; AROEIRA, L.J.M.; MALDONADO-VASQUEZ, H.; MATTOS, L.L. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) para produção de leite. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais ...** Campinas: CBNA, 1994. p.183-199.

FERGUSON, J.D. Diet: production and reproduction in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 59, p. 173-184, 1996.

FERGUSON, J.D.; BLANCHARD, T.; GALLIGAN, D.T.; HOSHAL, D.C.; CHALUPA, W. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. **Journal of the American Veterinary Association**, Chicago, v. 192, p. 659-662, 1988.

FONTANELI, R.S. **Produção de leite de vacas da raça Holandês em pastagens tropicais perenes no planalto médio do Rio Grande do Sul**. 2005. 174 p. Tese (Doutorado - Plantas Forrageiras) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis**. Washington, D.C:USDA, 1970. Agricultural Research Service, (USDA, Handbook, 379), 1v.

GUIDI, M.T. **Efeito de teores e fontes de proteína sobre o desempenho de vacas de leite e digestibilidade dos nutrientes**. 1999. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

HARESIGN, W.; COLE, D.J.A. **Recent developments in ruminant nutrition**. London: Butterworths, 1988. 407 p.

HILLESHEIM, A. **Fatores que afetam o consumo e perdas de capim elefante sob pastejo**. 1987. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1987.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Longman: Handbooks in Agriculture, 1990. 203 p.

HOFFMAN, K.; MULLER, L.D. Quality evaluation land concentrate supplementation of rotational pasture grazed by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 76, p. 2651-2663, 1993.

HOLDEN, L.A.; MULLER, L.D.; VARGA, G.A.; HILLARD, P.J. Ruminal digestion and duodenal nutrient flows in dairy cows consuming grass as pasture, hay, or silage. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 77, p. 3034–3042, 1994.

HONGERHOLT, D.D.; MULLER, L.D. Supplementation of rumen undegradable protein to the diets of early lactation Holstein cows grazing grass pasture. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 81, p. 2204–2214, 1998.

IMAIZUMI, H. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. 2005. 182 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário**. Disponível em: <http://www.ibge.org.br>. Acesso em: 28 jan 2005.

JANK, M.S.; FARINA, E.M.Q.; GALAN, V.B. **O agribusiness do leite no Brasil**. São Paulo: Ed. Milkbuzz, 1999. 108 p.

KOLVER, E.S.; MULLER, L.D. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 81, p.1403–1411, 1998.

KOLVER, E.S.; MULLER, L.D.; VARGA, G.A.; CASSIDY, T.J. Synchronization of ruminal degradation of supplemental carbohydrate with pasture nitrogen in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 81, p. 2017–2028, 1998.

LIMA, L.G. **Local, taxa e extensão da digestão de nutrientes em rações para vacas leiteiras com base em capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum. cv. Cameroon) suplementadas com fontes e níveis de energia e proteína**. 2000. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

LIMA, M.L.P. **Produção de leite de vacas mestiças em pastagem de capim Elefante cv. Guaçú (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Guaçú) e capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia).** 2002. 102 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2002.

MAIXNER, A.R.; QUADROS, F.L.F.; MONTARDO, D.P.; KOZLOSKI, G.V.; NORONHA, A.; AURÉLIO, N.D.; BANDINELLI, D.G.; BRUM, M.S.; JESUS, D.G. Produção animal em pastagens de capim Elefante Anão (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) e tifton 85 (*Cynodon sp.* cv. Tifton 85). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS:SBZ, 2004. CD-ROM.

MARTINEZ, J.C. **Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada no concentrado de vacas leiteiras mantidas em pastagens de capim Elefante durante o outono-inverno.** 2004. 110 p. (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MEYER, P.M. **Fatores não-nutricionais que afetam a concentração de nitrogênio uréico no leite.** 2003. 131 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MUINGA, R.W.; TOPPS, J.H.; ROOKE, J.A.; THORPE, W. The effect of supplementation with *Leucaena leucocephala* and maize bran on voluntary food intake, digestibility live-weight and milk yield of *Bos indicus* – *Bos taurus* dairy cows and rumen fermentation in steers offered *Pennisetum purpureum ad libitum* in the semi-humid tropics. **Animal Science**, East Lothian, v. 60, p.13-23, 1995.

MULLER, L.D.; FALLES, S.L. Supplementation of cool-season grass pastures for dairy cattle. In: CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D.J.R. **Grass for dairy cattle.** Oxon: CAB International, 1998. 403 p.

NASCIMENTO FILHO, V.F. **Técnicas analíticas nucleares de fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF) e por reflexão total (TXRF).** Piracicaba: ESALQ, Depto. de Física e Meteorologia; CENA, 1999. 32 p. Disponível em: http://web.cena.usp.br/apostilas/Virgilio/cen-5723/EDXRF_TXRF.doc. Acesso em: 21 out. 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of dairy cattle.** 6thed. Washington: National Academic Press, 1989. 158 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Ruminant nitrogen usage.** Washington: National Academic Press, 1985. 138 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of dairy cattle.** 7thed. Washington: National Academic Press, 2001. 408 p.

O'MARA, F.P.; STAKELUM, G.K.; DILLON, P.; MURPHY, J.J.; RATH, M. Rumen fermentation and nutrient flows of cows fed grass and grass supplemented with molasses beet pulp pellets. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 80, p. 2466–2474, 1997.

PENATI, M.A.; CORSI, M.; DIAS, C.T.S.; MAYA, F.L.A. Efeito do número de amostras e da relação dimensão-formato da moldura sobre o coeficiente de variação na determinação da massa de forragem em pastagens de capim Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ; SBZ, 2001. p. 46.

PERISSINOTO, M. **Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistema de climatização em galpões tipo *free-stall* para confinamento de gado leiteiro.** 2003. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PEYRAUD, J.L.; CAMERON, 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**, Paris, v. 45, p.201–217, 1996.

PIÑEIRO, F. **Utilización de soja tostada con calor en la suplementación de vacas lecheras en pastoreo durante lactancia temprana.** 2000. 90 p. Tesis (Magister Scientiae) - Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, 2000.

REARTE, D.H.; PIERONI, G.A. Supplementation of temperate pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings ...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 679-689.

REEVES, M.; FULKERSON, W.J.; KELLAWAY, R.C. Production responses of dairy cows grazing well-managed kikuyu pastures to energy and protein supplementation. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.36, p.763-770. 1996.

ROSSETO, F.A.A. **Desempenho agrônômico de plantas forrageiras em dois sistemas de produção de leite baseados nos de pastagem de capim Elefante cv. Guaçu (*Pennisetum purpureum*) e capim Tanzânia (*Panicum maximum*)**. 2000. 221 p. Dissertação de Mestrado (Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2000.

SALIMOS, E.P. **Alguns fatores que afetam a função sudorípara em vacas das raças Jersey e Holandesa**. 1980. 44 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1980.

SANTOS, F.A.P.; JUCHEM, S.O. Sistemas de produção de leite a base de forrageiras tropicais. In: FONTANELI, R.S.; DÜRR, J.W. (Ed). **Sistemas de produção de leite**. Passo Fundo: s.ed., 2001. p. 22-36.

SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B.; HUBER, J.T. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.81, p.3182–3213, 1998.

SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C., VOLTOLINI, T.V., NUSSIO, C.M.B. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO GIOANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., 2003, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: CBNA, 2003. p.289-346.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.P.; MARTINEZ, J.C.; PENATI, M.A.A. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 219-294.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**, version 8. Cary. Statistical Analyses System Institute, 1999. 965 p.

SCHWAB, C.G. Optimizing aminoacid nutrition for optimum yields of milk and milk protein. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 1994, Tucson. **Proceedings...** Tucson:University of Arizona, 1994, p. 114-129.

SCHWAB, C.G.; SATTER, L.D.; CLAY, A.B. Response of lactating dairy cows to abomasal infusion of amino acids. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.59, p.1254-1270, 1976.

SLOAN, B.K.; GARTHWAITE, B.D.; SCHWAB, C.G. Practical formulation of dairy cow diets for digestible amino acids to improve nitrogen efficiency and the bottom line. **Proceedings of Cornell Nutrition Conference**, Ithaca, NY, v.1, n.1, p.51-64, 1998.

STOBBS, T.H. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 9, p.141-159, 1975.

STOCKDALE, C. R. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.40, p.913-921, 2000.

TYRRELL, H.F.; REID, J.T. Prediction of energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 48, p. 1215-1223, 1965.

VALLE, L.C.S.; MOZZER, O.L.; VILLAÇA, H.A. Níveis de concentrado para vacas em lactação em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) no período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., 1987, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1987. p. 56.

VAN DER GRINTEN, P. BAAYEN, M.T.; VILLALOBOS, L.; DWINGER, R.H.; MANNETJE, L.T. Utilization of kikuyu grass pastures and dairy production in a high altitude region of Costa Rica. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.26, p.255-262, 1992.

VAN SOEST, P.J. **Integrated feeding systems**. In: NUTRITIONAL ECOLOGY OF THE RUMINANT, 2, Ithaca, Cornell University Press, p. 140-155, 1994.

VAN VUUREN, A.M.; VAN DER KOELEN, J.; VROONS-DE BRUIN, J. Influence of the level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. **Netherlands Journal of Agricultural Science**. Amsterdam, v.34, p. 457–467, 1986.

VILELA, D.; ALVIM, N.J.; CAMPOS, O.F.; RESENDE, J.C. Produção de leite de vacas Holandesas em confinamento ou em pastagem de Coast-cross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.25, p.1228-1244, 1996.

WALES, W.J.; WILLIAMS, Y.J.; DOYLE, P.T. Effect of grain supplementation and the provision of chemical or physical fibre on marginal milk production responses of cows grazing perennial ryegrass pastures. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.41, p.465–471, 2001.

WENDLING, I.J. **Produção de leite em pastagem de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) sob duas ofertas diárias de forragem**. 1997. 47 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, H.S. A theoretically-base model for predicting total digestible nutrients value of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 95-119, 1992.

WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.; TROUTT JUNIOR, H.F.; LESCH, T.N. A dairy condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 65, p.495-501, 1982.

3 INTERVALO FIXO *VERSUS* INTERVALO VARIÁVEL ENTRE DESFOLHAS EM PASTAGENS DE CAPIM ELEFANTE PARA VACAS EM LACTAÇÃO

Resumo

No presente trabalho foram avaliados dois intervalos diferentes entre desfolhas de pastagens capim Elefante para vacas leiteiras. O ensaio foi conduzido no sistema de produção de leite do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ. Os tratamentos avaliados foram: (T1) frequência de desfolha variável, determinado pela entrada dos animais na área a ser pastejada, quando o dossel atingisse 95% de interceptação de luz (IL) e (T2) frequência de desfolha fixada em 27 dias. Foram utilizadas oito vacas com média de 124 dias em lactação e 17,5 kg de leite no início do experimento. O delineamento experimental adotado para a análise dos dados de desempenho animal foi o *cross-over*, enquanto que o delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo foi utilizado para a análise dos dados da pastagem. A frequência de desfolha (19,4 e 27 dias), a altura do dossel no pré (1,03 e 1,21m) e pós-pastejo (0,62 e 0,71m), a IL pelo dossel (95,47 e 97,91%) e o índice de área foliar (3,80 e 4,73), foram maiores ($P<0,05$) para o T2 que para o T1. A angulosidade do dossel (47,75 e 44,58°) foi maior ($P<0,05$) para o T1 que para o T2. Não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre a massa de forragem em pré (6.270 e 6.310 kg de MS ha⁻¹) e pós-pastejo (3.580 e 3.850 kg de MS ha⁻¹), e na massa de folhas no pré-pastejo (3.440 e 3.250 kg de MS ha⁻¹). Houve tendência ($P=0,07$) de menor massa de colmos no pré-pastejo no T1 que no T2 (2.720 e 3.094 kg de MS ha⁻¹), tendência ($P=0,10$) de maior massa de folhas remanescentes (820 e 732 kg de MS ha⁻¹) no resíduo pós-pastejo do T1 que no T2 e tendência de maior massa de colmos ($P=0,10$) no resíduo pós-pastejo do T2 que no T1 (2.440 e 2.720 kg de MS ha⁻¹). A quantidade de material senescido foi menor ($P<0,05$) no T1 em comparação com o T2, tanto no pré (330 e 425 kg de MS ha⁻¹) quanto no pós-pastejo (300 e 360 kg de MS ha⁻¹). Houve tendência ($P=0,10$) da densidade volumétrica (63,39 e 53,30 kg de MS ha⁻¹ cm⁻¹) ser maior no T1 que no T2. Os teores de fibra em detergente neutro (65,08 e 66,99%) e fibra em detergente ácido (35,88 e 37,05%) foram menores ($P<0,05$) para o T1 em comparação com o T2. Houve tendência de maior produção de leite (16,72 e 14,09 kg vaca⁻¹ dia⁻¹) ($P=0,12$), maior produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (17,65 e 14,55 kg vaca⁻¹ dia⁻¹) ($P=0,10$), maior produção de gordura (0,64 e 0,54 kg dia⁻¹) ($P=0,08$), maior produção de lactose (0,72 e 0,58 kg dia⁻¹) ($P=0,11$) e de maior produção de sólidos totais (2,04 e 1,70 kg dia⁻¹) ($P=0,12$) para o T1 que para o T2. Foram observadas maiores taxas de lotação (7,18 e 5,05 vacas ha⁻¹) e produção de leite por área (114 e 75 kg ha⁻¹ dia⁻¹) para o T1 em comparação com o T2 ($P<0,05$). Houve tendência ($P=0,06$) de ganho maior de escore de condição corporal das vacas no T1 que no T2 (0,16 e 0,05 pontos). Em conclusão, a adoção do intervalo variável entre desfolhas, resultou em intervalos menores entre desfolhas que no intervalo fixo, com efeitos positivos sobre a produção de forragem, estrutura do dossel, taxa de lotação e produção de leite individual e por área.

Palavras-chave: Produção de leite; Manejo do pastejo; Forragem; Vacas leiteiras

FIXED *VERSUS* VARIABLE INTERVAL BETWEEN DEFOLIATIONS ON ELEPHANT GRASS PASTURE FOR LACTATING DAIRY COWS

Abstract

In the present study two intervals between defoliations for Elephant grass pasture were evaluated. The trial was conducted at Milk production system of Animal Sciences Department, USP/ESALQ. Treatments were: (T1) variable defoliation interval, with animals moved to the paddocks when 95% of light interception was observed, and (T2) fixed defoliation interval of 27 days. Eight lactating dairy cows averaging 124 days in milk and 17.5 kg of milk daily at the beginning of the trial were used. Production data were analyzed as a cross-over design, whereas pasture data were analyzed as a complete random design with time repeated measurements. Interval between defoliation (19.4 and 27 days), pre (1.03 and 1.21m) and post grazing sward heights (0.62 and 0.71m), sward light interception (95.47 and 97.91%) and leaf area index (3.80 and 4.73), were higher ($P<0.05$) for T2 than for T1. Sward angulosity (47.75 and 44.58°) was higher ($P<0.05$) for T1 than for T2. There was no effect ($P>0.05$) of treatments on forage mass pre (6270 and 6310 kg DM ha⁻¹) or post-grazing (3580 and 3850 kg DM ha⁻¹), nor on pre-grazing leaf mass (3440 and 3250 kg DM ha⁻¹) between T1 and T2 respectively. There was tendency ($P=0.07$) for lower pre-grazing stem mass for T1 than for T2 (2720 and 3094 kg DM ha⁻¹), tendency ($P=0.10$) for higher leaf mass (820 and 732 kg DM ha⁻¹) on post-grazing stubble for T1 than for T2 and tendency for higher stem mass ($P=0.10$) in post-grazing stubble for T2 than for T1 (2440 and 2720 kg DM ha⁻¹). Dead material mass was lower ($P<0.05$) for T1 relative to T2, pre (425 and 330 kg DM ha⁻¹) and post-grazing (300 and 360 kg DM ha⁻¹). There was tendency ($P=0.10$) for higher sward volumetric density (63.39 and 53.30 kg DM ha⁻¹ cm⁻¹) for T1 than for T2. Neutral detergent fiber (65.08 and 66.99%) and acid detergent fiber contents (35.88 e 37.05%) were lower ($P<0.05$) for T1 than for T2. There was tendency for higher milk yield (16.72 and 14.09 kg cow⁻¹ day⁻¹) ($P=0.12$), higher 3,5% fat corrected milk yield (17.65 and 14.55 kg cow⁻¹ day⁻¹) ($P=0.10$), higher milk fat yield (0.64 and 0.54 kg day⁻¹) ($P=0.08$), higher milk lactose yield (0.72 and 0.58 kg day⁻¹) ($P=0.11$) and higher total milk solids yield (2.04 and 1.70 kg day⁻¹) ($P=0.12$) for T1 than for T2. Stocking rate ($7,18$ and $5,05$ cows ha⁻¹) and milk production per hectare (114 and 75 kg ha⁻¹ day⁻¹) were higher ($P<0.05$) for T1 than for T2. There was tendency ($P=0.06$) for greater body condition score gain for cows on T1 than on T2 (0.16 and 0.05 points). T1 resulted in variable and shorter defoliation intervals compared to T2, with positive effects on forage production, sward structure, stocking rate, milk production per cow and per hectare.

Keywords: Dairy cows; Forage; Grazing management; Milk production

3.1 Introdução

A interação entre a MF e o valor nutritivo das plantas forrageiras é uma das principais ferramentas para a definição do ciclo de pastejo das pastagens. Dessa forma, a melhor relação entre esses dois parâmetros define o momento adequado para o pastejo. De modo geral, na maioria dos sistemas em lotação rotacionada no Brasil têm sido adotados IED fixos ao longo de todo o período de utilização das pastagens.

Entretanto, o ciclo de vida da planta forrageira é determinado pelas condições genéticas e ambientais, tais como as condições edafoclimáticas, fertilidade do solo e outras características ambientais, que podem potencializar ou retardar o crescimento da forragem. Desta forma, o estabelecimento do ciclo de pastejo em dias fixos pode promover a desfolha precoce ou tardia do dossel forrageiro (BUENO, 2003; CARNEVALLI, 2003). Isto pode representar prejuízos à produção, à qualidade e à eficiência de colheita da forragem.

Esses prejuízos são decorrentes de menor produção de MS acarretado por colheitas precoces da forragem, prejudicando o crescimento da planta forrageira ou pelo dossel forrageiro apresentar exacerbado processo de senescência, em consequência de desfolhas tardias em relação ao que indica a fisiologia da planta forrageira tropical (Da SILVA, 2005).

Em países de clima temperado como a Inglaterra e a Nova Zelândia, a adoção de estratégias de manejo do pastejo, baseadas na ecofisiologia da planta forrageira ocorreu há mais de 50 anos. Os resultados recentes das pesquisas relacionadas com a ecofisiologia das plantas forrageiras tropicais, submetidas ao pastejo, têm apresentado alto grau de similaridade com os resultados obtidos nos países de clima temperado anteriormente citados, o que projeta enorme perspectiva de manejo e utilização das plantas forrageiras tropicais para a alimentação de bovinos em ambientes tropicais (LUPINACCI, 2002).

Segundo Bueno (2003) e Carnevalli (2003) a adoção de IED variáveis, baseados na ecofisiologia da planta forrageira, é a estratégia mais eficiente para definir a frequência de desfolha das gramíneas forrageiras tropicais. Essa proposta baseia-se nas fortes influências que as plantas forrageiras sofrem dos fatores ambientais, que

promovem alterações tanto na produção de MS quanto nos aspectos qualitativos da forragem (valor nutritivo, digestibilidade da MS, etc...). Esses fatores irão determinar a curva de crescimento da planta e, conseqüentemente, o momento do pastejo (Da SILVA, 2005).

Apesar de serem informações de grande valia para os sistemas de produção de leite em pastagens tropicais, a literatura nacional e internacional é escassa no assunto e, deste modo, estudos com o intuito de estabelecer um adequado IED para as gramíneas forrageiras tropicais, em especial para o capim Elefante são de extrema importância e podem trazer enormes contribuições para os sistemas de produção de leite no Brasil.

3.2 Desenvolvimento

3.2.1 Revisão bibliográfica

3.2.1.1 O manejo do pastejo do capim Elefante

A utilização do capim Elefante nos sistemas tropicais de produção de leite não é recente. Na USP/ESALQ, os estudos com essa planta forrageira para a alimentação de ruminantes foram iniciados a partir da década de 50 (PEIXOTO, 1994).

Posteriormente, o trabalho conduzido por Corsi (1972) teve o mérito de chamar a atenção pela primeira vez, para uma das principais causas do insucesso na manutenção das pastagens de capim Elefante, a eliminação freqüente de meristemas apicais da planta, devido a desfolhas freqüentes e muito intensas. As gramíneas de hábito de crescimento cespitoso, embora extremamente produtivas e resistentes ao pastejo, não suportam o manejo com pastejos freqüentes e intensos ao mesmo tempo.

A lotação rotacionada é fundamental para garantir a perenidade das pastagens compostas principalmente por plantas de hábito de crescimento cespitoso. Sistemas rotacionados facilitam a obtenção de pastejos uniformes, maior eficiência de utilização da forragem produzida e, elevadas taxas de lotação (CARO-COSTAS; VICENTE-CHANDLER, 1974; CORSI, 1986; GOMIDE, 1993).

No início da década de 70, baseado no potencial de produção de forragem e nos aspectos relacionados com a eliminação do meristema apical, foi proposto o manejo do capim Elefante em lotação rotacionada com período fixo de descanso de 45 dias (CORSI, 1972), amplamente difundido no Brasil, principalmente nos sistemas que exploram a produção de leite.

Em centros de pesquisa, diversos sistemas de produção de leite que utilizam o capim Elefante como recurso forrageiro, como os adotados pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em Coronel Pacheco - MG e em São Carlos - SP, e pela USP/ESALQ, têm apresentado índices elevados de produção animal por unidade de área (CAMARGO, 1996; DERESZ, 2001; SANTOS et al., 2003). No entanto, os valores de produções individuais de leite e eficiência da colheita de forragem, ainda podem ser melhorados, desde que os inúmeros desafios do manejo do pastejo e do manejo com os animais sejam aprimorados (SANTOS; JUCHEM, 2001). Diversas propostas de manejo do capim Elefante têm sido avaliadas, muitas delas voltadas para a definição do ciclo de pastejo (CORSI, 1972; CORSI; MARTHA JÚNIOR, 1997; FONSECA et al., 1998; DERESZ et al., 2001).

Com relação ao IED do capim Elefante, um dos componentes mais importantes do manejo do pastejo, as propostas mais recentes têm indicado a utilização de períodos mais curtos, com 30 dias ou menos, durante a estação das águas (WENDLING et al., 2004). De modo semelhante, ao que foi verificado com as pastagens de capim braquiária (*Brachiaria brizantha*), capins Mombaça e Tanzânia (*Panicum maximum*), que podem ser utilizadas com desfolhas mais freqüentes (MELLO, 2002; BUENO, 2003; CARNEVALLI, 2003; Da SILVA, 2005).

Deste modo, alguns componentes como a altura do dossel, a interceptação de luz (IL), o índice de área foliar (IAF), as reservas orgânicas e os aspectos estruturais e morfológicos das plantas forrageiras, deixam de ser considerados como coadjuvantes para serem considerados como fatores fundamentais no manejo do pastejo do capim Elefante.

3.2.1.2 Novos enfoques para o manejo do pastejo de gramíneas forrageiras tropicais

Os sistemas tropicais de produção animal, baseados em pastagens, não devem estar atentos apenas à produção de forragem, mas também à eficiência de colheita da planta forrageira e à conversão dos recursos forrageiros em produto animal. Assim podem ser caracterizadas três fases nos sistemas de produção em pastagens: o crescimento (acúmulo de forragem em quantidade e qualidade), a utilização (colheita eficiente da forragem produzida pelos animais em pastejo) e a conversão (transformação dos nutrientes ingeridos em produto animal) (SBRISSIA; Da SILVA, 2001).

O processo de utilização é determinante da produtividade em sistemas de produção animal em pastagens e pode ser ajustado por meio das frequências e intensidades de desfolhas durante o pastejo. Esses dois fatores, por sua vez, influenciam a forma com que a forragem é oferecida ao animal, sua maturidade, taxa de lotação e, conseqüentemente, o desempenho animal. A manipulação dessas variáveis é denominada de manejo do pastejo (HODGSON; Da SILVA, 2002).

O principal objetivo do manejo do pastejo é a otimização da eficiência de uso da forragem produzida, visando o desempenho animal e a produção por unidade de área. Além disso, a perenidade e a estabilidade da comunidade de plantas forrageiras são dependentes das diversas práticas de manejo adotadas; a principal delas é a adoção de uma pressão de pastejo compatível com a capacidade de suporte da pastagem (CARNEVALLI, 2003).

Hodgson (1985) relatou que o manejo do pastejo baseado em taxas de lotação e ciclos de pastejo fixos, não permite a compreensão de resultados integrados em termos de desempenho tanto da planta forrageira quanto dos animais, pois não podem ser considerados fatores determinantes dos processos de produção de forragem e do desempenho animal.

O manejo do pastejo, embasado nas características fisiológicas das plantas e nas condições ambientais, tem resultado em grande desenvolvimento do setor pecuário

em países de clima temperado. Centros de pesquisa desses países têm realizado estudos dessa natureza há mais de 50 anos (LUPINACCI, 2002).

Bircham e Hodgson (1983), em trabalho clássico com azevém perene (*Lolium perenne* L.) sob regime de lotação contínua e amplitude de condições de estrutura do dossel forrageiro controladas através da altura do dossel, índice de área foliar ou massa de forragem, estudaram a dinâmica do acúmulo de forragem, avaliando os processos de crescimento e senescência, cujo balanço determina a produção de forragem. Os resultados revelaram que as taxas de acúmulo de forragem permaneceram relativamente constantes dentro de uma faixa ótima de condições de altura do dossel, ou seja, a comunidade de plantas ajustou-se de forma distinta a um equilíbrio entre a produção e morte dos tecidos, a fim de proporcionar o máximo acúmulo de forragem. Para o azevém perene, essa amplitude de condições variou de 3 a 10 cm de altura do dossel forrageiro ou 900 a 2.000 kg de MS ha⁻¹ (HODGSON; Da SILVA, 2002).

Contudo, dentro de uma faixa ótima de acúmulo de forragem pode haver condições diferentes para o desempenho animal, uma vez que o dossel forrageiro pode se apresentar de várias formas para o animal, e esta característica está intimamente relacionada com a prática de manejo do pastejo adotada. Deste modo, a morfogênese e a plasticidade fenotípica da planta forrageira exercem grandes influências sobre o desempenho animal (Da SILVA, 2005). Para o azevém perene, o melhor desempenho animal ocorreu quando o dossel apresentou-se entre 9 a 10 cm de altura (HODGSON; Da SILVA, 2002).

No estudo de Brougham (1955) foi determinada a natureza da curva de rebrotação do azevém perene (*Lolium perenne* L.), do trevo branco (*Trifolium repens* L.) e do trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) em pastagens submetidas a desfolhas sucessivas. A curva apresentou três fases distintas. Na primeira fase, a taxa de acúmulo de forragem aumentou exponencialmente com o tempo. Esta fase é fortemente influenciada pelas reservas orgânicas da planta forrageira e pela disponibilidade de fatores de crescimento e área residual de folhas (BROUGHAM, 1957). A segunda fase apresentou taxa de acúmulo constante. Nessa fase, o processo de competição adquire caráter mais relevante, principalmente quando se aproxima da completa interceptação da luz incidente. Na terceira fase, inicia-se a queda da taxa de

acúmulo, causada pela redução na taxa de crescimento e pelo aumento na senescência das folhas, provocado pelo sombreamento (HODGSON et al., 1981).

Brougham (1955) verificou a necessidade de se estudar o IED sobre as taxas subseqüentes de acúmulo de forragem e IL, em campos de azevém perene consorciados com trevo branco em regime de corte. O autor verificou que as taxas de acúmulo de azevém estavam correlacionadas com a área foliar e com a porcentagem de luz interceptada pelo dossel. O acúmulo atingia taxa máxima constante, mantida enquanto existia área foliar suficiente para interceptar quase toda a luz. Além disso, quanto mais severa a desfolha, maior o tempo de recuperação, pois a primeira fase de rebrotação estendia-se por um período maior. Contudo, a produção máxima atingida na curva de crescimento era a mesma de áreas submetidas a cortes menos intensos.

Após a constatação da interação entre a intensidade e IED sobre o manejo das plantas forrageiras, Brougham (1959) passou a estudar o efeito da combinação entre esses dois fatores em áreas pastejadas. Nesse estudo, o autor confirmou a necessidade de manejar áreas sob pastejo através da combinação entre intensidade e frequência de desfolha, ou seja, pastejos intensos necessitavam de um período de rebrotação mais longo, enquanto pastejos lenientes necessitavam de períodos de rebrotação mais curtos.

Wilson e McGuire (1961) e Donald (1961), citados por Marshall (1987), quantificaram a luz que era interceptada pelo dossel forrageiro de azevém perene, conforme mencionado por Brougham (1960). Os autores encontraram redução na produção total de forragem, quando os mesmos foram submetidos a desfolhas, com menos de 95% de IL.

Quando o dossel atinge 95% de IL, as folhas inferiores passam a ser sombreadas. A redução ou a ausência de luz na folha induz à diminuição na sua atividade fotossintética e essa passa de condição de fonte de fotoassimilados para a condição de dreno. A partir desse ponto, as taxas de fotossíntese e respiração no dossel tornam-se muito próximas. Esse é considerado o índice de área foliar ótimo (máxima taxa de acúmulo). Aumentos subseqüentes no índice de área foliar reduzem a taxa de acúmulo de forragem em função de aumentos na taxa de respiração, resultantes de um aumento na quantidade de tecidos sem função fotossintética.

Quando isso ocorre, há um declínio na proporção de folhas e o maior acúmulo passa a ser proveniente de colmos.

A planta passa do estágio vegetativo para a maturidade e, ao mesmo tempo, os teores dos componentes da parede celular aumentam (BLASER, 1988). Esse comportamento foi validado por Korte et al. (1982) em estudos realizados com azevém perene, onde foram avaliadas estratégias de manejo fundamentadas em combinações entre intervalo e intensidade de desfolhações, baseadas no IAF residual. O autor concluiu que a utilização da pastagem, quando o dossel atingiu 95% de IL, foi a estratégia que permitiu melhor utilização da forragem.

Nos países de clima tropical, as pesquisas relacionadas com o manejo do pastejo têm dedicado esforços para estudar a produção de forragem, taxas de lotação, intensidade e frequência de desfolhas, adotando o IED da pastagem em dias fixos. Esta estratégia não respeita a ecofisiologia da planta forrageira, não permite bom controle das características estruturais do dossel e não mantém o equilíbrio entre o crescimento, utilização da forragem produzida e a conversão da forragem produzida em produto animal (BUENO, 2003).

Como consequência, o desempenho das pastagens é muito variável e inconsistente, resultando em elevado grau de insatisfação por parte dos técnicos e produtores. A necessidade de intensificar a utilização das plantas forrageiras tropicais, respeitando suas características fisiológicas e as influências ambientais, está redirecionando as pesquisas com essas plantas. Diversos trabalhos recentes com plantas tropicais começaram a dar enfoques, que já vêm sendo adotados nas pesquisas em países de clima temperado desde a década de 50 (BROUGHAM, 1955). Resultados recentes com gramíneas forrageiras tropicais têm evidenciado grau de similaridade surpreendente em termos de respostas à desfolha entre essas plantas e as temperadas (LUPINACCI, 2002).

Em estudos com pastagens tropicais, Bueno (2003), Carnevalli (2003) relataram que, a partir de 95% de IL pelo dossel, ocorrem reduções na taxa média de acúmulo e comprometimento da estrutura do dossel e do valor nutritivo da forragem produzida. Isto se deve ao aumento na proporção de colmos e material senescido, indicando que

prorrogar o intervalo entre desfolhas para as gramíneas forrageiras tropicais não seria uma prática interessante.

Além de menor taxa de acúmulo de forragem, Bueno (2003) encontrou menores teores de proteína e digestibilidade, maior dificuldade no controle do florescimento das plantas e maior IED para o capim Mombaça utilizando o tratamento com 100% de IL em comparação com 95% de IL.

Em trabalho semelhante, Barboza (2004) citado por Da Silva (2005), que avaliou o capim Tanzânia, em três condições de pré-pastejo (90; 95 e 100% de IL pelo dossel) e com duas condições de pós-pastejo (25 e 50 cm de resíduo), verificou maior produção de forragem obtida com 95% de IL e 25 cm de resíduo. Com 90% de IL, houve limitação do processo de crescimento e menor produção de forragem, enquanto que, para o tratamento com 100% de IL, a menor produção de forragem foi consequência do elevado processo de senescência, além de proporcionar elevação na meta de resíduo.

O uso de IED variáveis, indicados pela IL (95%) do dossel, revela que o número de dias em descanso pela pastagem diminui consideravelmente. Bueno (2003) observou intervalos entre pastejos de 23/24 dias para o capim Mombaça com 95% de IL, durante a estação de crescimento, enquanto que, para 100% de IL, os intervalos corresponderam a 33/39 dias de descanso.

De forma semelhante, Mello (2002) avaliou as respostas morfofisiológicas do capim Tanzânia irrigado com diferentes intensidades de desfolha em lotação rotacionada. O autor indicou, com base nos valores de 95% de IL, que deve haver a prática de IED menores (22 dias), pelo menos na estação das chuvas, em comparação com períodos de descanso de aproximadamente 33 dias anteriormente utilizados.

Uma resposta importante nessa nova proposta do manejo do pastejo é a consistência que as medidas da altura do dossel têm apresentado com os valores de interceptação de luz. Deste modo, recomendações baseadas na altura do dossel poderão ser compreendidas e aplicadas pelos produtores (Da SILVA, 2005).

Os resultados obtidos nos estudos acima citados, com plantas forrageiras tropicais sob pastejo, indicam possíveis alterações positivas na estrutura da planta, composição morfológica, valor nutritivo e eficiência de utilização da pastagem. Estas alterações devem favorecer o desempenho dos animais mantidos nessas pastagens.

Assim, o objetivo deste ensaio foi comparar dois IED de pastagens de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras.

3.3 Material e métodos

3.3.1 Local, período experimental e tratamentos

O ensaio foi conduzido no sistema de produção de leite do Centro de Treinamento de Recursos Humanos (CTRH), do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, no município de Piracicaba – SP. As coordenadas geográficas do município de Piracicaba são: 22°43' de latitude Sul, 47°25' de longitude Oeste e 580 metros de altitude.

O clima da região de Piracicaba é classificado como mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, classificado como Cwa, com temperaturas médias inferiores a 18°C nos meses mais frios e superiores a 22°C durante a estação mais quente do ano (BRASIL, 1960).

Foram utilizados 2,8 hectares de pastagem de capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Cameroon, divididos em 56 piquetes de 0,05 ha cada. Para cada tratamento testado foram disponibilizados 28 piquetes. A área experimental apresentava uniformidade visual muito boa. Apesar dessa uniformidade, a área foi dividida em três módulos para fins de amostragens de solo. Os resultados das análises de macro e micronutrientes do solo estão apresentados nas Tabelas 16 e 17, respectivamente, enquanto que os dados climáticos estão apresentados na Tabela 18. Os dois tratamentos experimentais foram intercalados na área experimental conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Croqui da área utilizada para a condução do ensaio experimental

Tabela 16 - Resultado da análise química de macronutrientes do solo da área experimental

Amostras	pH	MO	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	M
	CaCl₂	(g dm⁻³)⁻¹	(mg dm⁻³)⁻¹				(Mmol dm⁻³)⁻¹					%	
Módulo 1	5,5	38	38	-	7,6	45	26	0	22	79	101	78	0
Módulo 2	5,5	39	35	-	6,0	44	28	0	22	78	100	78	0
Módulo 3	5,8	34	18	-	7,6	52	30	0	16	90	106	85	0

pH = potencial hidrogeniônico, MO = matéria orgânica, P = fósforo, S = enxofre, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, Al = alumínio, H = hidrogênio, SB = soma de bases, T = capacidade de troca catiônica, V = saturação de bases, M = saturação por alumínio.

Tabela 17 – Resultado da análise química de micronutrientes do solo da área experimental

Amostras	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			(mg dm⁻³)⁻¹		
Módulo 1	0,55	8,8	38	56,8	6,2
Módulo 2	0,61	6,8	42	64,4	6,6

B = boro, Cu = cobre, Fe = ferro, Mn = manganês, Zn = zinco.

Tabela 18 - Dados climáticos observados durante a condução do ensaio experimental

Meses	Temperatura (°C)			Umidade relativa (%)			Precipitação (mm)	Radiação solar (MJ m²)⁻¹
	Média	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima	Total	Total
Jan/2004	22,8	18,7	28,9	81,1	53,9	97,3	214,3	17,6
Fev/2004	22,8	18,2	29,2	80,2	52,1	97,8	193,7	18,9
Mar/2004	22,4	17,3	29,2	78,3	46,9	98,9	79,0	19,2
Abr/2004	22,0	16,9	28,6	80,9	50,8	99,6	87,7	15,8

Fonte: Estação meteorológica automática da USP/ESALQ.

Os piquetes foram roçados e começaram a ser pastejados em meados de novembro de 2003. Desta forma haviam sido concluídos 1,5 ciclos de pastejo antes do início do período experimental. Durante esse período todos os piquetes foram manejados com intervalo fixo entre desfolhas de 27 dias.

O período experimental teve início em fevereiro de 2004, estendendo-se até abril do mesmo ano, com duração de 80 dias, divididos em quatro sub-períodos de 20 dias cada. Em cada sub-período, foram destinados 17 dias para a adaptação dos animais e 3 dias para a coleta de dados da pastagem e dos animais. As respectivas datas para cada sub-período, foram: sub-período 1 = 3 a 23 de fevereiro, sub-período 2 = 24 de fevereiro a 17 de março, sub-período 3 = 18 de março a 3 de abril e sub-período 4 = 4 a 27 de abril.

Os tratamentos corresponderam a dois intervalos entre desfolhas das pastagens de capim Elefante: (T1) intervalo estabelecido pela entrada dos animais nos piquetes quando estes apresentavam 95% de interceptação de luz (IL) pelo dossel; (T2) intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias. O período de ocupação dos piquetes foi de um dia pelas vacas lactantes e um dia pelos animais de repasse, perfazendo no total, dois dias de ocupação. O período de descanso das pastagens foi igual ao IED descontado um dia.

A área de pastagem foi dividida em sete blocos, com oito piquetes cada. Os tratamentos foram intercalados nos piquetes conforme apresenta o croqui da área experimental. Para medir a IL, o IAF e a angulosidade do dossel foi utilizado equipamento da marca *LI-COR* modelo *LAI 2000* (*LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA*).

Durante o período de adaptação dos animais, a interceptação de luz foi medida em aproximadamente 60% dos dias. Dessa maneira, nesse período, alguns dos piquetes do T1, foram pastejados em função de avaliação visual.

Durante o período de coleta de leite, o monitoramento da interceptação foi efetuado diariamente. No tratamento T2, apenas o piquete determinado para ser pastejado foi monitorado antes da entrada dos animais. Nos piquetes do T1, os três piquetes com a maior MF acumulada visualmente, foram avaliados, sendo utilizado o que estivesse com valor mais próximo de 95% de IL. Em cada piquete foram realizadas

20 leituras de interceptação de luz, ao nível do solo. Os piquetes que apresentassem IL superiores a 95% foram pastejados por animais não experimentais.

Com base na análise de solo, as áreas foram adubadas apenas com fonte nitrogenada, no caso o nitrato de amônia. A dose aplicada desde a roçada até o final do experimento foi de aproximadamente 2 kg de N ha⁻¹ por dia de intervalo entre desfolhas.

3.3.2 Animais e concentrado experimental

Foram utilizadas oito vacas lactantes da raça Holandesa como animais testes e número variável de vacas reguladoras, para o ajuste da taxa de lotação. Vacas não lactantes e animais em crescimento foram utilizados para a realização do repasse pós-pastejo quando necessário. Na Tabela 19, estão caracterizadas as vacas testes utilizadas no ensaio experimental.

Tabela 19 – Caracterização das vacas lactantes utilizadas no experimento

Componentes	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Produção de leite, kg dia ⁻¹	17,5	2,0	14,6	19,8
Número de partos	3,60	1,60	2	6
Estágio de lactação, dias	124	74	30	240
Peso vivo, kg	516	37	489	578
Escore de condição corporal	2,28	0,32	2,00	2,75

Os animais foram suplementados com 7 kg de MN dia⁻¹ ou 6,3 kg de MS dia⁻¹ de concentrado, parcelados em dois fornecimentos diários (Tabela 20).

Tabela 20 – Proporção de ingredientes e composição química do concentrado experimental

Ingredientes	% da MS
Milho moído fino	38,50
Polpa cítrica peletizada	38,50
Uréia	1,27
Farelo de soja	17,0
Supl. Min. e Vit.	4,80
Composição química	
Proteína bruta, % da MS	18,0
Fibra em detergente neutro, % da MS	14,7
Fibra em detergente ácido, % da MS	9,3
Energia metabolizável, Mcal kg ⁻¹	2,66

Níveis de garantia do suplemento mineral e vitamínico por quilo do produto, fósforo (P) 55 g, cálcio (Ca) 220 g, cloro (Cl) 105,50 g, sódio (Na) 70 g, magnésio (Mg) 35 g, enxofre (S) 22 mg, manganês (Mn) 1500 mg, ferro (Fe) 500 mg, zinco (Zn) 1550 mg, cobre (Cu) 450 mg, cobalto (Co) 50 mg, iodo (I) 40 mg, selênio (Se) 20 mg, flúor (F) máximo 550 mg, vitamina A 90.000 UI, vitamina D 75.000 UI, vitamina E 1.000 UI, solubilidade em ácido cítrico (2%).

3.3.3 Determinação das características quantitativas do dossel forrageiro

As medidas quantitativas da pastagem foram: as massas de forragem (MF) em pré e pós-pastejo. Para a coleta das amostras, foi utilizada moldura em formato quadrado (1m²) para coletas das amostras. Foram coletadas duas amostras aleatórias em pré e pós-pastejo de cada um dos três piquetes pastejados de cada tratamento, durante os três dias do período de coleta em cada um dos quatro sub-períodos experimentais. Dos 28 piquetes de cada tratamento, alguns foram amostrados mais de uma vez enquanto outros não foram amostrados, em função das datas de coleta e rotação dos piquetes.

A MF pré-pastejo foi obtida antes do pastejo do lote experimental, padronizando-se o corte da forragem na altura do nível do solo. A MF pós-pastejo foi obtida após o pastejo do lote de repasse, com o corte da forragem remanescente rente ao solo.

3.3.4 Determinação das características qualitativas do dossel forrageiro

As avaliações qualitativas foram: composição bromatológica do pastejo simulado, altura do dossel e composição morfológica do pré e pós-pastejo, densidade da forragem pré-pastejo, IL, IAF e angulosidade.

A composição bromatológica foi avaliada em amostras de pastejo simulado. O pastejo simulado para os dois tratamentos, foi obtido através da colheita manual da forragem na altura média do resíduo pós-pastejo, em 20 pontos de cada piquete pastejado durante cada período de coleta.

A composição morfológica foi avaliada a partir de uma sub-fração (aproximadamente 300g) das amostras de MF (corte rente ao solo) pré e pós-pastejo. Foram separadas as folhas (apenas as lâminas foliares), colmos (bainha + colmo) e material senescido (folhas ou colmos com mais de 50% da área seca). As amostras de folhas, colmos e material senescido foram pesadas *in natura* e levadas à estufa de circulação forçada de ar e mantidas por 48 horas a 55°C para a quantificação de seu peso seco.

Para a determinação da densidade volumétrica do dossel, foi determinada a quantidade de forragem cortada acima do resíduo pós-pastejo e dividindo-se este valor pela altura do dossel descontada a altura do resíduo pós-pastejo (BALSALOBRE, 1996).

Também foram avaliados, o IED do tratamento T1, a IL, o IAF, a angulosidade e a altura do dossel forrageiro em pré e pós pastejo dos tratamentos T1 e T2. A altura foi medida como o comprimento, desde o nível do solo até a curvatura de uma das folhas completamente expandida, ou seja, a altura comumente chamada de visada. Para as medidas de altura, foi utilizada uma régua de madeira de 2,50 m de comprimento, graduada em centímetros. Foram tomadas 20 medidas por piquete durante o período de coleta para o pré e para o pós-pastejo.

3.3.5 Manejo dos animais

As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 7h00 e às 16h00. O concentrado foi fornecido após a ordenha da manhã e antes da ordenha da tarde. Os animais tinham acesso à pastagem desde o término da ordenha da tarde até a ordenha

da manhã do dia seguinte e após a ordenha da manhã até as aproximadamente 11h00, em função principalmente da temperatura ambiente. Com a elevação da temperatura, as vacas voluntariamente se dirigiam para as áreas de sombra (bosque) providas de bebedouros, onde permaneciam até a ordenha da tarde.

A taxa de lotação foi ajustada diariamente, na entrada de cada piquete. A oferta de forragem foi estabelecida em 4 kg de MS para 100 kg de PV por animal ao dia, considerando a quantidade de forragem acima do resíduo pós-pastejo.

3.3.6 Determinação da produção individual, por área e da composição do leite

A pesagem e a amostragem do leite foi realizada nos três últimos dias do período de coleta, durante as duas ordenhas diárias. A produção individual das vacas foi registrada diariamente e obteve-se o valor médio ao final de cada sub-período. Para a determinação da composição do leite, foram tomadas amostras proporcionais à produção individual do animal por ordenha. As amostras foram preservadas em frascos plásticos contendo conservante (2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol) e encaminhadas à Clínica do leite do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, para a realização das análises de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, e nitrogênio uréico no leite (NUL).

A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi calculada a partir da equação $[0,4324 * \text{produção de leite (kg)} + 16,216 * \text{gordura (kg)}]$, proposta por Tyrrell e Reid (1965).

As taxas de lotação foram calculadas separadamente para o lote de vacas em lactação e para o lote de repasse. Os dados de produção de leite por área foram calculados com base apenas na taxa de lotação do lote de vacas em lactação.

3.3.7 Coleta de sangue e determinação da concentração de nitrogênio uréico no plasma

A coleta de sangue foi realizada no último dia de cada período de coleta, sempre quatro horas após o fornecimento matinal do concentrado, através de punção na veia

coccígea. As amostras de sangue foram armazenadas em tubos de ensaio a vácuo, contendo 5 mg de fluoreto de sódio como anticoagulante.

Em seguida, os tubos de ensaio foram submetidos a centrifugação por 20 minutos, a 3.000 rotações por minuto (RPM) a 4°C, para a obtenção do plasma. Este foi acondicionado em tubos de 1,5 mL do tipo *ependorf* e congelado a -10°C para a determinação das concentrações de nitrogênio uréico no plasma (NUP). As determinações dos teores de NUP foram efetuadas utilizando-se o Kit N 535 (*Sigma Chemical Co.*), em laboratório comercial.

3.3.8 Determinação da variação de peso vivo e do escore de condição corporal

O escore de condição corporal (ECC) foi avaliado no primeiro e último dia de cada sub-período, sempre pelo mesmo indivíduo. A escala utilizada variou de 1 a 5 pontos, sendo que, 1 representa vacas muito magras e 5 vacas excessivamente gordas, classificadas a intervalos de 0,25 pontos, de acordo com Wildman et al. (1982).

Da mesma forma, a pesagem dos animais foi efetuada no primeiro e último dia de cada sub-período após a ordenha da tarde. Dentre as duas pesagens, foi considerado o menor peso para a análise dos dados.

3.3.9 Determinação da concentração fecal de cromo

A dosagem diária de sesquióxido de cromo (Cr_2O_3) foi de 12 g dia^{-1} , fracionada em duas vezes, administrado em cápsulas de papel toalha por via oral. O fornecimento do marcador foi realizado durante doze dias, recuperado depois nas fezes nos últimos cinco dias de cada sub-período experimental (AROEIRA et al., 1999). A coleta de fezes foi realizada diretamente do reto, duas vezes ao dia, durante a ingestão de concentrado pelas vacas, sendo retirado aproximadamente 100 g dia^{-1} . As amostras de fezes foram compostas por animal e sub-período e armazenadas a -10 °C.

As concentrações de cromo nas fezes foram determinadas pelo método de irradiação atômica pelo laboratório de instrumentação nuclear do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA).

Para a leitura da concentração do marcador nas fezes, as amostras foram secas durante 48 horas a 55°C, moídas a 1mm em peneiras tipo *Willey*; em seguida, 1g de cada amostra foi colocada em recipiente apropriado para análise por fluorescência de raios X (cubeta de plástico com fundo de Mylar de 6,3 micrometros de espessura), prensada a 2 (ton. cm²)⁻¹ e levada diretamente para análise, sem passar por nenhum tipo de pré-tratamento químico.

A quantificação da concentração do elemento químico foi realizada através da técnica analítica, denominada fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF, *energy dispersive X-ray fluorescence*). A excitação foi feita com raios X Mo-K α de 17,44 keV, provenientes de um tubo de raios X com alvo de Mo e filtro de Zr, operado a 25 kV e 10 mA, possibilitando a detecção do elemento químico cromo pelo seu raio X característico K α . As amostras foram excitadas por 100 segundos e o raio X detectado por um espectrômetro multicanal, baseado em detector semicondutor de Si(Li) e eletrônica nuclear convencional.

A concentração do elemento cromo foi estimada através da intensidade do raio X característico, levando-se em conta o efeito matriz. A validação da metodologia foi realizada analisando-se uma amostra de referência certificada (*hay powder*, V-10) produzida pela Agência Internacional de Energia Atômica, Viena (NASCIMENTO FILHO, 1999).

3.3.10 Determinação da composição bromatológica

As amostras de forragem (pastejo simulado e frações da planta inteira) foram levadas à estufa de circulação forçada de ar, mantidas a 55°C por 48 horas e moídas em moinhos tipo *Willey* em peneiras com malhas de 5 mm e posteriormente de 1 mm.

Após a pré-secagem, as frações (folha, colmo e material senescido), seguiram para a secagem definitiva (AOAC, 1975).

As amostras de pastejo simulado foram analisadas para MS; MO, EE e PB (AOAC, 1975). As análises de FDN, FDA e lignina foram efetuadas de acordo com Goering e Van Soest (1970).

3.3.11 Análises estatísticas

Para as análises estatísticas das variáveis de desempenho animal o delineamento experimental utilizado foi o *cross-over*. As oito vacas experimentais foram sorteadas ao acaso nos dois tratamentos com inversão dos tratamentos a cada sub-período. As variáveis de desempenho animal foram submetidas ao PROC GLM (*General linear models*) do pacote estatístico SAS (1999), versão 8.2 para *Windows*.

Foi considerado como efeito significativo o nível de até 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Todas as médias foram obtidas utilizando-se o método dos quadrados mínimos (*LSMEANS*).

Nas Tabelas 21 e 22, estão apresentadas as causas de variação e os graus de liberdade, utilizados para as análises estatísticas dos dados de desempenho animal e da pastagem, respectivamente.

Tabela 21 – Causas de variação e graus de liberdade utilizados para as análises estatísticas do desempenho animal

Causas de variação	Graus de liberdade
Animal	7
Sub-período	3
Tratamento	1
Seqüência	1
Resíduo	19
Total	31

O modelo estatístico adotado para as variáveis experimentais foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + SP_j + T_k + S_l + e_{ijkl},$$

Sendo,

Y_{ijkl} = variáveis observadas;

μ = média geral;

A_i = efeito do animal i , (sendo $i = 1, 2 \dots 8$);

SP_j = efeito do sub-período j , (sendo $j = 1, 2, 3$ e 4);

T_k = efeito do tratamento k , (sendo $k = 1$ e 2);

S_l = efeito da seqüência l , (sendo $l = 1$ e 2);

e_{ijkl} = erros associados às observações Y_{ijkl} .

Para as variáveis qualitativas e quantitativas da pastagem, foi utilizado o PROC MIXED do pacote estatístico SAS (1999) versão 8.2 para *Windows*.

Tabela 22 – Causas de variação e graus de liberdade utilizados para as análises estatísticas das variáveis qualitativas e quantitativas do dossel forrageiro

Causas de variação	Graus de liberdade
Sub-período	3
Tratamento	1
Interação Sub-período x Tratamento	3
Resíduo	16
Total	23

O modelo estatístico adotado para as variáveis experimentais foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + T_j + ST_k + e_{ijk},$$

Onde,

Y_{ijkl} = variáveis observadas;

μ = média geral;

S_i = efeito do sub-período i , (sendo $i = 1, 2, 3$ e 4);

T_j = efeito do tratamento j , (sendo $j = 1$ e 2);

ST_k = efeito da interação k ;

e_{ijk} = erros associados às observações Y_{ijk} .

3.4 Resultados e discussão

3.4.1 Medidas qualitativas e quantitativas do dossel forrageiro

Nas Figuras 4, 5 e 6 pode-se observar exemplos das condições pré e pós-pastejo do dossel de capim Elefante durante o estudo.

Figura 4 – Condição do dossel forrageiro de capim Elefante em pré-pastejo com 27 dias de intervalo entre desfolhas

Figura 5 – Condição do dossel forrageiro de capim Elefante em pré-pastejo com 95% de interceptação de luz

Figura 6 – Condição do dossel forrageiro de capim Elefante em pós-pastejo, pastejado com 27 dias fixos ou com 95% de interceptação de luz

Os valores observados para o IED, altura do dossel em pré e pós-pastejo, IL, IAF, angulosidade e densidade volumétrica do dossel estão apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 – Intervalo entre desfolhas, altura em pré e pós-pastejo, interceptação de luz, índice de área foliar, angulosidade e densidade volumétrica de pastagens de capim Elefante submetidas a dois intervalos entre desfolhas

Componentes	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
Interceptação de luz, %	95,47	97,91	0,17	0,0001
Intervalo entre desfolhas, dias	19,4	27,0	0,25	0,0001
Altura do dossel pré pastejo, metros	1,03	1,21	0,02	0,0001
Altura do dossel pós-pastejo, metros	0,62	0,71	0,02	0,01
Densidade volumétrica, kg de MS ha ⁻¹ cm ⁻¹	63,29	53,30	9,84	0,10
Índice de área foliar, pontos	3,80	4,73	0,08	0,0001
Angulosidade, graus	47,75	44,58	0,64	0,003

T1 = intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

A IL diferiu ($P < 0,05$) entre os tratamentos. O valor médio de IL de 95,47% foi muito próximo do objetivo de 95% estabelecido como o ponto para a entrada dos animais na área de pastagem do T1. A adoção de intervalo fixo entre desfolhas de 27 dias (T2), resultou em valor médio de IL de 97,91%.

O IED, altura do dossel em pré e pós-pastejo, a angulosidade do dossel e o índice de área foliar (IAF), foram afetados pelos tratamentos ($P<0,05$). Houve tendência ($P=0,10$) de efeito dos tratamentos na densidade volumétrica do dossel forrageiro.

A estratégia de entrada no piquete quando este atingiu IL de 95% (T1) resultou em intervalo médio entre desfolhas de 19,4 dias. Este valor foi significativamente ($P<0,05$) menor que os 27 dias fixos do T2. Esse comportamento foi semelhante aos reportados por Uebele (2002), Bueno (2003) e Carnevalli (2003), que observaram intervalos entre desfolhas de 23 a 25 dias para o capim Mombaça, com 95% de IL e dois resíduos pós pastejo (30 e 50 cm), durante a estação das águas.

Mello (2002) observou que, para o capim Tanzânia atingir 95% de IL, foram necessários 22 dias de descanso. Em adição, Moreno (2004) observou valores de IL entre 95,0 a 98,0%, durante o verão, para máximas taxas de acúmulo em cinco gramíneas do gênero *Panicum*. Os intervalos entre cortes variaram de 28 a 35 dias.

Tanto Mello (2002) quanto Bueno (2003) apontam a redução no IED como importante ferramenta para melhorar a composição morfológica e estrutural da planta forrageira, o que sugere a utilização de freqüências de desfolhas menores às tradicionais, que variam de 30 a 45 dias para o manejo do capim Elefante (CORSI, 1986; DERESZ, 2001).

Na Tabela 24 são apresentados os valores de intervalo médio entre desfolhas nos quatro sub-períodos experimentais. Houve interação entre tratamentos e períodos para intervalo entre desfolhas ($P<0,05$). O intervalo entre desfolhas no T1 variou entre os sub-períodos. O intervalo mínimo médio entre desfolhas foi de 17,3 dias no sub-período 1 e o intervalo máximo médio foi de 21 dias no sub-período 4. Os valores observados para o T1 foram sempre inferiores ($P<0,05$) aos 27 dias fixos do T2.

Considerando a recomendação de entrada dos animais no piquete quando este atinge IL de 95% (Da SILVA, 2005), em solos com alta fertilidade como os do presente estudo, o capim Elefante precisa ser manejado com IED bastante freqüentes durante o período de verão. Os IED para o tratamento com IL 95% (T1) do presente estudo, foram menores que os 22 dias relatados por Mello (2002) com capim Tanzânia e os 23 a 25 dias relatados por Uebele (2002), Bueno (2003) e Carnevalli (2003), para o capim

Mombaça, com 95% de IL e dois resíduos pós pastejo (30 e 50 cm), durante a estação das águas.

Tabela 24 – Intervalo médio entre desfolhas, expresso em dias, de pastagens de capim Elefante pastejado por vacas em lactação durante quatro sub-períodos experimentais

Sub-períodos	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
1	17,3	27	0,66	0,001
2	20,7	27	0,66	0,001
3	19,3	27	0,66	0,001
4	21,0	27	0,66	0,001
Média	19,4	27	0,25	0,0001

T1 = intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

As alturas dos dosséis pré e pós-pastejo também foram reduzidas ($P < 0,05$) com a estratégia de entrada nos piquetes com IL 95% (1,03 e 0,62 m) (T1), em comparação com a entrada fixa a cada 27 dias (1,21 e 0,71m) (T2).

Uebele (2002), Bueno (2003) e Carnevalli (2003), observaram o mesmo comportamento com capim Mombaça. Os valores encontrados no presente ensaio são inferiores aos utilizados freqüentemente no manejo do capim Elefante, da ordem de 1,50 a 2,00m no pré e 0,7 a 1,0m para o pós-pastejo (BALSALOBRE, 1996; DERESZ et al., 2001; MARTINEZ, 2004).

As alterações promovidas na altura do dossel pré e pós-pastejo, podem levar a mudanças na composição morfológica e estrutural da planta forrageira, que podem contribuir para o aumento do CMS de forragem (Da SILVA, 2005). A redução na altura do dossel pré e pós-pastejo é condição primordial para aumentar a eficiência de utilização do capim Elefante, devido principalmente à redução nas perdas durante o pastejo (HILLESHEIM, 1987).

Bueno (2003) afirmou que a redução no IED, principalmente com o pastejo determinado pela condição de 95% de IL, é eficaz no controle de desenvolvimento dos colmos na época de florescimento, um dos grandes desafios do manejo do capim Elefante.

Na Tabela 25 são apresentados os valores de altura do dossel pré-pastejo nos quatro sub-períodos experimentais. Não houve interação entre tratamentos e períodos para a altura do dossel pré-pastejo ($P>0,05$).

Dentro do tratamento T1 não houve variação na altura do dossel ($P>0,05$) quando a planta atingiu IL de 95% entre os quatro sub-períodos. O menor valor médio foi de 1,00m no sub-período 3 e o maior valor médio foi de 1,05m no sub-período 2. Já no tratamento T2 houve variação na altura do dossel ($P<0,05$). O menor valor médio foi de 1,15m no sub-período 3 e o maior valor médio foi de 1,26m no sub-período 2. Apesar disso, quando os dados de altura pré-pastejo dos sub-períodos 1, 2 e 4 do T2, são comparados, pode-se notar a grande uniformidade entre esses valores.

Tabela 25 – Altura do dossel em pré-pastejo, em metros, de pastagens de capim Elefante durante quatro sub-períodos experimentais

Sub-períodos	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
1	1,04	1,21	0,06	0,01
2	1,05	1,26	0,06	0,002
3	1,00	1,15	0,06	0,01
4	1,03	1,22	0,06	0,004
Média	1,03	1,21	0,03	0,0001

T1 = intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

Na Figura 7, são apresentados os valores médios de altura pré-pastejo por tratamento e por período, na Figura 8, são apresentados os valores médios de altura pré-pastejo, para cada piquete, ao longo do período experimental e na Figura 9, estão apresentados os valores de altura do dossel em pós-pastejo, para os dois tratamentos, nos quatro sub-períodos experimentais.

Figura 7 – Valores médios da altura do dossel forrageiro de capim Elefante em pré-pastejo, submetido a duas diferentes freqüências de desfolha (T1 = 95% de interceptação de luz pelo dossel e T2 = intervalo fixo de 27 dias), nos quatro sub-períodos experimentais

Figura 8 – Valores médios da altura do dossel forrageiro de capim Elefante pré-pastejo, por piquete, submetido a dois diferentes intervalos entre desfolhas (T1 = 95% de interceptação de luz pelo dossel e T2 = intervalo fixo de 27 dias), durante todo o período experimental

Figura 9 – Altura do dossel forrageiro de capim Elefante em pós-pastejo, submetido a duas diferentes freqüências de desfolha (T1 = 95% de interceptação de luz pelo dossel e T2 = intervalo fixo de 27 dias), em quatro sub-períodos experimentais

Na Tabela 26 são apresentados os valores de altura do dossel pós-pastejo nos quatro sub-períodos experimentais. Houve interação entre tratamentos e períodos para a altura do dossel pós-pastejo ($P < 0,05$). No sub-período 1 não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos, já nos demais sub-períodos foram observados menores valores ($P < 0,05$) para o T1 em comparação com o T2.

O T1 com 95% de IL pelo dossel foi eficaz na manutenção da altura pós-pastejo, durante os quatros sub-períodos avaliados, mesmo com fortes influências do manejo pré-experimental com 27 dias fixos. No T2, com intervalo fixo de 27 dias entre desfolhas a altura do resíduo pós-pastejo aumentou do sub-período 1 (0,66m) para o sub-período 4 (0,79m).

O controle da altura do resíduo pós-pastejo tem se constituído em uma das maiores dificuldades do manejo de capim Elefante em diversas propriedades rurais. A adoção do intervalo variável entre desfolhas, com base na IL de 95%, permitiu controle mais eficiente do resíduo pós-pastejo, em comparação com o uso de período fixo de 27 dias entre desfolhas.

Tabela 26 – Altura do resíduo pós-pastejo, em metros, de pastagens de capim Elefante em quatro sub-períodos experimentais

Sub-períodos	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
1	0,72	0,62	0,05	0,26
2	0,53	0,63	0,05	0,03
3	0,54	0,72	0,05	0,002
4	0,62	0,79	0,05	0,004
Média	0,62	0,71	0,02	0,001

T1 = intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

Uma das formas que a redução nas alturas dos dosséis pré e pós-pastejo poderiam favorecer o CMS, seria através de mudanças na estrutura da planta que resultassem dentre outros fatores, em maior densidade volumétrica do dossel pré-pastejo (Da SILVA, 2005).

A maior densidade volumétrica do dossel pode favorecer o tamanho do bocado do animal durante o pastejo, tendo efeito positivo sobre o CMS (STOBBS, 1975). No presente estudo houve tendência ($P < 0,10$) de maior densidade volumétrica do dossel pré-pastejo no T1 (63,29 kg de MS ha⁻¹ cm⁻¹) que no T2 (53,30 kg de MS ha⁻¹ cm⁻¹). Ambos os valores foram baixos e inferiores à variação de 65 a 98 kg de MS ha⁻¹ cm⁻¹ reportados por Balsalobre (1996), Voltolini et al. (2003) e Martinez (2004), também com capim Elefante. No entanto, para o cálculo da densidade volumétrica no presente estudo foi utilizada a forragem colhida acima do nível do resíduo pós-pastejo composta em quase sua totalidade por folhas.

Na Tabela 27 são apresentados os dados de MF pré e pós-pastejo.

Tabela 27 – Massa de forragem (MF) em pré e pós-pastejo de pastagens de capim Elefante submetidas a dois diferentes intervalos entre desfolhas

Componentes	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
MF pré-pastejo, kg de MS ha ⁻¹	6.270	6.310	490	0,96
MF pós-pastejo, kg de MS ha ⁻¹	3.580	3.850	350	0,38

T1 = intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

Não houve efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a MF pré e pós-pastejo.

A redução no IED permite aumento no número de ciclos de pastejo, o que pode contribuir para a produção total de MS durante toda a estação das águas. Nos 80 dias

de período experimental, o intervalo médio entre desfolhas de 19,4 dias no T1 permitiu 4,12 ciclos de pastejo, contra 2,96 ciclos com o intervalo fixo de 27 dias no T2. Segundo Uebele (2002) e Carnevalli (2003), a definição do IED em 95% de IL permitiu oito ciclos de pastejo, enquanto que, com 100% de IL pelo dossel, foram realizados aproximadamente seis ciclos de pastejo durante todo o ano com o capim Mombaça.

Os valores observados para a MF pré-pastejo de 6.270 e 6.310 kg de MS ha⁻¹ são valores que denotam alta capacidade de acúmulo de forragem do capim Elefante em sistemas intensivos de pastejo.

Aroeira et al. (2001) avaliaram a MF de pastagens de capim Elefante em diferentes IED (30, 37,5 e 45 dias) e observaram maiores valores para o intervalo de 45 dias. Por outro lado, Deresz (2001) e Deresz et al. (2001) não observaram efeitos de diferentes IED das pastagens de capim Elefante (30, 36, 45 dias e 30 e 45 dias, respectivamente) sobre a MF pré-pastejo. Wendling et al. (2004), avaliaram as respostas quantitativas e qualitativas de pastagens de capim Elefante em dois IED (24 e 30 dias) e também não observaram diferenças sobre a MF pré-pastejo entre os tratamentos.

Os valores de MF pré-pastejo deste estudo, foram menores que os obtidos por Balsalobre (1996), Voltolini et al. (2003) e Martinez (2004), na mesma área experimental. Esses autores relataram valores entre 8 a 16.000 kg MS⁻¹ ha⁻¹ por ciclo de pastejo. Entretanto, esses autores trabalharam com períodos de descanso de 38 a 40 dias. As MF dos resíduos pós-pastejo nesses trabalhos foram excessivamente altas, variando de 6 a 10.700 kg de MS ha⁻¹, compostos principalmente por colmos e material senescido, contra 3.580 a 3.850 kg MS⁻¹ ha⁻¹, no presente estudo.

Apesar das MF pré-pastejo observadas nos estudos de Balsalobre (1996), Voltolini et al. (2003) e Martinez (2004), terem sido superiores à do presente estudo, a massa de lâminas foliares foi semelhante entre os estudos. Isto indica alta participação de colmos e material senescido com períodos de descanso entre 38 a 40 dias. Fica claro que nas condições de fertilidade alta no solo que IED de 38 a 40 dias são excessivos para capim Elefante durante o verão.

As taxas de acúmulo de forragem não foram calculadas porque os piquetes amostrados não foram sempre os mesmos nos quatro sub-períodos, devido à rotação

dos piquetes não coincidir necessariamente com as datas fixas dos períodos de coleta. As medidas de MF pré e pós-pastejo foram efetuadas apenas nos três piquetes pastejados de cada tratamento, durante o período de coleta de cada sub-período experimental. Dessa maneira, não se dispunha da MF pós-pastejo do ciclo anterior de todos os piquetes amostrados nos períodos de coleta.

Apesar dos valores de taxa de acúmulo de forragem não terem sido calculados, fica evidente que a produção de forragem foi maior no T1 que no T2, uma vez que a MF pré-pastejo foi igual nos dois tratamentos, porém, com intervalo entre desfolhas de 19,4 dias para o T1 contra 27 dias para o T2.

A obtenção de maior taxa de acúmulo de forragem com menor IED, também foi relatada por Bueno (2003) com capim mombaça, durante os meses de janeiro e fevereiro. Este autor obteve taxa de acúmulo de forragem maior para o tratamento com intervalo entre desfolhas determinado pelo IL de 95% que para IL de 100%.

Os valores de MF pré-pastejo nos quatro sub-períodos são apresentados na Tabela 28.

Tabela 28 – Massa de Forragem (kg de MS ha⁻¹) em pré-pastejo de pastagens de capim Elefante submetidas a dois diferentes intervalos entre desfolhas em quatro sub-períodos experimentais

Sub-períodos	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
1	6.731	6.920	800	0,94
2	6.353	5.608	800	0,94
3	6.393	6.540	800	0,94
4	5.603	6.133	800	0,94
Média	6.270	6.300	490	0,96

T1 = intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

Não houve interação entre tratamentos e períodos (P>0,05) para a MF pré-pastejo. Em função da precipitação pluviométrica adequada nos meses de janeiro e fevereiro, os valores de MF pré-pastejo foram altos e uniformes nos sub-períodos 1 a 4 nos dois tratamentos.

Os valores de MF pós-pastejo nos quatro sub-períodos são apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 – Massa de Forragem (kg de MS ha⁻¹) em pós-pastejo de pastagens de capim Elefante submetidas a dois diferentes intervalos entre desfolhas durante quatro sub-períodos experimentais

Sub-períodos	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
1	3.894	3.918	450	0,98
2	3.412	3.614	450	0,98
3	3.556	3.746	450	0,98
4	3.459	4.122	450	0,98
Média	3.580	3.850	350	0,38

T1 = Intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = Intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = Probabilidade, ² = Erro padrão da média.

Não houve interação entre tratamentos e períodos (P>0,05) para MF pós-pastejo. As quantidades de MF pós-pastejo não variaram entre tratamentos e entre os períodos dentro de cada tratamento. A diferença significativa em altura do resíduo pós-pastejo entre os tratamentos, não se refletiu em diferença no peso.

Na Tabela 30 são apresentados os dados de composição morfológica das pastagens.

Tabela 30 – Composição morfológica do dossel forrageiro de capim Elefante submetido a dois diferentes intervalos entre desfolhas

Componentes	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
Folhas, kg de MS ha ⁻¹	3.440	3.250	150	0,38
Colmos, kg de MS ha ⁻¹	2.720	3.094	80	0,07
Material senescido, kg de MS ha ⁻¹	330	425	20	0,008
Folhas, kg de MS ha ⁻¹	820	732	40	0,10
Colmos, kg de MS ha ⁻¹	2.440	2.720	120	0,10
Material senescido, kg de MS ha ⁻¹	300	360	15	0,004

T1 = intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

Os tratamentos não afetaram (P>0,05) a massa de folhas no pré-pastejo. Houve tendência (P=0,10) de maior massa de folhas remanescentes no resíduo pós-pastejo do T1 em comparação com o T2 e tendências de maiores proporções de nas MF pré (P=0,07) e pós-pastejo (P=0,10). Houve maior (P<0,05) massa de material senescido para o T2 em comparação com o T1, tanto para o pré quanto para o pós-pastejo. Não houve interação (P>0,05) entre tratamentos e períodos.

No trabalho de Bueno (2003), também foi observada igual proporção de folhas na pastagem de capim Mombaça manejada com IED determinado pela IL de 95% em comparação com IL de 100%, durante o verão. No presente estudo, no tratamento com intervalo fixo entre desfolhas de 27 dias (T2) a IL não atingiu 100%, o valor de IL foi de 97,9%.

Os resultados observados para a massa de material senescido pré-pastejo contrastam com os obtidos por Bueno (2003) que não observou diferença na proporção de material senescido em pastagens de capim Mombaça em rebrotação, manejadas com IED determinados pela IL de 95% ou IL de 100%, no verão. Entretanto, Bueno (2003) também observou maior proporção de material senescido no resíduo pós-pastejo, o que está de acordo com os resultados obtidos no presente estudo.

Além da redução na altura do resíduo pós-pastejo no tratamento com IL 95% (T1) em comparação intervalo fixo (T2) entre desfolhas, a qualidade do resíduo também foi melhor no T1 que no T2, com menores massas de material senescido, tendência de maior massa de folhas e menos colmos.

Bueno (2003) observou maior proporção de folhas no resíduo pós-pastejo de capim Mombaça pastejado com 95% de IL em comparação com o pastejo efetuado com 100% de IL, durante as quatro estações do ano. Quanto à proporção de colmos, esse autor observou mais colmos no pré e pós-pastejo para o tratamento com 100% de IL comparado com 95% de IL, durante o verão e na média das quatro estações anuais avaliadas.

Na Tabela 31 são apresentados os dados de composição bromatológica das amostras de pastejo simulado das pastagens.

Tabela 31 - Composição bromatológica de amostras de pastejo simulado das pastagens de capim Elefante submetidas a dois diferentes intervalos entre desfolhas

Componentes	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
Matéria seca, % no alimento	16,58	16,40	0,28	0,42
Proteína bruta, % da MS	14,24	14,58	0,33	0,53
Fibra em detergente neutro, % da MS	65,07	66,99	0,37	0,01
Fibra em detergente ácido, % da MS	35,88	37,05	0,30	0,04
Lignina, % da MS	6,50	6,13	0,23	0,34
Extrato etéreo, % da MS	2,70	3,17	0,07	0,003
Matéria mineral, % da MS	12,02	10,18	0,20	0,007

T1 = intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

Os diferentes IED afetaram ($P < 0,05$) a composição bromatológica do capim Elefante. Houve efeito nos teores de FDN, FDA, EE e MM. Não houve interação entre tratamentos e períodos ($P > 0,05$).

A redução no IED resultou em teores menores de FDN (65,07 e 66,99%) e FDA (35,88 e 37,05) no T1 que no T2. Os teores de PB não diferiram entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Wendling et al. (2004) trabalharam com pastagens de capim Elefante com dois IED (24 e 30 dias) e não observaram efeitos dos diferentes intervalos sobre a composição bromatológica da forragem, exceto uma tendência para maiores teores de PB para a forragem com menor período de descanso. Deresz (2001) e Deresz et al. (2001) também não observaram diferenças na composição bromatológica do capim Elefante manejado com 30, 36 e 45 ou 30 e 45 dias de descanso da pastagem, respectivamente.

Os teores menores de FDN e de FDA no T1 comparado ao T2 podem favorecer o consumo de forragem. Entretanto, de modo geral, as variações na qualidade da forragem foram pouco expressivas entre os tratamentos testados.

Os teores de PB na forragem observados neste estudo foram menores que os relatados por Santos et al. (2005). Estes autores compilaram diversos dados de composição bromatológica de gramíneas tropicais (pastejo simulado) manejadas intensivamente, em áreas experimentais e em áreas comerciais. Os teores de PB variaram de 13 a 22%, com grande incidência de valores superiores a 16% de PB.

Fontaneli (2005) observou valor médio de 20% de PB em capim Elefante (lâminas foliares) durante o verão e outono. As pastagens foram manejadas com IED de 25 a 30 dias e adubadas com 500 kg de N ha⁻¹.

No presente estudo, a dose de N utilizada foi de 2 kg ha⁻¹ dia⁻¹, ou seja, a aplicação total de N durante os 80 dias do período experimental foi a mesma nos dois tratamentos. Em condições práticas, pastagens manejadas com IED menores, deverão receber doses maiores de nutrientes na adubação. Isto deverá resultar no aumento dos teores de N na forragem. Johnson et al. (2001) avaliaram o efeito de diferentes doses de fertilização nitrogenada (39 a 157 kg ha⁻¹) em *Cynodon dactylon* e *Cynodon nlenfuensis*, a cada 28 dias e observaram que os teores de N total nas plantas aumentaram de 1,55 para 2,82% da MS, com as respectivas adubações.

3.4.2 Produção e composição do leite, nitrogênio uréico no plasma, no leite e concentração fecal de cromo

Os valores de produção de leite, PLC-3,5%, composição do leite (gordura, proteína, lactose e sólidos totais), NUL, NUP e concentração fecal de cromo estão apresentados na Tabela 32.

Houve tendência de maiores produções de leite (P=0,12), de PLC-3,5% (P=0,10), de gordura (P=0,08), de lactose (P=0,11), de ST (P=0,12), para as vacas do tratamento T1 em comparação com as vacas do T2.

Tabela 32 – Produção e composição do leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP), no leite (NUL) e concentração fecal de cromo de vacas lactantes mantidas em pastagens de capim Elefante submetidas a dois diferentes intervalos entre desfolhas

Componentes	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
Leite, kg dia ⁻¹	16,72	14,09	0,90	0,12
PLC-3,5%, kg dia ⁻¹	17,65	14,88	0,88	0,10
Gordura, %	3,98	3,75	0,10	0,21
Gordura, kg dia ⁻¹	0,64	0,54	0,03	0,08
Proteína, %	3,23	3,08	0,15	0,60
Proteína, kg dia ⁻¹	0,52	0,44	0,04	0,26
Lactose, %	4,40	4,06	0,09	0,22
Lactose, kg dia ⁻¹	0,72	0,58	0,04	0,11
Sólidos totais, %	11,86	11,75	0,12	0,32
Sólidos totais, kg dia ⁻¹	2,04	1,70	0,11	0,12
NUL, mg dL ⁻¹	13,78	13,89	0,36	0,89
NUP, mg dL ⁻¹	19,20	19,51	1,23	0,70
Concentração de cromo, mg kg ⁻¹	0,81	0,87	0,02	0,17

PLC-3,5% = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, T1 = Intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = Intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = Probabilidade, ² = Erro padrão da média.

A diferença de produção de leite entre as vacas do T1 (16,72 kg dia⁻¹) e do T2 (14,09 kg dia⁻¹) foi de 2,63 kg dia⁻¹ (P=0,12). Esta tendência de aumento quase 19% na produção individual das vacas, com a mesma quantidade de concentrado, teria efeito altamente positivo na receita líquida do sistema de produção, mesmo que não tivesse havido alteração na produção de forragem entre os tratamentos. As tendências de produções maiores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais no T1, foram consequência direta da produção maior de leite no T1 que no T2. As concentrações desses sólidos no leite não foram alteradas pelos tratamentos (P>0,05).

Com base nos dados de avaliação das pastagens, o fator que provavelmente determinou a produção de leite maior no T1 que no T2 foi o consumo de forragem. Apesar de hipotético, com base na concentração fecal de cromo menor no T1 que no T2, o provável consumo de forragem maior no T1 poderia ser consequência de vários fatores: a) características estruturais do dossel que podem favorecer o consumo como a menor altura do dossel no pré e pós-pastejo, maior densidade de forragem maior e b)

características bromatológicas da forragem como os menores teores de FDN e de FDA para o T1 que para o T2.

De modo geral a produção de leite das vacas foi abaixo do esperado, quando consideramos o potencial genético dos animais e a dose fornecida de concentrado. Dois fatores podem ter afetado negativamente o desempenho das vacas: A condição corporal baixa das vacas, na média 2,25 com 129 dias pós-parto e condições de conforto térmico não adequadas. O valor do ECC de 2,25 indica claramente falhas no manejo dos animais no período que antecedeu o experimento. O ECC ao parto e o manejo no período pós-parto foram inadequados e comprometeram o desempenho dos animais.

Ao contrário do observado neste estudo, Wendling et al. (2004) não observaram efeitos da redução no IED do capim Elefante de 30 para 24 dias, na produção de leite das vacas.

Deresz et al. (2001) trabalharam com vacas lactantes em pastagens de capim Elefante com dois IED (30 e 45 dias) e duas alturas de resíduo pós-pastejo (50 e 90 cm). Os autores observaram maior produção de leite para o menor IED, independente da altura do resíduo pós-pastejo.

Deresz (2001) observou maior produção de leite de vacas mantidas em pastagens de capim Elefante com 30 ou 36 dias de descanso quando comparado com o intervalo entre desfolhas de 45 dias, indicando a utilização do período de descanso de 30 dias.

A recuperação do marcador foi muito baixa, o que impossibilitou o cálculo da excreção fecal e do consumo de forragem. Houve tendência ($P=0,17$) de valor mais baixo de concentração de cromo para o T1. Isto pode indicar tendência de consumo de forragem maior no tratamento T1 que no T2.

Não houve efeito dos tratamentos sobre os teores de NUL e NUP ($P>0,05$). A concentração de NUL observada é semelhante aos valores médios registrados por Voltolini et al. (2003) e Martinez (2004) variando de 13,9 a 15,2 mg dL⁻¹ para vacas em lactação, mantidas em pastagens de capim Elefante recebendo suplementação com concentrado. Quanto aos valores de NUP (19,20 e 19,51 mg dL⁻¹), Voltolini et al. (2003) e Martinez (2004) encontraram valores que variaram de 18,6 a 22,0 mg dL⁻¹ e 16,4 a

17,6 mg dL⁻¹, respectivamente, para vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante recebendo suplementação com concentrado de 7,0 kg dia⁻¹.

Tanto os valores de NUL como os de NUP são considerados altos para vacas com produções médias entre 14 a 16 kg de leite dia⁻¹. Os valores indicam excesso de proteína na ração total das vacas (VALADARES et al., 1997). Estes valores sugerem que o teor de 18% de PB do concentrado fornecido foi excessivo. Voltolini et al. (2003) mostraram que em pastagens de capim Elefante com 12% de PB, vacas com produções de leite ao redor de 18,5 kg dia⁻¹, não responderam ao aumento de PB no concentrado acima de 18% na MS. O NRC (2001) sugere para vacas com produção ao redor de 16 kg de leite dia⁻¹, mantidas em pastagens com 14% de PB, a suplementação com concentrado com teor de PB inferior a 15%.

3.4.3 Taxa de lotação e produção de leite por área

Na Tabela 33 são apresentados os dados de produção de leite por área durante o período experimental.

Tabela 33 – Taxa de lotação do pastejo de ponta e do pastejo repasse, produção de leite por área de vacas lactantes mantidas em pastagens de capim Elefante com dois diferentes intervalos entre desfolhas

Componentes	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
Taxa de lotação (vacas ha ⁻¹)	7,18	5,05	0,42	0,002
Taxa de lotação (UA ha ⁻¹)	8,27	5,85	0,46	0,02
Produção de leite (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)	114	75	6,40	0,0004
Taxa de lotação repasse (UA ha ⁻¹)	2,83	3,00	0,16	0,45

T1 = intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

As taxas de lotação (UA ha⁻¹ e vacas ha⁻¹) obtidas no pastejo de ponta do T1 foram aproximadamente 30% superiores as observadas no T2. A produção de leite por área, por sua vez, foi 34% superior (P<0,05) no T1 (114 kg ha⁻¹ dia⁻¹) que no T2 (75 kg ha⁻¹ dia⁻¹). A vantagem expressiva do T1 foi resultado da combinação da taxa de lotação animal e principalmente da produção individual de leite maiores neste tratamento em comparação com o T2.

A produção de leite por área do T1 no período total de utilização das pastagens, poderia resultar em produções superiores a 20.500 kg de leite ha⁻¹, em 180 dias e acima de 40.000 kg de leite⁻¹ ha⁻¹ ano⁻¹, com uma alimentação suplementar adequada no inverno, apesar da produção de leite por animal estar abaixo do esperado, o que demonstra o elevado potencial de produção de leite dos sistemas tropicais, mesmo com menores IED das pastagens e não permitindo que as vacas leiteiras consumam toda a forragem produzida, sendo necessário o uso do pastejo repasse.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre a taxa de lotação para o pastejo de repasse.

O aumento em produtividade, se confirmado em trabalhos posteriores, terá impacto significativo na rentabilidade de sistemas comerciais de produção de leite.

3.4.4 Variação do peso vivo e escore de condição corporal

Os valores médios obtidos para a variação do peso vivo (VPV) e do escore de condição corporal (ECC) estão apresentados na Tabela 34. Pode-se verificar que tanto a VPV (517; 529 kg) quanto o ECC (2,40; 2,53 pontos) foram incrementados durante o ensaio experimental. Entretanto, os valores observados para o ECC (0,16; 0,05 pontos) e para a VPV (4,93; 4,68 kg) foram semelhantes aos reportados por Voltolini et al. (2003), que encontraram valores de 0,06 pontos e 5,87 kg para a VECC e VPV, respectivamente, para vacas em lactação, mantidas em pastagens de capim Elefante, recebendo suplementação com concentrado.

Tabela 34 – Variação do peso vivo (VPV) e variação do escore de condição corporal (VECC) por período de 20 dias, peso vivo inicial (PVi) e escore de condição corporal inicial (ECCi) de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante submetidos a duas diferentes frequências de desfolha

Componentes	Tratamentos		EPM ²	P ¹
	T1	T2		
ECCi, pontos	2,40	2,53	-	-
VECC, pontos	0,16	0,05	0,04	0,06
PVi, kg	517	529	-	-
VPV, kg	4,93	4,68	3,40	0,96

T1 = intervalo entre desfolhas determinado pela interceptação de luz de 95%, T2 = intervalo entre desfolhas fixo de 27 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

Do mesmo modo Martinez (2004), que também trabalhou com vacas em lactação em pastagens de capim Elefante com um ciclo de pastejo próximo a 40 dias, recebendo suplementação com concentrado, observou aumentos médios no ECC de 0,01 pontos e de 4,36 kg de VPV, em períodos de avaliação de 20 dias.

De acordo com Alvim et al. (1997) e Deresz et al. (2001), a produção de leite em pastagens tropicais é acompanhada por perdas ou oscilações em PV e ECC para a manutenção da elevada produção de leite das vacas lactantes. No presente ensaio experimental, a VPV e o ECC inicial das vacas em lactação foram 516 kg e 2,28 pontos, respectivamente, enquanto que no final, os valores obtidos foram 536 kg e 2,75 pontos, evidenciando ganhos de 20 kg de PV e aproximadamente 0,5 pontos no ECC, em um período de 84 dias de avaliação.

Os resultados obtidos indicam que, apesar de moderado ganho de peso no período, devido principalmente a dois animais experimentais que apresentaram afecções de casco e reduziram o PV e o ECC, as vacas lactantes estão se recuperando das fases iniciais da lactação. Apesar de baixo ECC observado no final do estudo (2,75 pontos), com a manutenção dos mesmos índices de aumento no ECC, os animais poderão atingir o ECC necessário no final da lactação, que pode variar de 3,50 a 3,75 pontos.

3.5 Conclusão

O T1, resultou em intervalos variáveis e menores que no T2, com efeitos positivos na produção de forragem, na estrutura da pastagem, na taxa de lotação da pastagem e no desempenho animal individual e por área.

Referências

ALVIM, M.J.; VILELA, D.; LOPES, R.S. Efeito de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite em vacas da raça Holandesa em pastagem de *Coast-cross*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 967-975, 1997.

AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DERESZ, F. A Pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 78, p. 313-324, 1999.

AROEIRA, L.J.M.; LOPES, P.C.F.; SOARES, J.P.G.; DERESZ, F.; VERNEQUE, R.S.; ARCURI, P.B.; MATOS, L.L. Daily intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass rotationally. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n.6, p. 911-917, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12thed. Washington, 1975. 1117 p.

BALSALOBRE, M.A.A. **Desempenho de vacas em lactação sob pastejo rotacionado de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. 1996. 139 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The Influence of swards conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous grazing management. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, p. 323-331, 1983.

BLASER, R.E. Pasture: animal management to evaluate plants and to develop forage systems. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 1-40.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 634 p.

BROUGHAM, R.W. A studying rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, 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**, East Melbourne, v. 9, p. 39-52, 1957.

BROUGHAM, R.W. The effects of frequency and intensity of grazing on the productivity of a pasture of short-rotation ryegrass and red and white clover. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 2, p. 1232-1248, 1959.

BROUGHAM, R.W. The effects of frequent hard grazings at different times of the year on the productivity and species yields of a grass clover pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 3, p. 125-136, 1960.

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

CAMARGO, A.C. Produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 221-242.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da desfolhação de pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de desfolhações intermitentes**. 2003. 136 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARO-COSTAS, R.; VICENTE-CHANDLER, J. Milk production of young Hostein cows fed only on grass pasture over three successive lactations. **Journal of Agriculture of the University Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 58, p. 18-25, 1974.

CORSI, M. **Estudo da produtividade e do valor nutritivo do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), variedade napier, submetido a diferentes frequências de corte**. 1972. 139 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

CORSI, M. Potencial das pastagens para a produção de leite. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C.; De FARIA, V.P. (Ed.). **Bovinocultura leiteira: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 147-154.

CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ., 1997. p.161-192.

Da SILVA, S.C. Manejo do pastejo para a obtenção de forragem de qualidade. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 7., 2005, Goiânia. Goiânia: CBNA, 2005. p.117-146.

DERESZ, F. Influência do período de descanso da pastagem de capim Elefante na produção de vacas mestiças Holandês-Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 461-469, 2001.

DERESZ, F.; LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M. Influência de estratégias de manejo em pastagem de capim Elefante na produção de leite de vacas Holandês x Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 4, p. 1-10 2001.

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 Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 848-856, 1998.

FONTANELI, R.S. **Produção de leite de vacas da raça Holandesa em pastagens tropicais perenes no planalto médio do Rio Grande do Sul**. 2005. 174 p. Tese (Doutorado - Plantas Forrageiras) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis**. Washington, D.C:USDA, 1970. Agricultural Research Service, (USDA, Handbook, 379), 1v.

GOMIDE, J.A. Produção de leite em regime de pasto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 591-613, 1993.

HILLESHEIM, A. **Fatores que afetam o consumo e perdas de capim elefante sob pastejo**. 1987. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

HODGSON, J. The significance of swards characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., 1985, Kyoto. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1985. p. 63-67.

HODGSON, J.; Da SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

HODGSON, J.; BIRCHAM, J.S.; GRANT, S.A.; KING, J. Influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: WRIGHT, C.E. **Plant physiology and herbage production**. Maidenhead: British Grassland Society, 1981. p. 51-62.

JOHNSON, C.R.; REILING, B.A.; MISLEVY, P.; HALL, M.B. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber and protein fractions of tropical grasses. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 79, p. 2439-2448, 2001.

KORTE, C.J.; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring grazing management of a ryegrass dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 25, p. 309-319, 1982.

LUPINACCI, A.V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. Marandú submetido a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. **Managed grasslands analytical studies**. New York: Elsevier Science, 1987.

MARTINEZ, J.C. **Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada no concentrado de vacas leiteiras mantidas em pastagens de capim Elefante durante o outono-inverno**. 2004. 110 p. (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MELLO, A.C.L. **Respostas morfofisiológicas do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) irrigado em três intensidades de desfolhas e lotação rotacionada**. 2002. 67 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MORENO, L.S.B. **Produção de forragem de capins do gênero *Panicum* e modelagem de respostas produtivas e morfofisiológicas em função de variáveis climáticas**. 2004. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

NASCIMENTO FILHO, V.F. **Técnicas analíticas nucleares de fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF) e por reflexão total (TXRF)**. Piracicaba: ESALQ, Depto. de Física e Meteorologia; CENA, 1999. 32 p. Disponível em:

http://web.cena.usp.br/apostilas/Virgilio/cen-5723/EDXRF_TXRF.doc. Acesso em: 21 out. 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7thed. Washington: National Academic Press, 2001. 408 p.

PEIXOTO, A.M. O departamento de zootecnia da Esalq e o manejo do capim Elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., 1994, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 1-18.

SANTOS, F.A.P.; JUCHEM, S.O. Sistemas de produção de leite a base de forrageiras tropicais. In: FONTANELI, R.S.; DÜRR, J.W. (Ed.). **Sistemas de produção de leite**. Passo Fundo: UFRGS, 2001. p. 22-36.

SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; VOLTOLINI, T.V.; NUSSIO, C.M.B. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO GIOANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., 2003, Goiânia, GO. **Anais** Goiânia: CBNA, 2003. p. 289-346.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.P.; MARTINEZ, J.C.; PENATI, M.A.A. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2005. p. 219-294.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics; version 8**. Cary, 1999. 965 p.

SBRISSIA, A.F.; Da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagem e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ; SBZ, 2001. p. 731-754.

STOBBS, T.H. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 9, p.141-159, 1975.

TYRRELL, H.F.; REID, J.T. Prediction of energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 48, p. 1215-1223, 1965.

UEBELE, M.C. **Produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetido a regimes de lotação intermitente**. 2002. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidade e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n.6, p. 1259-1263, 1997.

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; IMAIZUMI, H.; PENATI, M.A. Teores de proteína bruta para se atingir a adequação em proteína metabolizável na dieta de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

WENDLING, I.J.; ALENCAR, C.A.B.; TEIXEIRA, S.R.; SOARES, H.M.; SOUZA, F.A.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; DERESZ, F. Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de capim elefante (cv. Pioneiro) submetido a dois períodos de descanso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Piracicaba: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.; TROUTT, Jr., H.F.; LESCH, T.N. A dairy condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 65, p.495-501, 1982.

4 ADEQUAÇÃO PROTÉICA EM RAÇÕES COM CANA-DE-AÇÚCAR PARA VACAS EM LACTAÇÃO

Resumo

No presente trabalho estudou-se o efeito da inclusão de doses crescentes de proteína metabolizável (PM) na ração de vacas lactantes alimentadas com cana-de-açúcar. O ensaio foi conduzido no sistema de produção de leite do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ. Foram utilizadas 18 vacas, sendo que nove delas apresentavam 93 dias de lactação, 517 kg de peso vivo e 18,0 kg de leite enquanto as outras nove vacas apresentavam 168 dias em lactação, 547 kg de peso vivo e 11,02 kg de leite, no início do experimento. Os dados foram analisados separadamente para os dois grupos de produção de leite. Os tratamentos T1, T2 e T3 foram aplicados para o grupo de vacas de maior produção (18 kg dia⁻¹) e os tratamentos T4, T5 e T6 para o grupo de menor produção (10,0 kg dia⁻¹). As rações foram isoprotéicas dentro de cada grupo de produção. Nos tratamentos T1 e T4, foi adotada a recomendação tradicional de adicionar 1kg da mistura uréia e sulfato de amônia para cada 100 kg de matéria natural de cana-de-açúcar; De acordo com o NRC (2001), nessas rações houve excesso de proteína degradável no rúmen (PDR) e deficiência de PM. Nas rações dos tratamentos T2 e T5, a dose de uréia foi reduzida e a do farelo de soja foi aumentada. De acordo com o NRC (2001), essas rações apresentavam balanços positivos de PDR e de PM. Nos tratamentos T3 e T6, as doses de uréia foram as mais baixas e as de farelo de soja as mais altas, resultando em excesso de PM nas rações. O delineamento estatístico adotado foi o quadrado latino 3 x 3 com três repetições para ambos os grupos de menor e de maior produção de leite. Para o grupo de vacas de maior produção de leite, os tratamentos não afetaram ($P>0,05$) os CMS (14,93; 14,10; 13,70 kg de MS dia⁻¹), as produções de leite (18,07; 17,19; 17,42 kg vaca⁻¹ dia⁻¹), os teores de gordura do leite (3,59; 3,65; 3,54%), os teores de proteína do leite (3,22; 3,20; 3,18%), as concentrações de nitrogênio uréico no leite (13,42; 13,26; 14,03 mg dL⁻¹), no plasma sanguíneo (19,03; 19,22; 20,02 mg dL⁻¹), as variações do peso vivo (7,55; 8,55; 7,11 kg) e de condição corporal (0,13; -0,08; 0,00 pontos) para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente. Para o grupo de vacas de menor produção de leite, os tratamentos também não afetaram ($P>0,05$) os CMS (12,73; 11,93; 11,87 kg de MS dia⁻¹), as produções de leite (10,00; 10,24; 10,12 kg vaca⁻¹ dia⁻¹), os teores de gordura do leite (3,70; 3,75; 3,75%), os teores de proteína do leite (3,02; 3,15; 3,17%), as concentrações de nitrogênio uréico no leite (13,62; 13,48; 14,12 mg dL⁻¹) e no plasma sanguíneo (19,23; 19,32; 20,12 mg dL⁻¹) e as variações do peso vivo (8,48; 4,41; 13,44 kg) e de condição corporal (0,03; 0,07; 0,03 pontos) para os tratamentos T4, T5 e T6, respectivamente. A recomendação de corrigir as rações com cana-de-açúcar com 1% da mistura uréia-sulfato de amônia na matéria natural foi adequada tanto para vacas produzindo 10,0 quanto 18,0 kg de leite dia⁻¹. Não houve vantagem em aumentar o suprimento de PM para essas vacas.

Palavras-chave: Alimentação suplementar; Fontes protéicas; Produção de leite

PROTEIN ADEQUACY IN SUGARCANE BASED DIETS FOR LACTATING DAIRY COWS

Abstract

The objectives of this trial were to evaluate increasing metabolizable protein (MP) supply for lactating dairy cows fed sugar cane based diets. The trial was conducted at the Animal Sciences Department, USP/ESALQ. Eighteen lactating cows were used. Nine cows were 93 days in milk, 517 kg live weight and were producing 18.0 kg milk day⁻¹ and the other 9 cows were 168 days in milk, 547 kg live weight and were producing 11.02 kg milk day⁻¹, at the beginning of the trial. Data were analyzed within each group of 9 cows. The treatments T1, T2 and T3 were applied to the cows producing 18 kg of milk day⁻¹. Treatments T4, T5 and T6 were applied to the cows producing 11 kg of milk day⁻¹. Rations were isonitrogenous within each group of 9 cows. Soybean meal was increased and urea was decreased from T1 through T3 for the cows milking 18,0 kg day⁻¹. The same was done for treatments T4 through T6 for the cows milking 10,0 kg day⁻¹. According to NRC (2001), cows on T1 were under negative metabolizable protein balance. Data were analyzed as 3 x 3 latin square design replicated three times for both group of cows. For the group of higher milk yield the treatments had no effects ($P>0.05$) on dry matter intake (14.93; 14.10; 13.70 kg of DM day⁻¹), on milk yield (18.07; 17.19; 17.42 kg cow⁻¹ day⁻¹), on milk fat content (3.59; 3.65; 3.54%), on milk protein content (3.22; 3.20; 3.18%), on milk urea nitrogen (13.42; 13.26; 14.03 mg dL⁻¹) on plasma urea nitrogen (19.03; 19.22; 20.02 mg dL⁻¹) on body weight variations (7.55; 8.55; 7.11 kg day⁻¹) and on body condition score variation (0.13; -0.08; 0.00 points) for T1, T2 e T3 respectively. For the lower producing group treatments also had no effects ($P>0.05$) on dry matter intake (12.73; 11.93; 11.87 kg of DM day⁻¹), on milk yield (10.00; 10.24; 10.12 kg cow⁻¹ day⁻¹), on milk fat content (3.70; 3.75; 3.75%), on milk protein content (3.02; 3.15; 3.17), on milk urea nitrogen (13.62; 13.48; 14.12 mg dL⁻¹), on plasma urea nitrogen (19.23; 19.32; 20.12 mg dL⁻¹) on body weight variations (8.48; 4.41; 13.44 kg day⁻¹) and on body condition score variation (0.03; 0.07; 0.03 points) for the T4, T5 e T6 respectively. There were no advantages in feeding more MP than the supplied in T1 for cows milking 18 kg day⁻¹ or in T4 for cows milking 10 kg day⁻¹.

Keywords: Supplemental feeding; Protein sources; Milk production

4.1 Introdução

Um dos principais limitantes dos sistemas de produção de leite no Brasil é a estacionalidade de produção das pastagens. As forrageiras tropicais se caracterizam por apresentar elevada produção de MS durante a estação chuvosa e quente do ano. Durante a estação fria e seca, a produção de forragem diminui drasticamente (ROLIM, 1980). Este fato limita a produção individual das vacas e a produção por unidade de área dos sistemas de produção de leite (SANTOS; JUCHEM, 2001).

O planejamento da alimentação do rebanho deve ser elaborado visando a produção de forragem para suprir as exigências tanto quantitativas quanto qualitativas dos animais durante o ano todo. A intensificação do uso das pastagens tropicais através da correção da fertilidade do solo e do manejo do pastejo, eleva a produção e utilização dos recursos forrageiros e a taxa de lotação durante o período de utilização das pastagens (SANTOS et al., 2003). Entretanto, essa estratégia pode comprometer o sistema de produção no restante do ano, caso a propriedade não esteja preparada para a alimentação do rebanho durante o inverno.

Neste sentido, o planejamento de produção e a utilização dos recursos forrageiros destinados à alimentação dos animais durante a estação seca são fundamentais para garantir níveis de produção de leite satisfatórios e capazes de promover o retorno econômico para as propriedades leiteiras (SANTOS et al., 2005).

A cana-de-açúcar é um recurso forrageiro largamente empregado na alimentação dos rebanhos leiteiros durante esse período. Estimativas publicadas por Landell et al. (2002) indicam que no Brasil são cultivados acima de 500 mil hectares de cana-de-açúcar para a alimentação animal.

As características que fazem a cana-de-açúcar ocupar esse lugar de destaque no cenário nacional dizem respeito a sua elevada produção de MS, ao seu período de utilização, que ocorre em coincidência com o período de escassez de produção de forragens pelas pastagens e pelo aumento no coeficiente de digestibilidade da MS com a maturidade da planta, ou seja, o oposto do que acontece com a maioria das demais plantas forrageiras de origem tropical (FERNANDES et al., 2003).

Entretanto, esse volumoso apresenta sérias limitações nutricionais, como o reduzido CMS, teores baixos de energia, proteína, compostos nitrogenados e baixa digestibilidade dos componentes da parede celular. Estas limitações inviabilizam o uso da cana-de-açúcar para a alimentação de ruminantes como alimento exclusivo, sem as devidas correções de suas carências nutricionais (SOUSA et al., 2003; MAGALHÃES et al., 2004; MENDONÇA et al., 2004).

O balanceamento de rações com cana-de-açúcar exige a utilização de suplementos minerais e vitamínicos específicos para esse volumoso, assim como, a utilização de suplementos energéticos e protéicos para garantir desempenho animal satisfatório (SANTOS et al., 2005).

Contudo, o grande parceiro da cana-de-açúcar, em rações para animais ruminantes, é a uréia. É uma fonte de nitrogênio não protéico, que possui 45% de N e apresenta equivalente protéico superior a 280% de PB. Dessa forma, consiste em fonte menos onerosa de N para a alimentação dos ruminantes (PEREIRA, 1995). O sulfato de amônia é utilizado em associação com a uréia, como fonte de enxofre (S), visando maior aporte de aminoácidos sulfurados para o intestino delgado e também para melhorar a retenção de N pelo rúmen (WALLI; MUDGAL, 1981).

Há uma recomendação clássica para a utilização da mistura de uréia e sulfato de amônia em rações com cana-de-açúcar, para a alimentação de ruminantes, extraída de uma série de ensaios experimentais desenvolvidos principalmente no México e República Dominicana. Consiste na recomendação do uso de 1 kg da mistura composta por uréia e sulfato de amônio (nove partes de uréia para cada parte de sulfato de amônio) para cada 100 kg de MN da cana-de-açúcar *in natura* (ALVAREZ; PRESTON, 1976). Essa receita foi bastante difundida nos sistemas de produção de leite e corte em todo o Brasil, principalmente nas regiões que utilizam sistemas de produção baseados em pastagens e cana-de-açúcar, durante o ano.

Entretanto, a utilização exclusiva de uréia nos suplementos protéicos promove resultados inferiores aos obtidos com o uso associado de fontes de nitrogênio não protéico como a uréia e fontes de proteína verdadeira, como o farelo de soja ou o farelo de algodão (ALVAREZ; PRESTON, 1976).

Os sistemas de nutrição e formulação de rações para ruminantes evoluíram do conceito de utilização da PB como referencial protéico para as adequações das rações em PDR e em PM (RUSSELL et al., 1992; SNIFFEN et al., 1992; NRC, 2001). O uso dessas ferramentas permite teoricamente, formular rações que supram as exigências da população microbiana em compostos nitrogenados (PDR) e as exigências do animal, em aminoácidos absorvíveis no intestino delgado (PM). Dessa maneira é possível melhorar a eficiência de utilização da proteína e diminuir a sua excreção para o ambiente.

Quando rações com cana-de-açúcar corrigidas com 1% de uréia ou da mistura uréia e sulfato de amônia (9:1) são avaliadas através do programa do NRC (2001), há indicação de excesso de PDR e deficiência de PM para vacas com produções diárias superiores de 10 kg de leite ou mais. Caso as predições do NRC (2001) estejam corretas, a produção de leite será prejudicada, a demanda energética para a excreção do excesso de amônia será elevada e poderá haver prejuízos de ordem reprodutiva. Ademais, como demanda mais recente, o excesso de N liberado, poderá levar à contaminação ambiental (MEYER, 2003).

Desse modo, os objetivo do presente trabalho foi comparar três rações para vacas com produções de 10 e de 18 kg de leite dia^{-1} , formuladas com a utilização do NRC (2001). Uma ração foi formulada conforme a recomendação tradicional de se adicionar 1kg da mistura (uréia e sulfato de amônia) para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*. De acordo com o NRC (2001) esta ração conteria excesso de PDR e deficiência de PM. Uma segunda ração foi formulada para suprir doses adequadas de PDR e de PM de acordo com o NRC (2001). A terceira ração foi formulada para conter balanço de PM acima do recomendado pelo NRC (2001). O aumento no teor de PM das rações foi obtido pela redução dos teores de uréia e aumento do farelo de soja das rações.

4.2 Desenvolvimento

4.2.1 Revisão bibliográfica

4.2.1.1 Cana-de-açúcar no sistema de produção de leite

Sistemas intensivos de produção de leite podem atingir produtividades superiores a 30.000 kg de leite ha⁻¹ ano⁻¹ (CORSI, 1986; SANTOS et al., 2005).

Entretanto, no Brasil Central a produção das pastagens é sazonal, devido a ocorrência de duas épocas distintas, a estação chuvosa e a estação seca do ano. Entre 70 a 90% da produção das forrageiras tropicais ocorre na estação quente e chuvosa do ano (ROLIM, 1980), a intensificação do uso das pastagens no período quente e chuvoso acentua ainda a necessidade de forragens suplementares destinadas à alimentação animal durante a estação seca do ano (CORSI, 1986).

Diversas estratégias são utilizadas para suprir essa deficiência de ordem quantitativa de recursos forrageiros, tais como: cultivo de pastagens de clima temperado com irrigação, venda de animais, arrendamentos de áreas de pastagem e a utilização de alimentação volumosa suplementar. Esta última pode ser efetuada de várias formas, dentre elas, destacam-se as silagens de milho, sorgo e de plantas forrageiras tropicais, o feno de gramíneas tropicais (NUSSIO et al., 2001) e a cana-de-açúcar fornecida *in natura* ou na forma de silagem (SCHIMIDT et al., 2004).

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) possui grande destaque para a alimentação animal. Isto se deve ao seu potencial elevado de produção de MS, ao custo baixo por unidade de MS produzida comparativamente com outros alimentos volumosos, por atingir ponto ideal de colheita coincidente com o período de escassez de forragens das pastagens, por manter seu valor nutritivo por períodos longos e por apresentar taxa de risco menor que outras culturas. Difícilmente ocorrem perdas totais da cultura, com exceção de queimadas e geadas (OLIVEIRA, 1999). Mesmo no caso de queimadas ou geadas, o material pode ser ensilado, mantendo bom valor nutritivo com o uso de aditivos específicos (NUSSIO et al., 2003).

4.2.1.2 Considerações gerais sobre o uso de cana-de-açúcar

As diferentes espécies de cana-de-açúcar, conhecidas em todo o mundo, são de várias origens: as canas “nobres” (*Saccharum officinarum* L.) ou tropicais são originárias da Oceania, particularmente da Nova Guiné, enquanto que as canas “Indianas”, Japonesas e Chinesas, são originárias do continente Asiático (OLIVEIRA, 1999). No Brasil, a cana-de-açúcar foi introduzida no início do século XVI por Martin Afonso de Souza, proveniente da Ilha da Madeira, em 1532. Tal fato deu-se na Capitania de São Vicente, hoje Estado de São Paulo, e, posteriormente, disseminou-se para todo o Brasil (PLANALSUCAR, 1986).

Estimativas a respeito do cultivo dessa cultura no Brasil indicam crescimento de aproximadamente 5% ao ano em área colhida e em produção para os próximos dez anos. Para o ano de 2010, estima-se uma produção de aproximadamente 500 milhões de toneladas em 6,5 milhões de hectares. Desse modo, o Brasil, que é o atual maior produtor de açúcar e álcool do mundo, deverá sustentar essa posição por mais alguns anos (FNP, 2005).

Na alimentação animal não é diferente. Cada vez mais, a cana-de-açúcar se consolida como alimento importante para os bovinos durante a estação seca do ano. De acordo com Landell et al. (2002), aproximadamente 500 mil hectares de cana-de-açúcar são destinados à alimentação animal, principalmente para rebanhos leiteiros, sendo que, desde a década de 50, a cana-de-açúcar era utilizada como recurso forrageiro para os rebanhos leiteiros em 50% das propriedades.

4.2.1.3 Características agronômicas e produção de matéria seca

Na alimentação animal, a cana-de-açúcar apresenta grande plasticidade, podendo ser utilizada *in natura*, queimada, ou na forma de silagem. Além disso, a cana-de-açúcar pode ser submetida a tratamentos químicos, físicos e microbiológicos. Diversos sub-produtos são obtidos a partir de seu processamento industrial para a obtenção do álcool e açúcar. Destes, pode-se destacar a levedura, o bagaço, a torta de filtro, a vinhaça e o caldo de cana (De FARIA, 1993).

De acordo com Oliveira (1999), bons canaviais podem produzir 80 a 120 toneladas de MN ha⁻¹ ano⁻¹, ou 20 a 36 toneladas de MS, considerando-se o teor de MS da cana-de-açúcar em torno de 25 a 30%. Os canaviais podem se manter produtivos por vários anos, porém, em geral, a tendência é de queda na produção com a seqüência de cortes. A vida útil de canaviais bem manejados pode superar seis cortes.

Dados recentes de produção de cana-de-açúcar, provenientes de ensaios experimentais que tiveram como objetivo a seleção desse recurso forrageiro, para a alimentação animal, indicaram potencial de produção de MS de 150 a 210 toneladas de MN ha⁻¹ ano⁻¹, ou 40 a 60 toneladas de MS ha⁻¹ ano⁻¹ (TOWNSEND et al., 2003; FRANÇA et al., 2004; SCHIMIDT et al., 2004).

As variedades destinadas à alimentação animal devem apresentar características como: elevada produção de MS, bom perfilhamento, resistência a pragas e doenças, resistência ao florescimento, teor alto de sacarose e bom valor nutritivo (OLIVEIRA, 1999). A utilização para a alimentação animal deve estar apoiada, dentre outros critérios, na relação FDN/açúcares solúveis, optando por variedades que apresentem baixos valores nessa relação, com a finalidade de incrementar o consumo de energia pelos animais (GOODING, 1982).

De acordo com Nussio e Schimidt (2005), a cana-de-açúcar pode reduzir consideravelmente os custos de produção de leite, pois sua produção de MS é superior a outros volumosos tradicionais, como a silagem de milho e a silagem de sorgo. Além disso, a cana-de-açúcar destaca-se frente às silagens de capins tropicais, que apresentam potencial de produção de MS semelhantes, pelo custo menor de produção.

No entanto, as rações com cana-de-açúcar apresentam como desvantagem, a necessidade de suplementação com doses maiores de alimentos concentrados, em comparação com a silagem de milho ou de sorgo, para a mesma produção dos animais (NUSSIO et al., 2003). Mesmo assim, os custos de produção de leite com rações com cana-de-açúcar têm se mostrados muito competitivos em comparação com outras alternativas de forragem suplementar durante a seca (NUSSIO; SCHIMIDT, 2005).

Em simulações para auxiliar na tomada de decisão de alimentos volumosos destinados à alimentação de vacas leiteiras durante a seca, as rações com cana-de-açúcar podem representar economia de até 30% no custo de produção de leite, em

comparação com as silagens de milho, sorgo e gramíneas forrageiras tropicais (CEPEA, 2004).

4.2.1.4 Qualidade da cana-de-açúcar destinada à alimentação animal

A qualidade da cana-de-açúcar não depende apenas de sua composição química, mas de um conjunto de parâmetros qualitativos, como o consumo de MS pelos animais, as características morfológicas da planta, a digestibilidade, a cinética de degradação dos componentes, o comportamento ingestivo dos animais e vários outros critérios qualitativos que auxiliam na escolha e seleção de variedades com qualidade superior (SANTOS et al., 2005).

Em geral, a cana-de-açúcar apresenta teores médios de MS da ordem de 30% no momento da colheita, baixos teores de MM (0,70 a 3,50%), EE (1,30 a 4,10%) e PB (1,60 a 4,0%) e um elevado teor de carboidratos totais (95%), dos quais em torno de 35% são carboidratos não fibrosos (PEREIRA, 1995).

Além dos teores baixos em PB e minerais (PEREIRA, 1995) outras deficiências da cana-de-açúcar estão relacionadas aos teores baixos de precursores gliconeogênicos (FERREIRO et al., 1977), digestibilidade baixa da parede celular (BOBADILLA; ROWE, 1979) e taxa de digestão baixa dos componentes da parede celular (ORSKOV; HOVELL, 1978; RAVELO et al., 1978).

O comportamento da digestibilidade da MS da cana-de-açúcar difere das demais plantas forrageiras tropicais. Trata-se do acúmulo de carboidratos não fibrosos, principalmente sacarose, devido à maturidade da planta, o que eleva a diluição dos demais componentes da planta, favorecendo o incremento do coeficiente de digestibilidade da MS (MATSUOKA; HOFFMANN, 1993).

Uma medida dos teores de carboidratos não fibrosos da planta é o Brix que, associado ao teor de fibra e potencial de produção, tornam-se características fundamentais na avaliação e escolha da variedade de cana-de-açúcar a ser fornecida para os animais. Entretanto, outras características como a composição morfológica da planta e a relação FDN/Brix, também são importantes para auxiliar na seleção e

escolha das variedades de cana-de-açúcar. Os valores médios de Brix devem variar de 17 a 23 graus (OLIVEIRA, 1999).

Segundo Rodrigues et al. (1997), os critérios para escolha de variedades para a alimentação de bovinos são a relação FDN/Brix, teor de FDN na planta, e a porcentagem de colmos. Dessa forma, eles definem como critérios de seleção, porcentagem de FDN abaixo de 52% na MS, relação FDN/Brix inferior ou igual a 2,7 e proporção de colmos superior a 80% na MS da planta.

Matsuoka e Hoffmann (1993) efetuaram revisão bibliográfica referente às características das variedades de cana-de-açúcar. Os autores concluíram que quanto mais rica em açúcar for a variedade de cana-de-açúcar, melhor será sua qualidade como recurso forrageiro para a alimentação dos ruminantes.

4.2.1.5 Limitações nutricionais da cana-de-açúcar para vacas em lactação

Desde as décadas de 40 e 50, estudos têm avaliado o potencial da cana-de-açúcar como alimento volumoso para vacas em lactação. Nos trabalhos iniciais foi observado que animais alimentados com cana-de-açúcar, apresentavam desempenhos desfavoráveis quando comparados a outros alimentos volumosos (ATHANASSOF, 1940; JARDIM et al., 1951).

Posteriormente, em diversos trabalhos experimentais conduzidos com vacas leiteiras (NAUFEL et al., 1969; PAIVA et al., 1991; VALVASORI et al., 1998; PIRES et al., 1999; COSTA et al., 2004; MENDONÇA et al., 2004), que avaliaram a substituição de até 100% do volumoso da ração (principalmente silagem de milho) por cana-de-açúcar, foram observadas reduções diárias no consumo da ordem de 2,30 kg de MS. No trabalho de Costa et al. (2004), foram observadas as maiores variações. Nesse caso, a substituição do volumoso das rações, dependendo da proporção utilizada, promoveu reduções no CMS entre 0,02 a 4,0 kg de MS.

A substituição gradativa de alimentos volumosos suplementares (silagem de sorgo, silagem de milho) pela cana-de-açúcar, na maioria dos trabalhos, promoveu queda no consumo e na produção de leite das vacas em lactação, independente dos

níveis de substituição utilizados. A redução no CMS foi da ordem de 0,40 a 1,90 kg de MS dia⁻¹ (NOGUEIRA FILHO et al., 1977; VALVASORI et al., 1998).

Além da redução do CMS e da produção de leite, foi observada menor eficiência alimentar (SOUSA et al., 2003; COSTA et al., 2004), coeficientes de digestibilidade da parede celular e da PB menores (COSTA et al., 2004), balanços de N menores, síntese microbiana no rúmen menor e maior concentração de NUL e NUP nos animais que consumiram rações com cana-de-açúcar em comparação com rações com silagem de milho (MENDONÇA et al., 2004).

Diante de inúmeras limitações nutricionais, a utilização da cana-de-açúcar como alimento exclusivo, sem as devidas correções nutricionais não se constitui em alimento adequado para a nutrição dos microrganismos ruminais e do hospedeiro e sequer atende as exigências de manutenção das vacas em lactação (PEREIRA, 1999).

No entanto, apesar de diversos trabalhos indicarem menor potencial da cana-de-açúcar em garantir produções altas de leite, em comparação com outros alimentos volumosos, a sua utilização vem crescendo, principalmente para os rebanhos leiteiros (LANDELL et al., 2002). As principais explicações para tal fato são a produção de MS alta por unidade de área com custo baixo. No Brasil, os gastos com alimentação do rebanho são os principais componentes do custo total de produção de leite, em torno de 46% (CEPEA, 2004).

Historicamente, vários estudos foram conduzidos a partir da década de 70 com o objetivo de otimizar o desempenho de bovinos alimentados com cana-de-açúcar (BANDA; VALDEZ, 1976; SILVESTRE et al., 1976; PRESTON, 1977; MONTPELLIER; PRESTON, 1977; FERREIRO; PRESTON, 1977; FERREIRO et al., 1977; PRIEGO et al., 1977; PRIEGO; LORA, 1977; ELLIOT et al., 1978; ORSKOV; ROVELL, 1978; RAVELO et al., 1978; GOODING, 1982).

Um dos principais focos dos trabalhos iniciais foi a correção da deficiência protéica da cana-de-açúcar. Estudos foram conduzidos na tentativa de se determinar doses ótimas de uréia para essa correção. Alvarez e Preston (1976), avaliaram concentrações crescentes de uréia (0; 0,375; 0,75; 1,125 e 1,5%) na MN da cana-de-açúcar para novilhos de corte, alimentados com esse volumoso e suplementados com melaço e 1,0 kg dia⁻¹ de farelo de polidura de arroz. O CMS, ganho de peso diário e

eficiência alimentar foram maiores com a dose de uréia de 1,5% na MN da cana. Esse teor de uréia na ração foi equivalente a 40g de N por kg de MS digerida, superior ao valor de 35g de N por kg de MS digerida, considerado ótimo por Satter e Slytter (1974).

Apesar dos teores de uréia entre 1,3 a 1,5% da MN da cana-de-açúcar serem os que proporcionam os melhores resultados em desempenho animal, em revisões subseqüentes (PRESTON, 1977), os autores relataram que o mais correto seria a utilização de 30g por kg de MS muito próximo a 1kg de uréia para cada 100 kg de MN de cana-de-açúcar.

Na época, Preston (1977) sugeriu os principais passos para a correção das deficiências nutricionais das rações com cana-de-açúcar: uso de suplementos minerais e vitamínicos adequados, o fornecimento de fontes protéicas ricas em PNDR, o uso de 3g de N fermentável para cada 100g de matéria orgânica fermentável e o fornecimento de precursores gliconeogênicos para os compartimentos pós-ruminais. Além disso, esse autor recomendou a utilização de enxofre (S), com mistura de 80% de uréia e 20% de sulfato de amônia, gerando uma relação de 10 partes de N para cada parte de S.

A utilização da uréia em rações com cana-de-açúcar foi amplamente difundida nos sistemas de produção de leite no Brasil e se tornou tradicional a recomendação do fornecimento de 1 kg da mistura de uréia e sulfato de amônio para cada 100 kg de MN de cana-de-açúcar.

Os suplementos protéicos podem representar boa parte do custo das rações com cana-de-açúcar (SILVA et al., 2001). A uréia tem sido utilizada nessas rações com o objetivo de corrigir a deficiência protéica da cana-de-açúcar com custos baixos. No entanto, sua utilização deve obedecer alguns critérios de fornecimento, pois este ingrediente pode desencadear intoxicações nos animais (LÓPEZ, 1984). Para evitar tais problemas os animais devem ser adaptados gradativamente às rações com uréia (HUBER, 1984).

No Brasil, o farelo de soja e o farelo de algodão são as fontes protéicas tradicionalmente mais utilizadas na alimentação de vacas em lactação. A uréia é normalmente utilizada em substituição parcial a essas fontes protéicas. Contudo, o uso da uréia na ração de vacas lactantes é freqüentemente colocado em dúvida, em comparação com as outras fontes protéicas, principalmente para vacas de alto mérito

genético. Entretanto, não restam dúvidas que sua utilização na alimentação dos animais ruminantes pode promover consideráveis benefícios econômicos (MENDONÇA et al., 2004).

Vários aspectos da utilização de fontes protéicas e teores de uréia na ração de animais alimentados com cana-de-açúcar foram estudados por diversos autores: desempenho animal (BENINTENDI et al., 1987; MENDONÇA et al., 2004), consumo de MS total (STACCHINI, 1998), parâmetros ruminais (FERREIRO et al., 1977), digestibilidade da MS do volumoso (STACCHINI, 1998), digestibilidade dos demais nutrientes (MENDONÇA et al., 2004) e o comportamento ingestivo, cinética de digestão ruminal e intestinal e balanço de N (STACCHINI, 1998).

Mendonça et al. (2004) compararam teores de uréia (0,35% e 1% na MN da cana-de-açúcar) em combinação com proporções de volumoso na ração (50 e 60%). Foram avaliadas três rações: 1) 60% de volumoso e 0,35% de uréia na MN da cana-de-açúcar, com o objetivo de atingir teores de PB próximos da silagem de milho; 2) 60% de volumoso e teor de uréia de 1% da MN da cana-de-açúcar; 3) 50% de volumoso e 1% de uréia na MN da cana-de-açúcar. As rações utilizadas foram isoprotéicas. Não houve efeito dos teores de uréia sobre o desempenho e a composição do leite das vacas lactantes, assim como para os coeficientes de digestibilidade da FDN.

Benintendi et al. (1987), avaliaram a produção de leite de vacas recebendo rações com cana-de-açúcar suplementadas com uréia e/ou farelo de algodão. As vacas receberam, além do alimento volumoso e da fonte protéica, ingredientes energéticos. Não foram observadas diferenças entre as fontes protéicas para a produção de leite ou para a produção de leite corrigida; entretanto, os animais alimentados com ração contendo farelo de algodão, apresentaram maior ganho de peso comparativamente com animais recebendo rações com uréia.

O CMS e a digestibilidade de rações com cana-de-açúcar foram estudados por Stacchini (1998). O autor comparou o farelo de soja com teores crescentes de uréia na ração (1,0; 1,5 e 2,0% de uréia na MN da cana-de-açúcar). O farelo de soja aumentou o CMS das rações. O aumento nos teores de uréia levou a um aumento no teor de PB das rações; mas não aumentou o CMS das rações. A digestibilidade da MS e FDA foi maior com farelo de soja que com 1% de uréia. Quando se adicionou 1,5% de uréia na

MN da cana-de-açúcar os coeficientes de digestibilidade foram similares aos das rações com farelo de soja.

Matos (1991) não observou diferenças na eficiência da síntese de proteína microbiana com a utilização de diferentes teores de uréia (1,0 e 1,5% na MN da cana-de-açúcar).

Com relação aos parâmetros de degradabilidade, Silveira et al. (2004) avaliaram a influência da suplementação protéica nos parâmetros ruminais de bovinos alimentados com cana-de-açúcar e destacaram a importância da suplementação protéica para o aumento nos parâmetros relacionados com a digestibilidade e a degradabilidade dos componentes das rações.

Figueira et al. (1993), estudaram a dinâmica ruminal e pós ruminal em rações com cana-de-açúcar e caroço de algodão, com diferentes teores de uréia (1,0; 1,5 e 2,0% na MN da cana-de-açúcar) para vacas em lactação. Não foram observadas diferenças nas taxas de passagem ruminal e pós ruminal e no tempo de trânsito das rações. Entretanto, o tempo de retenção no rúmen foi menor para rações com 1,5% de uréia. Os teores de uréia também não afetaram a taxa de degradação do caroço de algodão.

Nos estudos de Aroeira et al. (1993) e Carmo et al. (2000), a suplementação com 1,0; 1,5 e 2,0% de uréia na MN da cana-de-açúcar assim como com farelo de soja, farelo de glúten de milho e combinações, não afetaram os parâmetros de degradabilidade das rações.

Na Tabela 35, são apresentados dados médios provenientes da revisão de vários experimentos com rações contendo cana-de-açúcar para vacas em lactação.

Tabela 35 – Consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), e composição do leite de vacas alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar

Componentes	Média	Menor valor	Maior valor	Desvio padrão
CMS, kg de MS dia ⁻¹	11,91 (38)	4,02	19,81	5,07
CMS, % do peso vivo	2,69 (21)	1,51	3,56	0,62
CFDN, % do peso vivo	0,93 (15)	0,69	1,32	0,20
Leite, kg dia ⁻¹	14,81 (22)	8,0	22,10	5,06
PLC-3,5%, kg dia ⁻¹	15,38 (17)	7,50	25,0	6,01
Gordura, %	3,59 (17)	2,90	4,20	0,37
Proteína, %	3,27 (6)	2,60	3,60	0,34
Lactose, %	4,16 (3)	4,12	4,22	0,05
Sólidos totais, %	12,64 (12)	11,63	13,36	0,54

Fontes: Naufel et al. (1969), Nogueira Filho et al. (1977), Biondi et al. (1978), Benitendi et al. (1987), Paiva et al. (1991), Aroeira et al. (1995), Stacchini (1998), Sucupira (1998), Costa et al. (2003), Sousa et al. (2003), Costa et al. (2004), Lima et al. (2004), Magalhães et al. (2004), Mendonça et al. (2004).

*Números entre parênteses correspondem ao número de observações analisadas.

Apesar da quase totalidade dos trabalhos com cana-de-açúcar terem sido conduzidos com vacas com produções diárias inferiores a 22 kg de leite, e terem mostrado menor produção em comparação à silagem de milho, dados recentes, como os publicados por Corrêa et al. (2003) são animadores. Apesar da menor produção de leite (34,3 x 31,9 kg dia⁻¹) com cana-de-açúcar em comparação com a silagem de milho, a produção de 31,9 kg dia⁻¹ com cana foi expressiva e inédita na literatura. A menor produção se deveu basicamente ao menor consumo de MS na ração contendo cana-de-açúcar (23,1 x 21,5 kg dia⁻¹) em comparação com as rações contendo silagem de milho. Entretanto, a eficiência alimentar não diferiu entre os volumosos. Estes dados mostram que além de ser alternativa de volumoso de inverno para sistemas que exploram pastagens durante o verão, com vacas com lactações entre 4.000 a 6.500 kg de leite, a cana-de-açúcar pode ser utilizada para determinadas categorias de vacas em lactação em sistemas de confinamento total.

O conhecimento na área de nutrição protéica de vacas leiteiras tem evoluído de forma considerável nos últimos 30 anos. O objetivo final dos diversos sistemas protéicos em desenvolvimento é a otimização do uso do N da ração para fins produtivos, evitando deficiências e excessos na ração. Isto é fundamental, pois, se por um lado a deficiência de proteína compromete drasticamente a produção de leite, por

outro lado o seu excesso, além de representar custo extra desnecessário, há aumento na demanda energética do animal para a eliminação da amônia em excesso, efeitos negativos na reprodução e contaminação ambiental (SANTOS et al., 1998; NRC, 2001).

Os sistemas protéicos atuais como o NRC (2001) e o CNCPS (RUSSELL et al., 1992; SNIFFEN et al., 1992) não utilizam mais a PB como critério para ajustar as exigências protéicas e validar rações para bovinos leiteiros. Esses sistemas utilizam a PM, que corresponde ao total de aminoácidos absorvidos pelo intestino delgado. Os aminoácidos são provenientes de três fontes: a primeira corresponde à proteína microbiana formada a partir da PDR e de alta qualidade; a segunda fonte consiste nas proteínas não degradáveis no rúmen que passam intactas para o abomaso, enquanto que a terceira fonte refere-se às proteínas de origem endógena, como por exemplo, as presentes na saliva ou provenientes da descamação do epitélio ruminal. Esses sistemas permitem o balanceamento da ração para suprir as exigências da população microbiana do rúmen (PDR) e do animal (PM).

O uso do NRC (2001) para validar rações com cana-de-açúcar e alimentos concentrados, indica que a recomendação clássica de adicionar 1kg da mistura de uréia e sulfato de amônia para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura* pode resultar em excesso de PDR e falta de PM para vacas em lactação. O ajuste da ração através deste programa normalmente resulta em redução na dose de uréia e aumento na dose da fonte de proteína verdadeira como farelo de soja ou de algodão, seja para vacas produzindo 10 ou 30 kg de leite dia⁻¹.

Desse modo, os objetivos do presente trabalho foram comparar três rações isoprotéicas com cana de açúcar para vacas com produções de 10 e de 18 kg de leite dia⁻¹, sendo elas: 1) ração com a recomendação tradicional de adicionar 1kg da mistura de uréia e sulfato de amônia para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*; 2) ração balanceada em PM segundo o NRC (2001) e 3) ração formulada para suprir PM além do recomendado pelo NRC (2001). De modo geral isto foi obtido através da redução dos teores de uréia e concomitante aumento dos teores de farelo de soja nas rações.

4.3 Material e métodos

4.3.1 Local, instalações e animais experimentais

O trabalho foi conduzido no sistema de produção de leite do Centro de Treinamento de Recursos Humanos do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, em Piracicaba – SP. As coordenadas geográficas do município de Piracicaba – SP são: 22°43' de latitude Sul, 47°25' de longitude Oeste e 580 metros de altitude.

O clima da região de Piracicaba é classificado como mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, classificado como Cwa, com temperaturas médias inferiores a 18°C nos meses mais frios e superiores a 22°C durante a estação mais quente do ano (BRASIL, 1960).

Foram utilizadas 18 vacas da raça Holandesa, das quais nove apresentavam produção de 10 kg de leite vaca⁻¹ dia⁻¹ e as outras nove apresentavam produção de 18 kg de leite vaca⁻¹ dia⁻¹. Os animais foram mantidos confinados em seis piquetes de 500 m² cada, com três animais por piquete. Dos seis piquetes, três foram destinados aos animais com produção maior (18 kg dia⁻¹) e três destinados aos animais com produção menor (10 kg dia⁻¹).

Nas Tabelas 36 e 37, estão caracterizados os animais experimentais utilizados no ensaio experimental.

Tabela 36 – Caracterização das vacas lactantes do grupo de maior produção de leite

Componentes	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Produção de leite, kg dia ⁻¹	17,70	2,22	15,00	22,20
Número de partos	3,10	2,30	1,0	7,0
Estágio de lactação, dias	93	46	30	150
Peso vivo, kg	517	50	480	610
Escore de condição corporal	2,47	0,35	1,75	3,00

Tabela 37 – Caracterização das vacas lactantes do grupo de menor produção de leite

Componentes	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Produção de leite, kg dia ⁻¹	11,02	2,0	8,0	13,5
Número de partos	1,90	1,10	1,0	4,0
Estágio de lactação, dias	180	70	80	300
Peso vivo, kg	537	66	480	650
Escore de condição corporal	2,65	0,30	2,25	3,25

4.3.2 Período experimental

O período experimental teve duração de 60 dias entre os meses de agosto a outubro de 2003. O ensaio foi sub-dividido em três sub-períodos de 20 dias cada, com 15 dias de adaptação e cinco dias de coleta de dados. As respectivas datas para cada sub-período foram: sub-período 1, 15 de agosto a 3 de setembro; sub-período 2, 4 a 23 de setembro e o sub-período 3, 24 de setembro a 13 de outubro.

4.3.3 Tratamentos experimentais

Foram comparadas três rações isoprotéicas para vacas produzindo 18 kg de leite dia⁻¹ (T1, T2 e T3) e de forma independente foram comparadas outras três rações isoprotéicas para vacas produzindo 10 kg de leite dia⁻¹ (T4, T5 e T6). As rações do T1 e T4 foram formuladas com a recomendação tradicional de adicionar 1kg da mistura de uréia e sulfato de amônia para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*. As rações do T2 e T5 foram formuladas para suprirem doses adequadas de PDR e PM. As rações do T3 e T6 foram formuladas para conterem excesso de PM, todas formuladas de acordo com o NRC (2001). A proporção de ingredientes e a composição química das rações são apresentadas na Tabela 38.

Tabela 38 – Proporção de ingredientes e composição bromatológica das rações experimentais

Ingredientes (% MS)	Produção de leite					
	18 kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹			10 kg vaca ⁻¹ dia ⁻¹		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Cana-de-açúcar	63,93	63,92	63,92	77,53	77,53	77,53
Farelo de soja	10,16	18,52	23,89	3,62	7,39	13,82
Uréia	2,13	0,84	-	2,59	1,92	0,96
Polpa cítrica peletizada	10,99	7,47	5,20	7,39	5,84	3,10
Milho moído fino	10,99	7,47	5,20	7,39	5,84	3,10
Supl. min. e vit.	1,79	1,79	1,79	1,48	1,48	1,48
Composição química						
FDN, % MS	42,00	41,80	41,70	47,90	47,80	47,60
FDN _{forragem} , % MS*	37,10	37,10	37,10	45,00	45,80	45,00
FDA, % MS	23,00	22,90	22,90	25,50	25,50	25,40
EE, % MS	2,10	1,90	1,80	1,80	1,80	1,60
PB, % MS	14,50	14,50	14,50	12,20	12,00	12,10
Balanço de PDR*, g dia ⁻¹	389	206	59	281	137	8
Balanço de PM*, g dia ⁻¹	-70	99	210	70	145	277

Níveis de garantia do suplemento mineral e vitamínico por quilo do produto, fósforo (P) 55 g, cálcio (Ca) 220 g, cloro (cl) 105,50 g, sódio (Na) 70 g, magnésio (mg) 35 g, enxofre (S) 22 mg, manganês (Mn) 1500 mg, ferro (Fe) 500 mg, zinco (Zn) 1550 mg, cobre (Cu) 450 mg, cobalto (Co) 50 mg, iodo (I) 40 mg, selênio (Se) 20 mg, flúor (F) máximo 550 mg, vitamina A 90.000 UI, vitamina D 75.000 UI, vitamina E 1.000 UI, solubilidade em ácido cítrico (2%).

*Valores preditos pelo NRC (2001).

O fornecimento de concentrado foi efetuado juntamente com o volumoso na forma de ração total em duas refeições diárias, após as ordenhas.

4.3.4 Delineamento experimental e análises estatísticas

Para ambos os grupos de nove vacas, o de 18 e o de 10 kg de leite dia⁻¹, cada grupo de três vacas compôs uma unidade experimental para a análise dos dados de CMS e CFDN, o delineamento experimental adotado foi o quadrado latino 3 x 3 simples.

Para as variáveis, produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), composição do leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP), no leite (NUL), variação do peso vivo (VPV) e escore de condição corporal (ECC), o delineamento adotado foi o quadrado latino 3 x 3 com três repetições.

As variáveis analisadas foram submetidas ao PROC GLM (*General Linear Models*) dos recursos do pacote estatístico SAS (1999), versão 8 para *Windows*.

Foram efetuadas análises independentes para os dois grupos distintos de vacas por produção de leite, sendo: grupo de maior (18 kg dia⁻¹) e menor produção (10 kg dia⁻¹) de leite. Foi considerado como significativo o nível de até 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Todas as médias foram obtidas utilizando-se o método dos quadrados mínimos.

Na Tabela 39, estão apresentados as causas de variação e os graus de liberdade utilizados para a análise dos dados de CMS e CFDN.

Tabela 39 – Causas de variação e graus de liberdade utilizados para a análise dos dados de consumo de matéria seca e consumo de fibra em detergente neutro

Causas de Variação	Graus de liberdade
Sub-período	2
Tratamento	2
Repetição	2
Resíduo	2
Total	8

O modelo estatístico adotado para as variáveis experimentais foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + T_j + R_k + e_{ijkl},$$

Sendo,

Y_{ijkl} = variáveis observadas;

μ = média geral;

S_i = efeito do sub-período i , (sendo $i = 1, 2$ e 3);

T_j = efeito do tratamento j , (sendo $j = 1, 2$ e 3);

R_k = efeito da repetição k , (sendo $k = 1, 2$ e 3);

e_{ijkl} = erros associados às observações Y_{ijkl} .

Na Tabela 40, estão apresentadas as causas de variação e os graus de liberdade, utilizados nas análises estatísticas do desempenho animal.

Tabela 40 – Causas de variação e graus de liberdade utilizados nas análises estatísticas do desempenho animal

Causas de Variação	Graus de liberdade
Animal	8
Sub-período	2
Tratamento	2
Repetição	2
Resíduo	12
Total	26

O modelo estatístico adotado para as variáveis experimentais foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + S_j + T_k + R_l + e_{ijkl},$$

Sendo,

Y_{ijkl} = variáveis observadas;

μ = média geral;

A_i = efeito do animal i , (sendo $i = 1, 2 \dots 9$);

S_j = efeito do sub-período j , (sendo $j = 1, 2$ e 3);

T_k = efeito do tratamento k , (sendo $k = 1, 2$ e 3);

R_l = efeito da repetição l , (sendo $l = 1, 2$ e 3);

e_{ijkl} = erros associados às observações Y_{ijkl} .

4.3.5 Determinação da produção e composição do leite

A pesagem e a amostragem do leite foram realizadas nos últimos cinco dias do período de coleta, realizando-se diariamente duas ordenhas, às 7h00 e 16h00. A produção individual das vacas em lactação foi registrada diariamente, perfazendo uma média no final de cada sub-período. Para a determinação da composição do leite, foram tomadas amostras proporcionais à produção individual do animal por ordenha.

As amostras foram preservadas em frascos plásticos contendo conservante (2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol) e encaminhadas à Clínica do leite, do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, para a realização das análises de proteína, gordura, lactose, sólidos totais e NUL. A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi calculada a partir da equação $[0,4324 * \text{produção de leite (kg)} + 16,216 * \text{gordura (kg)}]$, proposta por Tyrrell e Reid (1965).

4.3.6 Coleta e determinação da concentração de nitrogênio uréico no plasma

A coleta de sangue foi realizada no último dia de cada período de coleta, sempre quatro horas após o fornecimento matinal do concentrado, através de punção na veia coccígea. As amostras de sangue foram armazenadas em tubos de ensaio a vácuo contendo 5 mg de fluoreto de sódio como anticoagulante.

Em seguida, os tubos de ensaio foram submetidos à centrifugação por 20 minutos a 3.000 rotações por minuto (RPM) em 4°C, para a obtenção do plasma, que foi acondicionado em tubos de 1,5 mL do tipo *ependorf* e congelado a -10°C, para a determinação das concentrações de NUP. As determinações dos teores de NUP foram realizadas em laboratório comercial, utilizando o Kit N 535 (*Sigma Chemical Co.*).

4.3.7 Determinação da variação do peso vivo e do escore de condição corporal

O escore de condição corporal (ECC) foi avaliado no primeiro e último dia de cada período, sempre pelo mesmo indivíduo. A escala utilizada variou de 1 a 5 pontos, na qual 1 representa vacas muito magras e 5 vacas excessivamente gordas, classificadas a intervalos de 0,25 pontos, de acordo com Wildman et al. (1982).

Da mesma forma, a pesagem dos animais foi efetuada no primeiro e último dia de cada sub-período após a ordenha da tarde.

4.3.8 Determinação do consumo de matéria seca e do consumo de fibra em detergente neutro

As rações foram fornecidas para as vacas duas vezes ao dia, às 8h00 e 17h00, utilizando-se vagão misturador de ração total. As sobras de alimento foram estimadas e descartadas durante o período de adaptação dos animais, para ajustar o fornecimento de alimento visando uma quantidade de sobra em torno de 5 a 10%. Durante o período de coleta de dados, as sobras foram pesadas e sub-amostradas assim como o volumoso e os concentrados fornecidos. As amostras foram congeladas a -10°C para posteriores análises bromatológicas.

As amostras de cana-de-açúcar foram examinadas semanalmente e submetidas à determinação dos teores de MS, para efetuar os ajustes de fornecimento das rações aos animais. Para o cálculo de consumo de MS, foram pesadas quantidades de rações oferecidas em cada refeição diária para cada grupo de três vacas, durante os últimos cinco dias de cada sub-período, descontadas as sobras do trato anterior.

As amostras dos ingredientes dos concentrados foram tomadas durante o período pré-experimental e submetidas às análises bromatológicas. Com base nessas análises os concentrados foram formulados. Durante o período experimental, as amostras dos ingredientes foram tomadas no primeiro dia de cada período de coleta dos três sub-períodos experimentais.

4.3.9 Determinação da composição bromatológica

As análises bromatológicas foram feitas junto ao Laboratório de Bromatologia, do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ.

As amostras de cana-de-açúcar foram descongeladas e levadas à estufa de circulação forçada de ar, mantidas a 55° por 48 horas e moídos em moinhos tipo *Willey*, em peneiras com malhas de 5mm e posteriormente de 1mm. Os ingredientes concentrados (farelo de soja, milho moído fino e polpa cítrica peletizada), após descongelados, foram encaminhados para a secagem definitiva.

Tanto as amostras de cana-de-açúcar quanto dos ingredientes concentrados foram analisados para MS, MO, EE, (AOAC, 1975). As análises de FDN, FDA foram efetuadas no equipamento *Ankon* (*Ankon 200 Fiber analyser da Ankon Technology Corporation*) (VAN SOEST, 1994). A concentração de lignina foi determinada através da adição de ácido sulfúrico 72% no resíduo insolúvel da FDA (GOERING; VAN SOEST, 1970). As análises de PB foram efetuadas no analisador de N (LECO FP-2000 *nitrogen analyser, Leco Instruments, Inc. St. Joseph, MI*).

4.4 Resultados e discussão

4.4.1 Composição bromatológica dos ingredientes, consumo de matéria seca e consumo de fibra em detergente neutro

Os resultados das análises bromatológicas dos ingredientes utilizados para a confecção das rações experimentais estão apresentados na Tabela 41.

Tabela 41 – Composição bromatológica dos ingredientes utilizados nas rações experimentais

Ingredientes	MS	PB	EE	MM	NDT*	FDN	FDA	Lig
	% no alimento				% da MS			
Cana-de-açúcar	29,50	3,42	1,14	3,48	61,16	60,86	38,67	5,2
Farelo de soja	89,00	49,2	1,00	6,50	79,40	-	-	-
Polpa cítrica peletizada	92,62	7,77	2,37	7,44	76,62	23,43	22,15	-
Milho moído fino	90,64	9,44	6,82	1,62	90,50	9,55	4,68	-

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral, NDT = nutrientes digestíveis totais, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, Lig = lignina.

* estimado pelo NRC (2001)

Os ingredientes concentrados utilizados nas rações apresentaram composição bromatológica com variação mínima em relação aos valores de tabela relatados no NRC (2001). A cana-de-açúcar apresentou composição bromatológica dentro da faixa normal relatada por Santos et al. (2005). O teor de FDN de 60,86% não caracteriza a cana-de-açúcar utilizada como de alta qualidade. Materiais de alta qualidade chegam a conter apenas 40% de FDN (SANTOS et al., 2005). Entretanto, o valor de NDT da

cana-de-açúcar estimado pelo NRC (2001) foi de 61,16 % da MS. Este valor indica uma forragem de bom valor energético.

Os resultados referentes ao consumo de matéria seca total e de FDN, são apresentados na Tabela 42.

Não houve efeito dos tratamentos sobre o CMS total e CFDN ($P>0,05$), para ambos os grupos de animais.

Tabela 42 – Consumo de matéria seca (CMS) total e consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) das vacas lactantes em dois níveis de produção de leite submetidas a três diferentes suplementações protéicas

Componentes	Tratamentos				
	Grupo de maior produção de leite (18 kg dia ⁻¹)				
	T1	T2	T3	EPM ²	P ¹
CMS total, kg de MS vaca ⁻¹ dia ⁻¹	14,93	14,10	13,70	0,32	0,54
CMS total, % do peso vivo	2,86	2,75	2,66	0,08	0,43
CFDN, kg de MS vaca ⁻¹ dia ⁻¹	6,27	5,92	5,75	0,16	0,34
CFDN, % do peso vivo	1,20	1,15	1,12	0,06	0,30
Componentes	Grupo de menor produção de leite (10 kg dia ⁻¹)				
	T4	T5	T6	EPM ²	P ¹
	T4	T5	T6	EPM ²	P ¹
CMS total, kg de MS vaca ⁻¹ dia ⁻¹	12,73	11,93	11,87	0,26	0,23
CMS total, % do peso vivo	2,39	2,22	2,19	0,08	0,20
CFDN, kg de MS vaca ⁻¹ dia ⁻¹	5,98	5,61	5,79	0,13	0,22
CFDN, % do peso vivo	1,12	1,12	1,03	0,06	0,22

T1 e T4 = 1 kg da mistura uréia e sulfato de amônia (9:1) para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*; T2 e T5 = balanços ajustados em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína metabolizável (PM); T3 e T6 = balanços com excesso de PM; ¹ = probabilidade; ² = erro padrão da média.

Os CMS observados tanto para o grupo de alta quanto para o grupo de baixa produção foram inferiores aos valores preditos pelo NRC (2001). Numericamente os valores de CMS decresceram à medida que os teores de farelo de soja aumentaram nas rações em substituição parcial e total a uréia.

Um dos principais fatores que têm limitado o desempenho de animais alimentados com cana-de-açúcar, é o baixo CMS. O teor alto de FDN de baixa digestibilidade tem sido desafiador tanto para nutricionistas de ruminantes, quanto para os melhoristas de cana-de-açúcar. A cana-de-açúcar utilizada neste estudo continha 60,86% de FDN. Este valor é alto. Materiais de digestibilidade alta têm apresentado teores de FDN ao redor de 40 a 44% (SANTOS et al., 2005).

O grau de picagem da cana é um dos fatores que pode ter limitado o CMS no presente estudo, pois, esteve abaixo do ideal. Picagem grosseira da cana-de-açúcar retarda a passagem do material pelo rúmen e diminui o CMS (NUSSIO; SHIMIDT, 2005). Além disso, ocorre quantidade maior de sobras no comedouro, devido à seleção dos animais que rejeitam a palhada e porções secas e lignificadas dos colmos. Apesar de ter sido fornecido quantidades de ração visando sobras entre 5 a 10%, foi observado visualmente que a qualidade das sobras foi muito diferente da qualidade das rações originais. A grande quantidade de palha e partes secas dos colmos, presentes nas sobras, podem ser indicativos de limitado CMS pelos animais.

Na Tabela 35, onde foi apresentada a compilação de diversos trabalhos com cana-de-açúcar para vacas em lactação, pode ser observada grande variação no CMS, entre 1,51 a 3,56% do PV. O valor médio foi de 2,69% do PV ou 11,91 kg de MS vaca⁻¹ dia⁻¹ para a produção média de leite de 14,81 kg vaca⁻¹ dia⁻¹. Com base nesses dados pode se concluir que existem boas possibilidades de se aprimorar as técnicas de manejo da formulação, processamento e fornecimento de rações com esse volumoso, a fim de que o CMS das rações ultrapassem 3% do PV.

Diversas formas de processamento da cana-de-açúcar (físico, químico e microbiológico) vêm sendo estudadas e podem vir a se tornar importantes ferramentas para aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes presentes neste volumoso (OLIVEIRA, 1999; EZEQUIEL et al., 2003). Da mesma forma, a substituição parcial do volumoso ou a associação de ingredientes volumosos (VALVASORI et al., 1998; PIRES et al., 1999), a redução na proporção da cana-de-açúcar (MENDONÇA et al., 2004) ou a adição de doses elevadas de concentrado (LIMA et al., 2004), são estratégias que resultaram em benefícios no CMS total e, conseqüentemente, no desempenho dos animais.

Figueira et al. (1993), Aroeira et al. (1995) e Pereira et al. (2000) relataram que a cana-de-açúcar pode apresentar teores menores de FDN que outros alimentos volumosos, como a silagem de milho e, mesmo assim, apresentar CMS inferiores. A proporção elevada de FDN indigestível na cana-de-açúcar resulta em tempo alto de permanência dessa fração no trato digestivo, o que limita o CMS. Também, A deterioração aeróbia que ocorre após a moagem e fornecimento do material no

comedouro pode ser fator importante para a redução do CMS das rações com cana-de-açúcar (CONTATO et al., 2004).

Respostas positivas à inclusão do farelo de soja ou outra fonte de proteína verdadeira, em substituição à uréia foram observadas por Albuquerque et al. (2002) e Vilela et al. (2003) para vacas com produções de leite inferiores a 10 kg dia⁻¹ e alimentadas com rações contendo palma forrageira e cana-de-açúcar, respectivamente. Entretanto, nesses estudos, as rações com uréia, continham apenas esta fonte suplementar de N, diferente do presente estudo, onde mesmo o T1 continha farelo de soja.

De modo semelhante, com vacas de baixa produção, entre 5 a 10 kg de leite dia⁻¹, alimentadas com cana-de-açúcar não houve diferença de produção quando os animais foram suplementados com uréia ou com farelo de algodão (BENINTENDI et al., 1987).

Para vacas com produções de leite entre 18 a 20 kg dia⁻¹, pouco superiores às do grupo de maior produção do presente estudo, Mendonça et al. (2004), não observaram respostas positivas sobre o consumo de MS quando aumentaram o teor de farelo de soja das rações em substituição parcial a uréia.

Os teores de PB nas rações com cana-de-açúcar e compostos nitrogenados não protéicos, parecem ser importantes reguladores do CMS pelos ruminantes (PEREIRA, 1999). Contudo, Stacchini (1998) avaliou o aumento dos teores de PB em rações para vacas em lactação, utilizando a uréia como fonte de proteína, e não observou benefícios no CMS total. Entretanto, quando no mesmo teor de PB a uréia foi substituída por farelo de soja, o CMS foi superior, levando o autor a sugerir que a fonte de proteína e não o teor de PB é fator mais importante na regulação do CMS.

Ludovico (1993), Stacchini (1998) e Sucupira (1998), indicam que o CMS de energia em rações contendo farelo de soja, em comparação com uréia é superior, e este fato pode ser responsável por melhores desempenhos dos animais submetidos a esse ingrediente protéico. Esses autores observaram que os tratamentos contendo uréia apresentaram balanço energético negativo. Apenas o tratamento contendo o farelo de soja como ingrediente protéico apresentou balanço energético positivo.

Diferente ao observado no presente estudo, nos trabalhos publicados por Stacchini, 1998 e Sucupira, 1998; a utilização do farelo de soja aumentou o CMS total. Vários destes trabalhos utilizaram como tratamento controle, rações contendo apenas uréia como suplemento protéico, o que não foi o caso deste estudo.

4.4.2 Produção e composição do leite, nitrogênio uréico no plasma e no leite

Os resultados referentes à produção, composição do leite, nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP) das vacas dos grupos de maior e de menor produção são apresentados nas Tabelas 43 e 44, respectivamente.

Tabela 43 – Produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), composição de leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP) e no leite (NUL) das vacas do grupo de maior produção de leite

Componentes	Tratamentos			EPM ²	P ¹
	T1	T2	T3		
Leite, kg dia ⁻¹	18,07	17,19	17,42	0,46	0,40
PLC-3,5%, kg dia ⁻¹	18,33	17,61	17,53	0,40	0,30
Gordura, %	3,59	3,65	3,54	0,09	0,60
Gordura, kg dia ⁻¹	0,65	0,63	0,62	0,07	0,50
Proteína, %	3,22	3,20	3,18	0,07	0,44
Proteína, kg dia ⁻¹	0,58	0,55	0,55	0,06	0,38
Lactose, %	4,25	4,14	4,13	0,09	0,53
Lactose, kg dia ⁻¹	0,77	0,71	0,72	0,05	0,42
Sólidos totais, %	12,3	12,0	12,0	0,09	0,24
Sólidos totais, kg dia ⁻¹	2,22	2,06	2,09	0,11	0,35
NUL, mg kg ⁻¹	13,42	13,26	14,03	0,34	0,60
NUP, mg kg ⁻¹	19,03	19,22	20,02	1,32	0,54

T1 = 1 kg da mistura uréia e sulfato de amônia (9:1) para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*; T2 = balanço ajustado em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína metabolizável (PM); T3 = balanço com excesso de PM; ¹ = probabilidade; ² = erro padrão da média.

Tabela 44 - Produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), composição de leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP) e no leite (NUL) das vacas do grupo de menor produção de leite

Componentes	Tratamentos			EPM ²	P ¹
	T4	T5	T6		
Leite, kg dia ⁻¹	10,00	10,24	10,12	0,44	0,92
PLC-3,5%, kg dia ⁻¹	10,32	10,65	10,53	0,44	0,90
Gordura, %	3,70	3,75	3,75	0,07	0,20
Gordura, kg dia ⁻¹	0,37	0,38	0,38	0,05	0,18
Proteína, %	3,02	3,15	3,17	0,07	0,60
Proteína, kg dia ⁻¹	0,30	0,30	0,32	0,04	0,43
Lactose, %	4,32	4,39	4,07	0,06	0,50
Lactose, kg dia ⁻¹	0,43	0,45	0,41	0,04	0,40
Sólidos totais, %	11,56	12,29	11,81	0,08	0,67
Sólidos totais, kg dia ⁻¹	1,16	1,26	1,20	0,10	0,52
NUL, mg kg ⁻¹	13,62	13,48	14,12	0,28	0,51
NUP, mg kg ⁻¹	19,23	19,32	20,12	1,26	0,48

T4 = 1 kg da mistura uréia e sulfato de amônia (9:1) para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*; T5 = balanço ajustado em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína metabolizável (PM); T6 = balanço com excesso de PM; ¹ = probabilidade; ² = erro padrão da média.

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para a produção e composição do leite entre os três tratamentos testados, tanto para o grupo de maior como para o de menor produção de leite.

Os valores médios de produção de leite deste estudo estão dentro da faixa de 8 a 22 kg de leite vaca⁻¹ dia⁻¹, relatados nos trabalhos compilados na Tabela 35 com cana-de-açúcar para vacas em lactação: (NAUFEL et al., 1969; NOGUEIRA FILHO et al., 1977; BIONDI et al., 1978; BENINTENDI et al., 1987; PAIVA et al., 1991; AROEIRA et al., 1995; STACCHINI, 1998; SUCUPIRA, 1998; COSTA et al., 2003; SOUSA et al., 2003; COSTA et al. 2004; LIMA et al., 2004; MAGALHÃES et al., 2004; MENDONÇA et al., 2004).

De acordo com o NRC (2001) a ração do T1 estaria deficiente em PM para ambos os grupos de produção (de 10 e de 18 kg de leite vaca⁻¹ dia⁻¹). Entretanto, o aumento do suprimento de PM na ração segundo a recomendação do NRC (2001) (T2), ou em excesso desta recomendação (T3), através da substituição parcial ou total de uréia por farelo de soja, não melhorou o desempenho das vacas leiteiras (MENDONÇA et al., 2004).

Na literatura revisada foi encontrado apenas um trabalho (MENDONÇA et al., 2004) onde se aumentou o teor de farelo de soja na ração em substituição parcial a uréia para vacas alimentadas com cana-de-açúcar. Assim como no presente estudo, esses autores também não observaram aumento no desempenho de vacas produzindo entre 18 a 20 kg de leite dia^{-1} , quando a dose de farelo de soja foi aumentada na ração, em substituição parcial a uréia.

Para vacas mantidas em pastagens com 12% de PB durante o verão, Voltolini et al. (2003) não observaram aumento em produção de leite com o aumento do teor de proteína bruta do concentrado acima do recomendado pelo NRC (2001) para suprir quantidade adequada de PM para vacas com produções ao redor de 18,3 kg de leite dia^{-1} .

Com silagem de milho, Silva et al. (2001), compararam quatro teores crescentes de uréia no concentrado de vacas lactantes, (0; 0,7; 1,4 e 2,1% na MS da ração). Foram registradas reduções lineares na produção de leite e nos teores de gordura, com a inclusão de teores crescentes de uréia no concentrado. Segundo os mesmos autores, o teor ótimo de uréia para a máxima produção de leite seria de 0,7% na MS da ração.

Também com silagem de milho, Imaizumi (2005) avaliou a suplementação de PM acima da recomendada pelo NRC (2001), através do fornecimento adicional de farelo de soja e de algodão, para vacas com produção de leite ao redor de 30 kg dia^{-1} . O teor de PB da ração total do tratamento controle foi 16% contra 17,5% para o tratamento acima do recomendado pelo NRC (2001). O suprimento de PM além do recomendado pelo NRC (2001) aumentou a produção de leite das vacas.

O trabalho de Silva et al. (2001) com silagem de milho, apresentou resultados opostos aos observados com cana-de-açúcar no presente estudo e aos obtidos por Mendonça et al. (2004). Talvez o teor alto de açúcar da cana-de-açúcar, propicie uma utilização mais eficiente da uréia em comparação com a silagem de milho. O aumento na síntese microbiana poderia diminuir a necessidade de fontes de proteína verdadeira como o farelo de soja em rações com cana-de-açúcar.

Os teores e as produções de gordura e proteína do leite não foram afetados pelos tratamentos ($P>0,05$). Mendonça et al. (2004) também não observaram alterações na composição do leite quando a dose de farelo de soja foi aumentada na

ração com cana, em substituição parcial a uréia. Entretanto, com silagem de milho Silva et al. (2001) observaram redução linear nos teores de gordura do leite, com a inclusão de teores crescentes de uréia e decrescentes de farelo de soja.

O pH ruminal é um fator que pode interferir com síntese de gordura do leite. Uma das explicações é a maior produção de ácidos graxos de cadeia *trans* no rúmen com pH baixo. A uréia tem ação alcalinizante, e pode ajudar a elevar o pH ruminal quando doses moderadas a altas de concentrado são fornecidas. Isto poderia favorecer a síntese de gordura do leite na glândula mamária. Entretanto no presente estudo e no trabalho publicado por Mendonça et al. (2004) este efeito não foi observado. Por outro lado, com silagem de milho, Silva et al. (2001) observaram redução linear nos teores de gordura do leite, com a inclusão de teores crescentes de uréia, provavelmente efeito da redução no CMS. Na revisão de Santos et al., (1998), para vacas de alta produção em confinamento, a substituição parcial do farelo de soja por uréia não afetou a produção nem a composição do leite.

O teor e produção de proteína do leite são afetados principalmente pelo suprimento de PM e pelo perfil de aminoácidos essenciais desta proteína (SANTOS et al., 1998). A ausência de respostas positivas em proteína do leite com o aumento no teor de PM da ração conforme sugerido pelo NRC (2001) no tratamento T2, levanta duas hipóteses: 1) O NRC (2001) superestimou a exigência de PM para vacas com produções ao redor de 18 kg de leite dia⁻¹; 2) O NRC subestimou a síntese de proteína microbiana na ração com cana-de-açúcar com teor alto de uréia (T1).

Por outro lado, Santos et al. (1998) revisaram 23 comparações a partir de doze ensaios experimentais que avaliaram o efeito da inclusão de uréia na ração de vacas em lactação com alta produção de leite, em substituição parcial ou total a diversas fontes protéicas. Esses autores observaram que a inclusão de 0,4 a 1,8% de uréia na MS total das rações não afetou a produção de leite em 20 comparações, enquanto que em três delas foram observadas reduções na produção de leite.

Não houve efeito dos tratamentos sobre os valores de NUL e de NUP ($P>0,05$). Os teores de NUP são afetados principalmente pelos teores de PB da ração, e principalmente pelos teores de PDR da ração (BRODERICK; CLAYTON, 1997). No presente estudo, seria esperado que o T1 apresentasse valores maiores de NUP que

os demais tratamentos, o que não ocorreu. Os valores de NUP relatados foram tomados quatro horas após a alimentação matinal, ou seja, são valores de pico de NUP ao longo do dia. Estes valores não podem ser comparados com valores médios obtidos ao longo das 24 horas do dia relatados em diversos estudos.

Os valores médios observados para os teores de NUL estão de acordo com os relatados na literatura (BRODERICK; CLAYTON, 1997; FERGUSON, 1997; JONKER et al., 1999). Valores de NUL ao redor de 13 a 14 são um pouco altos para vacas com produções de leite de 18 kg dia⁻¹. Talvez no presente estudo, os teores de PB das rações pudesse ter sido um pouco inferior, sem que isto comprometesse o desempenho das vacas. Valores similares aos deste estudo foram relatados por Schwab (1994) para vacas produzindo acima de 37 kg de leite dia⁻¹. O balanceamento das rações em lisina e metionina através do NRC (2001), permitiu aumentar a produção de leite e os teores de proteína e de gordura do leite e ainda reduzir os teores de NUL.

As ausências de diferenças em produção de leite, de sólidos do leite, da concentração de NUL e de ganho de peso vivo, sugerem que o N das três rações experimentais foi usado com a mesma eficiência, seja ele proveniente de farelo de soja ou de uréia.

4.4.3 Variação do peso vivo e escore de condição corporal

Os valores observados para o escore de condição corporal inicial (ECCi), peso vivo inicial (PVi) e as variações nesses parâmetros (VECC; VPV) para cada período de 20 dias são apresentados na Tabela 45.

Tabela 45 – Variação do peso vivo (VPV) e variação do escore de condição corporal (VECC) por período de 20 dias, peso vivo inicial (PVi) e escore de condição corporal inicial (ECCi) de vacas lactantes de dois grupos de produção suplementadas com três diferentes suplementações protéicas

Componentes	Tratamentos				
	Grupo de maior produção de leite			EPM ²	P ¹
	T1	T2	T3		
ECCi, pontos	2,37	2,56	2,48	-	-
VECC, pontos	0,13	-0,08	0,00	0,06	0,33
PVi, kg	522	513	516	-	-
VPV, kg	7,55	8,55	7,11	2,13	0,89
	Grupo de menor produção de leite			EPM ²	P ¹
	T4	T5	T6		
ECCi, pontos	2,65	2,58	2,73	-	-
VECC, pontos	0,03	0,07	0,03	0,04	0,76
PVi, kg	532	535	543	-	-
VPV, kg	8,48	4,41	13,44	2,25	0,42

T1 e T4 = 1 kg da mistura uréia e sulfato de amônia (9:1) para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*; T2 e T5 = balanços ajustados em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína metabolizável (PM); T3 e T6 = balanços com excesso de PM; ¹ = probabilidade; ² = erro padrão da média.

Não houve efeito dos tratamentos sobre as variações no ECC e no PV dos animais ($P > 0,05$).

De modo geral tanto as vacas de maior quanto as de menor produção ganharam peso e condição corporal durante o período experimental nos três tratamentos.

4.5 Conclusão

Para vacas com produções entre 10 a 18 kg de leite dia⁻¹, a recomendação adotada na prática de adicionar 1% de uréia ou da mistura de nove partes de uréia com uma parte de sulfato de amônia na cana-de-açúcar *in natura* é adequada.

Para vacas com produções entre 10 a 18 kg de leite dia⁻¹, não há vantagem em aumentar o suprimento de PM através da adição extra de farelo de soja na ração conforme preconizado pelo NRC (2001). Não ocorrerá melhora no desempenho animal, mas sim elevação no custo da ração.

Para vacas alimentadas com cana-de-açúcar, com produções entre 10 a 18 kg de leite dia⁻¹, o NRC (2001) talvez superestime as exigências de PM ou talvez subestime a síntese microbiana.

Referências

- ALBUQUERQUE, S.S.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX Jr., J.C.B.; MELO, J.N.; FARIAS, I. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill).cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1314-1324, 2002.
- ALVAREZ, F.J.; PRESTON, T.R. amônia/molasses and urea/molasses as additives for ensiled sugar cane. **Tropical Animal Production**, Edinburg, v. 1, p. 98–104, 1976.
- AROEIRA, L.J.M.; SILVEIRA, M.I.; LIZIERE, R. S. Degradabilidade do rúmen e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia, do farelo de algodão e do farelo de arroz em novilhos mestiços Europeu x Zebu. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 552–564, 1993.
- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DAYRELL, M.S.; LIZIERE TORRES, M.P. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças holandês x zebu em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 46, n.6, p.1016-1026, 1995.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12th ed. Washington, 1975. 1117 p.
- ATHANASSOF, N. A cana na alimentação dos animais domésticos. **Revista da Agricultura**, Piracicaba, v. 15, n. 10, p. 421–427, 1940.
- BANDA, M.; VALDEZ, R.E. Effect of stage of maturity on nutritive value of sugar cane. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 1, n. 1, p. 94–97, 1976.
- BENINTENDI, R.P.; CARDOSO, V.L.; FREITAS, M.A.R. Cana-de-açúcar acrescida de suplementos como volumoso para vacas mestiças em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 44, n. 2, p. 221-228, 1987.

BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N; LUCCI, C.S.; ROCHA, G.L. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 35, n. 1, p. 45-55, 1978.

BOBADILLA, M.; ROWE, J.B. Banana tops and sugarcane as cattle fed: observations on the rates of fiber degradation and fluid turnover in the rumen. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 4, n. 1, p. 30–35, 1979.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 634 p.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 80, n.11, p. 2964-2971, 1997.

CARMO, C.A.; ANDRADE, P.; BERCHIELLI, T.T. Influência de fontes protéicas na degradação da fibra da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Boletim do leite**. Piracicaba, 2004. 4 p.

CONTATO, E.D.; COAN, R.M.; SGARBI, V.P.; MIYASAKI, M.K.; FREITAS, D.; REIS, R.A. Comparação entre dois métodos de tratamento de cana com uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G.; RAMOS, M.H. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 621-629, 2003.

CORSI, M. Potencial das pastagens para a produção de leite. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C.; De FARIA, V.P. (Ed.). **Bovinocultura leiteira: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 147-154.

COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. Desempenho de vacas de leite submetidas à dietas com diferentes relações volumoso:concentrado, sendo o volumoso cana-de-açúcar ou silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; MENDONÇA, S.S.; TEIXEIRA, M.P.; LIMA, A.V. Cana de açúcar e concentrado em diferentes proporções ou silagem de milho para vacas em lactação – 1. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

De FARIA, V.P. O uso da cana-de-açúcar para bovinos no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 1-16.

ELLIOT, R.; FERREIRO, H.N.; PRIEGO, A. PRESTON, T.R. Rice polishings as a supplement in sugar cane diets: the quantities of starch (∞ -linked glucose polymers) entering the proximal duodenum. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 3, n. 1, p. 30-35, 1978.

EZEQUIEL, J.M.B.; GASTALDI, K.A.; QUEIROZ, M.A. Efeitos da hidrólise alcalina nos teores de carboidratos solúveis, matéria seca, matéria orgânica e matéria mineral da cana de açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

FERGUSON, J.D.; THONSEN, N.; SLESSER, D.; BURRIS, D. Pennsilvannia DHIA milk urea testing. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 80, suppl. 1, p. 161, 1997.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P.; PEREIRA, J.C.; CABRAL, L.S.; VITTORI, A.; PEREIRA, E.S. Estimativas de produção de leite por vacas holandesas mestiças segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p.1778-1785, 2003.

FERREIRO, H.M.; PRESTON, T.R. Digestibility and voluntary intake of derinded sugar cane stalk with and without addition of cane tops. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 2, n. 1, p. 56-61, 1977.

FERREIRO, H.M.; SUTHERLAND, T.M.; WILSON, A.; PRESTON, T.R. Fattening cattle with sugar cane: a comparison of different supplements. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v.2, n.2, p.309-314, 1977.

FIGUEIRA, D.G.; AROEIRA, L.J.M.; RODRIGUEZ, N.M. Dinâmica ruminal e pós ruminal da cana-de-açúcar e do farelo de algodão em bovinos alimentados com farelo de algodão e cana-de-açúcar suplementada com três níveis de uréia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 45, n. 1, p. 71–80, 1993.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **AGRIANUAL 2005**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2005. 359 p.

FRANÇA, A.F.S.; MELLO, S.Q.S.; ROSA, B.; BORJAS, A.R.; MAGALHÃES, M.R.F.; MATOS, M.R.A.; REIS, J.G. Avaliação do potencial produtivo e características químicas de variedades de cana-de-açúcar (*Sacharum sp.*) sob irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande:SBZ. 2004. 1 CD-ROM.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis**. Washington, D.C:USDA, 1970. Agricultural Research Service, (USDA, Handbook, 379), 1v.

GOODING, E.G.B. Efecto de la calidad de la caña sobre su valor como alimento para bovinos. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 7, p. 76–97, 1982.

HUBER, J. Uréia ao nível de rúmen. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS; URÉIA PARA RUMINANTES. 2., 1984, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 6-24.

IMAIZUMI, H. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. 2005. 182 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

JARDIM, W.R.; PEIXOTO, A.M.; SILVESTRE FILHO, S. Estudo comparativo entre silagem de milho e cana taquara na alimentação de vacas leiteiras. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 8, p. 153–164, 1951.

JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to National Research Council recommendations. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 82, n. 6, p. 1261-1273, 1999.

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; ROSSETO, R.; FIGUEIREDO, P. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2002. 36 p. (IAC. Boletim Técnico, 193).

LIMA, M.L.P.; SILVA, D.N.; NOGUEIRA, J.R. Produção de leite e consumo de matéria seca de vacas alimentadas com cana-de-açúcar forrageira IAC-86-2480. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

LÓPEZ, J. Uréia em rações para a produção de leite. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2., 1984, Piracicaba. **Uréia para ruminantes ...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 200-225.

LUDOVICO, A. **Avaliação de dietas à base de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e diferentes níveis de semente de algodão (*Gossypium hirsutum* L.).** 1993. 117 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1993.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação : desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.5, p. 1292-1302, 2004.

MATOS, J.M. **Níveis de ingestão de alimentos e de uréia sobre alguns parâmetros ruminais e digestão parcial e total em bovinos alimentados com dieta à base de cana-de-açúcar e uréia suplementada com farelo de arroz.** 1991. 119 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H.P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 17–35.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. Consumo, digestibilidade aparente, produção, composição do leite e variáveis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.

MEYER, P.M. **Fatores não-nutricionais que afetam a concentração de nitrogênio uréico no leite**. 2003. 131 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MONTPELLIER, F.A.; PRESTON, T.R. Digestibility of tops, rind, derinded stalk, and the entire plant of sugarcane, **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v.64, n.5, p. 2– 13, 1977.

NAUFEL, F.; GOLDMAN, E.F.; GUARAGNA, R.N.; GAMBINI, L.B.; SCOTT, W.N.; KALIL, E.B. Estudo comparativo entre a cana-de-açúcar e silagens de milho, sorgo e capim Napier na alimentação de vacas leiteiras. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 26, p. 9-22, 1969.

NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LUCCI, C.S.; ROCHA, G.L.; MELOTTI, L. Substituição parcial da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 24, n. 1, p. 67–77, 1977.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washigton: National Academic Press, 2001. 381 p.

NUSSIO, L.G.; SCHIMIDT, P. Alternativas no uso da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 7., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia:CBNA, 2005, p. 299-323.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.L.P.; PAZIANI, S.F. Volumosos suplementares: estratégias de decisão e utilização. In: EVANGELISTA, A.R. (Ed.). **Forragicultura e pastagens: temas em evidência**. Lavras: UFLA, 2003. p. 193-232.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; MANZANO, R.P. Volumosos suplementares na produção de bovinos de corte em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 253-275.

OLIVEIRA, M.D.S. **Cana de açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 1999. 128 p.

ORSKOV, E.R.; DEB HOVELL, F.D. Digestion ruminal del heno (medidas através de bolsas de dracon) en el ganado alimentado com caña de azucar o heno de pangola. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 3, p. 9-14, 1978.

PAIVA, J.A.J.; MOREIRA, H.A.; CRUZ, G.M.; VERNEQUE, R.S. Cana-de-açúcar associada à uréia/sulfato de amônia como alimento volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 90-99, 1991.

PLANALSUCAR. **Manual de orientação da cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, Coordenadoria Regional Sul, 1986. 56 p.

PEREIRA, E.S. **Dinâmica ruminal e pós-ruminal da proteína e de carboidratos**. 1999. 95 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas baseadas em cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 563-572, 2000.

PEREIRA, O.G. **Valor nutritivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) sob as formas integral, sacarina e colmo desidratado para ovinos e bovinos**. 1995. 114 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C.; ROCHA, M.H.M. Efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar no consumo de matéria seca, parâmetros ruminais, produção e composição do leite de vacas holandesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 1 CD ROM.

PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 2, n. 2, p. 125-142, 1977.

PRIEGO, A.; LORA, J.A. Effect of feeding frequency and supplementation with wheat bran on voluntary intake and rumen function of cattle fed sugar cane. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 2, n. 2, p. 292-299, 1977.

PRIEGO, A.; WILSON, A.; SUTHERLAND, T.M. The effect of parameters of rumen fermentation, rumen volume and fluid flow rate of Zebu bulls fed chopped sugar cane supplemented with rice polishings or cassava root meal. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 2, p. 292, 1977.

RAVELO, G.; GONZALEZ, F.; DEB HOVELL, F.D. The effect of fistula feeding sugar cane or wheat bran on the voluntary intake of sugar cane. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 3, n. 3, p. 237-242, 1978.

RODRIGUES, A.A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S.N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 12, p. 1333-1338, 1997.

ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1980, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1980. p. 243-270.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

SANTOS, F.A.P.; JUCHEM, S.O. Sistemas de produção de leite a base de forrageiras tropicais. In: FONTANELI, R.S.; DÜRR, J.W. (Ed.). **Sistemas de produção de leite**. Passo Fundo: UFRGS, 2001. p. 22-36.

SANTOS, F.A.P.; VOLTOLINI, T.V.; PEDROSO, A.M. Balanceamento de dietas com cana-de-açúcar para rebanhos leiteiros: até onde é possível ir? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 7., 2005, Uberlândia. **Anais ...** Uberlândia: s.ed., 2005. p. 208-245.

SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; VOLTOLINI, T.V.; NUSSIO, C.M.B. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO GIOANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., 2003, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: CBNA, 2003. p. 289-346.

SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B.; HUBER, J.T. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 81, p. 3182–3213, 1998.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics, version 8. Cary, 1999. 965 p.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 32, p. 199-208, 1974.

SCHIMIDT, P.; NUSSIO, C.M.B.; RODRIGUES, A.A. Produtividade, composição morfológica, digestibilidade e perdas no processo de ensilagem de duas variedades de cana-de-açúcar, com e sem a adição de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

SCHWAB, C.G. Optimizing amino acid nutrition for optimum yields of milk and milk protein. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 1994, Tucson. **Proceedings...** Tucson: University of Arizona, 1994. p. 114-129.

SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, J.A.; OLIVEIRA, A.S. Uréia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p. 1639-1649, 2001.

SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; CANESIN, R.C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e fibra em detergente neutro de bovinos alimentados com cana-de-açúcar com diferentes fontes protéicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

SILVESTRE, R.; MACLEOD, N.A.; PRESTON, T.R. Supplementation of sugar cane/urea for growing cattle, effect of maize grain and different levels and sources of protein. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 2, n. 1, p. 81–89, 1976.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

SOUSA, D.P.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. Síntese de proteína microbiana de vacas leiteiras alimentadas com caroço de algodão em substituição à cana-de-açúcar corrigida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

STACCHINI, P.F. **Efeito dos teores de uréia e do farelo de soja sobre a digestibilidade e balanço de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar.** 1998. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

SUCUPIRA, M.C.A. **Efeito de níveis crescentes de uréia no consumo, volume ruminal e taxa de passagem de vacas Holandesas alimentadas com cana-de-açúcar.** 1998. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; NETTO, F.G.S. Introdução e avaliação de variedades de cana-de-açúcar visando a alimentação de ruminantes em Porto Velho-RO. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

TYRRELL, H.F.; REID, J.T. Prediction of energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 48, p. 1215-1223, 1965.

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; PIRES, F.; ARCARO, J.R.P.; ARCARO JUNIOR, I. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p.224-228, 1998.

VAN SOEST, P.J. Integrated feeding systems. In: NUTRITIONAL ECOLOGY OF THE RUMINANT, 2., 1994, Ithaca. Ithaca: Cornell University Press, 1994. p.140-155.

VILELA, M.S. Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e qualidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, 768-777, 2003.

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINNEZ, J.C.; IMAIZUMI, H.; PENATI, M.A. Teores de proteína bruta para se atingir a adequação em proteína metabolizável na dieta de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim Elefante. In: REUNIÃO

ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

WALLI, T.K.; MUDGAL, V.D. Nitrogen and sulphur balance studies in cattle and bufaloes fed urea-based diet with or without sulphur supplementation. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v. 52, n. 11, p. 1019-1023, 1981.

WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.; TROUTT, JUNIOR., H.F.; LESCH, T.N. A dairy condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 65, p.495-501, 1982.