

CRISTIANO VIANA DA SILVA

CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E
DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS SOB PASTEJO EM FUNÇÃO DE
NÍVEIS DE CONCENTRADO E PROTEÍNA BRUTA NA DIETA

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586c
2007

Silva, Cristiano Viana da, 1978-

Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras sob pastejo em função de níveis de concentrado e proteína bruta na dieta / Cristiano Viana da Silva – Viçosa, MG, 2007.
xi, 32f.: il. ; 29cm.

Orientador: Rogério de Paula Lana.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bovino de leite - Nutrição - Necessidades. 2. Bovino de leite - Alimentação e rações. 3. Bovino de leite - Registros de desempenho. 4. Leite - Composição.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.20852

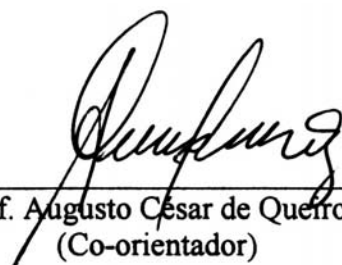
CRISTIANO VIANA DA SILVA

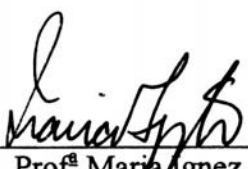
CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E
DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS SOB PASTEJO EM FUNÇÃO DE
NÍVEIS DE CONCENTRADO E PROTEÍNA BRUTA NA DIETA

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

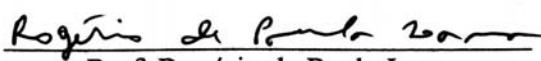
APROVADA: 20 de abril de 2007.


Prof. José Maurício de Souza Campos
(Co-orientador)


Prof. Augusto César de Queiroz
(Co-orientador)


Prof.ª Maria Ignez Leão


Prof. José Domingos Guimarães


Prof. Rogério de Paula Lana
(Orientador)

“PENSE NO FUTURO, MAS NÃO DEIXE DE VIVER O MOMENTO”

“Duas dúzias”

Aos meus avós José Rodrigues (paterno) e Maria Edith (materno) (*In Memoriam*),

Aos meus avós José Batista (materno) e Maria Rosa (paterno),

Ao meu pai Raimundo Rodrigues (*In Memoriam*),

À minha mãe Lina Joana, minha vida,

À minha irmã Crislene Viana, pela responsabilidade,

À minha namorada Paula São Thiago, alicerces da minha vida,

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, pela família e amigos.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade para realização do curso de graduação e mestrado.

Ao Prof. Rogério de Paula Lana pela orientação, respeito e paciência com que foi capaz de ensinar e orientar.

Ao prof. José Maurício de Souza Campos pelas contribuições para realização deste trabalho, pelos ensinamentos e conselhos nas horas das dúvidas.

Aos Professores, Augusto César de Queiroz, Dilermando Miranda da Fonseca e Maria Ignez Leão pelas valiosas sugestões para a conclusão deste trabalho.

Aos demais professores, do departamento, pelos ensinamentos transmitidos e pela sincera amizade.

Aos amigos de pós-graduação André Soares (telelé), Jobson (JJ), Rafael monteiro e vários outros pelo convívio, apoio, discussões técnicas ao longo do curso e pela amizade nos momentos de diversão.

Aos estagiários Daniel Abreu, Bruce, Vanildo e Hugão pela importante ajuda durante a realização do experimento e das análises laboratoriais.

Aos meus irmãos Vitinho, Gustavo e Dente de égua e aos amigos de capoeira e de farra, Juliano, Fabiano (jontéx), Mancha, André pit bull, Guigo, Leandrinho, Nico, Willian, Fuinha, Tulim, Ligeiro, Paulista gerais e outros, e a todas amigas da capoeira Carol, Karininha, Sandrinha, Fernandinha, e muita outras que por ventura tenha me esquecido, pelos agradáveis momentos de convivência.

A minha Mãe e minha Irmã que sempre me apoiaram e por abrirem mão de tantas coisas para que tudo isso se tornasse realidade. A vocês agradeço de todo coração e dedico meu eterno amor.

Ao meu Pai, que com certeza, está sempre olhando por mim e minha família, e pelos seus caminhos percorridos por vários lugares deixando a melhor convivência e respeito por todos.

A minha namorada Paulinha pela competência e sinceridade demonstrada a todo momento, além do amor, convivência e a simplicidade existente entre nós.

A turma de Zootecnia de 1999, pela amizade, companheirismo, exemplo de dedicação e competência.

Aos funcionários do setor de gado de leite, do laboratório de nutrição de ruminantes e da zootecnia, que sempre estiveram prontos a ajudar e a ensinar, contribuindo para a realização deste trabalho.

Em fim a todos que estiveram presentes em minha vida e que de alguma maneira contribuíram para que eu chegasse até aqui. O meu muitíssimo obrigado.

BIOGRAFIA

CRISTIANO VIANA DA SILVA, filho de Raimundo Rodrigues da Silva e Lina Joana Viana da Silva, nasceu em Ibirité, Minas Gerais, em 22 de março de 1978.

Em março de 1999, ingressou no Curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, colando grau em 2004.

Em agosto de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 20 de abril de 2007.

Professor de capoeira do grupo Cordão de Ouro, “uma arte infinita misturando esporte, brincadeira, malícia, coragem, reflexo, agilidade e pode se transformar em luta”.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
CAPÍTULO 1	12
CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS SOB PASTEJO EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE CONCENTRADO E PROTEÍNA BRUTA NA DIETA	12
INTRODUÇÃO	12
MATERIAL E MÉTODOS	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

RESUMO

SILVA, Cristiano Viana da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2007.
Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras sob pastejo em função de níveis de concentrado e proteína bruta na dieta. Orientador: Rogério de Paula Lana. Co-orientadores: José Maurício de Souza Campos e Augusto César de Queiroz.

Desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos de níveis de concentrado e de proteína bruta (PB) sobre o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes, a produção e a composição do leite. Utilizou-se oito vacas mestiças Holandês-Zebu com peso de 520 ± 40 kg, distribuídas em um quadrado latino (QL) 8×8 em oito períodos de 10 dias, para testar quatro níveis de ração concentrada (0, 1, 3 e 5 kg/vaca/dia) e dois níveis de proteína bruta (9 e 12% de PB na matéria seca total da dieta). O experimento foi conduzido em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) na estação chuvosa e os concentrados foram constituídos de fubá de milho, farelo de soja, uréia e mistura mineral. O experimento foi analisado em QL incluindo efeitos de tratamento, animal e período. No 10º dia do período experimental, foi coletada uma amostra de leite por animal em cada uma das ordenhas, para posteriormente originar uma amostra composta. No 9º e 10º dias, às 8:00 e 16:00 horas, respectivamente, foram coletadas amostras de fezes, sendo utilizada a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno para as estimativas da excreção de matéria seca fecal. O consumo de matéria seca (MS)

não diferiu entre as dietas, tanto para concentrados quanto proteína bruta ($P>0,05$), sendo que o consumo de pasto tendeu a diminuir com o aumento de concentrado, não diferindo quanto aos níveis de proteína bruta. O consumo de proteína bruta (PB) foi crescente quando aumentaram os níveis de suplemento e proteína bruta na dieta, enquanto que os consumos de nutrientes digestíveis totais (CNDT), de carboidratos não fibrosos (CCNF), de fibra em detergente neutro (CFDN) e de extrato etéreo (CEE) aumentaram com os níveis crescentes de concentrado, não diferindo quanto aos níveis de proteína bruta. O consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) aumentou com os níveis crescentes de concentrado e proteína bruta. O coeficiente de digestibilidade (CD) da MS e CNF aumentou e diminuiu ($P<0,05$), respectivamente, com o aumento dos níveis de concentrado, não diferindo quanto aos níveis de proteína bruta; já o CD da PB aumentou com os níveis crescentes de concentrado e proteína bruta ($P<0,05$), havendo efeito para o CD da FDN somente quando os níveis de PB aumentaram na dieta. A produção de leite (PL) aumentou com os níveis crescentes de concentrado ($P<0,05$), não sendo influenciada ($P>0,05$) pelos diferentes níveis protéicos, sendo explicada pela equação: $\hat{y} = 11,9 + 0,322 \cdot C$. O teor de gordura, proteína, lactose e extrato seco do leite não foram influenciados pelos níveis de concentrado, mas quando aumentou o nível de proteína na dieta houve aumento do teor de lactose e extrato seco do leite. Vacas com produção média de 12 kg de leite/dia podem ser alimentadas com dietas contendo 9% de PB, pois não houve efeito quanto a níveis de PB na dieta variando entre 9 e 12% no desempenho dos animais. Apesar da resposta em produção de leite pela suplementação ter sido linear, após 3 kg/animal/dia, houve uma tendência de aumentos decrescentes seguindo o modelo curvilíneo de Michaelis-Menten, típico de sistemas enzimáticos. A produção de leite aumentou com os níveis crescentes de suplementação (0,32 kg/kg de concentrado), mas não alterou com níveis crescentes de proteína bruta na dieta, diferente do NRC 2001 de gado de leite que considera resposta linear de 2,2 kg de leite/kg de ração concentrada.

ABSTRACT

SILVA, Cristiano Viana da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April of 2007.
Intake, apparent digestibility of the nutrients and performance of milking cows under pasture as a function of levels of concentrate and crude protein in the diet. Adviser: Rogério de Paula Lana. Co-advisers: José Maurício de Souza Campos and Augusto César de Queiroz.

This work was developed with the objective of evaluating the effects of concentrate and crude protein (CP) levels on the intake and apparent digestibility of nutrients, and milk production and composition. Eight crossbred Holstein-Zebu cows with 520 ± 40 kg were distributed in an 8 x 8 Latin square (LS) in eight periods of 10 days, for evaluation of four levels of concentrate ration (0, 1, 3 and 5 kg/cow/day) and two levels of crude protein (9 and 12% of CP in the total dietary dry matter). The experiment was conducted in pasture of elephant-grass (*Pennisetum purpureum*, Schum) in the rainy season and the concentrates were constituted of corn meal, soybean meal, urea and mineral mixture. The experiment was analyzed in LS including effects of treatment, animal and period. In the 10th day of the experimental period, it was collected a sample of milk per animal in each of the two daily milking times, for later mixture in a composite sample. In the 9th and 10th days, at 8:00 and 16:00 hours, respectively, samples of feces were collected, and the indigestible acid detergent fiber (ADFi) was utilized as internal indicator for the estimates of fecal dry matter excretion. The dry matter intake (DMI) did not differ among the diets, both

for concentrate and crude protein ($P>0.05$), in which the pasture intake tended to decrease with the increase of concentrate, not differing in relation to levels of crude protein (CP). The CP intake was increased by the increase in levels of supplementation and crude protein in the diet, while the intakes of total digestible nutrients (TDNI), non-fiber carbohydrates (NFCI), neutral detergent fiber (NDFI) and ether extract (EEI) increased with the increasing levels of concentrate, with no difference in relation to levels of crude protein. The intake of non-fiber carbohydrates (NFCI) increased with the increasing levels of concentrate and crude protein. The coefficient of digestibility (CD) of DM and NFC increased and decreased ($P<0.05$), respectively, by the increase in concentrate level, not differing with the levels of crude protein; the CD of CP increased with the increase in concentrate and crude protein levels ($P<0.05$), but the effect for CD of NDF only happened when the level of CP increased in the diet. The milk production (MP) increased with the increasing levels of concentrate ($P<0.05$), with no influence ($P>0.05$) of protein levels, being explained by the following equation: $\hat{y} = 11.9 + 0.322 \cdot C$. The content of fat, protein, lactose and dry extract of milk were not influenced by the levels of concentrate, but when increased the level of CP in the diet there was increase in the content of lactose and dry extract of milk. Cows with mean production of 12 kg of milk/day can be fed with diets containing 9% of CP, because there was no effect of CP levels in the diet in the range of 9 to 12% in the animal's performance. In spite of the response in milk production by supplementation be linear, after 3 kg/cow/day, there was a trend for diminishing increase following the curvilinear model of Michaelis-Menten, typical of enzyme systems. The milk production increased with the increase in the level of supplementation (0.32 kg/kg of concentrate), but did not change with increasing levels of crude protein in the diet, different from NRC 2001 of dairy cows that consider a linear response of 2.2 kg of milk/kg of concentrate ration.

INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, têm surgido limitações das mais diversas nos sistemas intensivos de produção de leite. A tendência mundial é que esses sistemas sejam cada vez mais frágeis do ponto de vista econômico e social, e de difícil sustentabilidade, dependendo de consideráveis subsídios governamentais, como têm ocorrido nos Estados Unidos e Europa Ocidental.

A utilização de pastagens como base da alimentação de vacas leiteiras de média e altas produções desponta como ponto referencial para a sustentação de sistemas de produção de leite no futuro próximo. Holmes (1995) demonstrou que a produção de leite em pasto na Nova Zelândia, é o sistema mais econômico. A pastagem é a fonte de nutrientes mais econômica em qualquer parte do mundo, principalmente em países em desenvolvimento. Além do aspecto econômico, a utilização racional das pastagens auxilia na preservação dos recursos renováveis.

Entretanto, a exploração racional e o total aproveitamento do pasto, requerem o desenvolvimento de sistemas que maximizem a ingestão de forragem e melhore a eficiência de uso dos nutrientes através do fornecimento de alimentos suplementares. Suplementos geralmente são fornecidos no sentido de aumentar a ingestão diária de energia e o desempenho animal, acima daquilo que é permitido pela pastagem. A eficiência da suplementação depende do seu efeito dessa, sobre a ingestão de pastagem pelas vacas e, portanto, é fundamental a compreensão das inter-relações entre as variáveis da pastagem, as características do suplemento e as exigências dos animais.

Os principais fatores que afetam a produção e a ingestão de forragem pelas vacas leiteiras exploradas em regime de pasto são a disponibilidade e a qualidade da pastagem e as condições do terreno. A utilização de forrageiras tropicais em sistemas de produção de leite em pasto pode apresentar algumas limitações que influenciam o consumo e, conseqüentemente, a produção animal. Essas limitações na maioria das vezes estão relacionadas ao rápido crescimento vegetativo na estação chuvosa, à insuficiente disponibilidade de matéria seca na estação seca e à baixa digestibilidade e alto teor de parede celular na maior parte do ano.

A matéria seca das forrageiras tropicais torna-se mais fibrosa, reduzindo a sua qualidade mais rapidamente que a das temperadas. Mesmo em pastagens com grande disponibilidade de forragem, pode haver limitação no consumo, pela maior dificuldade do animal em apreender o alimento de melhor qualidade, resultando assim, em queda na produção (Stobbs, 1973). A prioridade dos animais em pastejo é consumir as folhas mais novas, com maior valor nutritivo, seguido das folhas mais velhas, das folhas de extratos inferiores e, só então, o caule (Stobbs, 1978). No entanto, segundo Stobbs & Minson (1980), é possível conservar, por meio de manejo adequado, a qualidade inicial da forragem, mantendo-se os pastos no estágio vegetativo e com disponibilidade que permita ao animal seleção de forragem de melhor qualidade.

Considerando ser o território brasileiro regido por clima tropical e sua capacidade de produção e qualidade de pastagens, suficiente para atingir produções de aproximadamente 15 kg de leite/vaca/dia (Deresz et al., 1994).

A utilização de forrageiras mais produtivas e de melhor qualidade, juntamente com a reposição nitrogênio, fósforo e potássio, podem suportar produções significativamente superiores à citada acima. A Austrália tem dado o exemplo das possibilidades quanto à exploração de pastagens para a produção de leite, pois gramíneas tropicais fertilizadas com nitrogênio tem mostrado aumento significativo na produção. A fertilização com 300 kg de N/ha produziu um aumento de 4.000 kg de leite/ha com a utilização de 2 vacas/ha (Cowan et al., 1987). Desde que pastagens de *Panicum* e *Brachiaria* sejam manejadas de forma a impor uma pressão de pastejo e taxa de lotação que respeite a capacidade suporte em cada situação específica, produções de leite muito semelhantes podem ser obtidas com pastejos contínuo ou rotacionado (Davidson et al., 1985). Trabalhando com pastagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) em sistema de pastejo rotacionado, durante três

anos, com períodos de ocupação de 1 a 5 dias, Cóser et al. (1996) não observaram diferenças na produção de leite/vaca ou ha. A produção de leite em pastagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) pode ser alta, com valores de 7.750 a 10.850 kg de leite/ha e 9,5 a 13,5 kg/vaca (Deresz et al., 1994; Cóser et al., 1996).

Em regime de pasto, a produção de leite por área e por vaca relaciona-se, respectivamente, com a capacidade suporte e o valor nutritivo do pasto. A capacidade suporte da pastagem está condicionada aos fatores de clima, solo, manejo e adaptação da espécie forrageira ao pastejo. O valor nutritivo da forragem, por sua vez, é avaliado pela digestibilidade e teores de proteína bruta e de parede celular, características estreitamente relacionadas com o consumo de matéria seca. Segundo Van Soest (1965), o teor de FDN é o fator mais limitante ao consumo do pasto, sendo que os valores de constituintes da parede celular superiores a 55-60% na matéria seca, correlacionam-se de maneira negativa com o consumo de forragem.

Mott (1984) relatou que o consumo é reduzido quando a oferta de forragem se encontra numa faixa inferior a 4-6% do peso vivo (PV). A ingestão de matéria seca pelas vacas é um dos pontos cruciais no processo de produção de leite, e um dos fatores que mais influenciam o consumo é a disponibilidade de matéria seca na pastagem.

Com cerca de 80% de seu território concentrado na faixa tropical, o Brasil apresenta inquestionável aptidão para produção de leite em sistemas baseados em pastagens. As gramíneas prevaletentes no país são do tipo C4, com características de alta eficiência fotossintética e elevada taxa de crescimento (Assis, 1997).

Dentre várias forrageiras, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) tem merecido especial atenção, sendo recomendado para sistemas intensivos de produção de leite a pasto (Deresz et al., 1999; Cóser et al., 2000).

A utilização de pastagens de boa qualidade deve ser a base dos sistemas de produção de leite no futuro. Entretanto, vacas de alto mérito genético não conseguem obter na pastagem, mesmo que seja de boa qualidade, toda energia necessária para suportar seu potencial produtivo. Dessa forma, a suplementação energética tem um papel importante na otimização da produção de leite. Vacas de alto mérito genético sem suplementação, podem ter comprometimento não apenas da produção, mas também, da condição corporal e desempenho reprodutivo. Normalmente, o que se observa na literatura, é que quanto mais limitantes forem as condições da pastagem, melhores são os resultados com a suplementação.

É muito importante tanto para os pesquisadores, como para os produtores, observarem o comportamento ingestivo de vacas leiteiras que recebem suplementação em condições de pastejo. A suplementação não deve ser utilizada com o objetivo de substituir a pastagem, mas sim complementá-la. No entanto, nem sempre este objetivo é alcançado, pois muito comumente, quando se utiliza a suplementação, substitui-se parte da forragem que deveria ser consumida pelo animal.

O primeiro ponto a ser observado na escolha das características do suplemento para vacas em pastejo é a combinação adequada de nutrientes de forma que a ingestão da pastagem seja elevada ao máximo. O segundo ponto é o fornecimento de suplementação energética para otimizar a produção de leite. O conhecimento de que pasto de alta qualidade não fornece níveis adequados de energia para vacas em lactação já é um consenso entre os nutricionistas, e merece especial atenção no momento da escolha do melhor suplemento.

Estudos indicam que o principal fator limitante na suplementação em pasto de vacas em lactação está no fornecimento de energia (McCormick et al., 2001). Sob boas condições de pastagem, algumas pesquisas sugerem que a taxa de degradação da fonte de energia pode afetar a ingestão de forragem, e que fontes que contenham fibra são mais eficientes quando comparadas com fontes ricas em amido de alta degradação ruminal. Em situações mais restritas de pastejo, não há substituição da pastagem pelo concentrado, independente da origem do carboidrato (Kibon & Holmes, 1987; Delagarde et al., 1999)

Várias técnicas experimentais têm sido desenvolvidas para estudar a quantidade de forragem consumida por ruminantes em pastejo (Minson, 1990). Entretanto, algumas destas metodologias são mensuradas em curto intervalo de tempo, impossibilitando seguras extrapolações para períodos mais extensos, e outras são mais apropriadas para estudos comportamentais (Moore & Sollenberger, 1997).

Os métodos mais apropriados para estudos da estimativa de consumo de ruminantes em pastejo, embora apresentando alguma variabilidade entre animais, são aqueles baseados nas estimativas da produção diária de fezes (PF) e da digestibilidade in vitro (DIVMS) da forragem ingerida, a partir da fórmula: $(\text{consumo} = \text{PF} / (1 - \text{DIVMS}))$, em que a produção fecal pode ser estimada com o auxílio de indicadores externos (Aroeira et al., 1999).

O óxido crômico (Cr_2O_3) é um dos vários compostos com características de indicador inerte, sendo usado frequentemente nas estimativas de produção fecal. O

composto é praticamente insolúvel em água, álcool e acetona, mas ligeiramente solúvel em ácido e álcali. Os alimentos, em geral, contêm pouquíssimo cromo, menos que 0,1 µg/g (Saliba, 1998).

Os indicadores externos são usualmente fornecidos por meio de infusões contínuas, administrações diárias ou pela utilização de dosagem única (Pond et al., 1989). O óxido crômico pode ser administrado em cápsulas, impregnado em papel, ou misturado no concentrado. Segundo Saliba (1998), recomenda-se um percentual de 0,5% da MS ingerida para ovinos e bovinos.

Geralmente, as coletas de amostras de fezes para estimativa de produção fecal com auxílio do óxido crômico são realizadas duas vezes ao dia. Essa metodologia tem sido amplamente utilizada pela conveniência de reunir os animais para o fornecimento de suplementação no cocho. Além disso, segundo Hopper et al. (1978), com as amostragens nos horários de fornecimento de ração, é minimizada a variação na excreção diurna de cromo, pois as amostras são coletadas em pontos equidistantes e um pouco abaixo dos pontos de inflexão da curva padrão de excreção de cromo, descrita em vários trabalhos (Prigge et al., 1981; Pereira et al., 1983; Rodriguez et al., 1994).

Alguns resultados que concordam com esta afirmação foram observados por Prigge et al. (1981) que, ao administrarem o indicador em dose única ou dividido em duas doses diárias, concluíram que o óxido crômico administrado em uma única dose não foi eficiente para as estimativas de produção fecal. Entretanto, os autores citam que o indicador, ao ser administrado duas vezes ao dia e com duas coletas de fezes diárias, apresenta recuperação mais próxima às observadas na coleta total de fezes.

O aumento da produtividade leiteira é dependente de fatores genéticos, sanitários, ambientais e nutricionais. Neste contexto, o manejo nutricional é ferramenta essencial para que os animais expressem o seu potencial produtivo, tornando-se para isso imprescindível que os bovinos tenham suas exigências nutricionais supridas.

Os carboidratos, proteínas, lipídios, minerais e vitaminas, presentes na matéria seca dos alimentos, são essenciais para manutenção e produção (crescimento, gestação e lactação) (Coelho da Silva & Leão, 1979). Para que as exigências desses nutrientes sejam totalmente atendidas, faz-se necessário que os animais consumam uma quantidade suficiente de matéria seca; fato que, por sua vez, é influenciado por

fatores como peso corporal, produção de leite, estágio da lactação, condições ambientais, fatores sociais e de manejo, condição corporal, alimentação prévia, e qualidade dos alimentos, especialmente volumosos (NRC, 1989).

O conhecimento das exigências nutricionais dos animais, bem como da composição dos alimentos, possibilita a formulação de dietas balanceadas para os vários níveis de produção, de modo a proporcionar maior aproveitamento dos nutrientes pelo animal sem que haja desperdícios de alimentos.

As tabelas de exigências nutricionais para bovinos de leite têm sido utilizadas amplamente pelos nutricionistas, sendo geradas a partir de dados provenientes de países de clima temperado como Estados Unidos (NRC, 1978, 1989 e 2001) e Inglaterra (AFRC, 1993). Deve-se, portanto, levar em consideração que as condições em que foram geradas as equações que deram origem às respectivas tabelas, são diferentes das condições predominantes em países de clima tropical como o Brasil. Deste modo, a aplicação de tais dados em condições tropicais deve ser adotada com cautela, e o uso destas tabelas para obtenção das exigências de proteína bruta, NDT e consumo de matéria seca, para predizer o desempenho de vacas leiteiras, pode ser ineficiente, acarretando problemas metabólicos, ambientais e, principalmente, prejuízos financeiros. Ainda hoje não há um consenso por parte dos técnicos de campo, nutricionistas e pesquisadores, a respeito do melhor sistema nutricional a ser usado para vacas em lactação.

Foram desenvolvidas recentemente equações de predição do consumo de matéria seca e produção de leite por vacas Holandesas pela primeira vez nas condições brasileiras, utilizando-se o banco de dados proveniente de experimentos reportados em nove pesquisas (Lana et al., 2004; Freitas et al., 2006). Estas equações foram utilizadas para elaborar tabelas de exigências nutricionais e utilizadas em programa computacional de cálculos de rações (Lana, 2005b). Esta metodologia, com base em informações genuinamente nacionais, possibilita o estabelecimento de normas diferenciadas por regiões e em função de diferentes sistemas de produção.

Vacas pesando em torno de 500 kg e com produção de 20 litros de leite/dia, recebendo predominantemente silagem de milho e 50 % de concentrado na ração. Essa condição não é representativa dos rebanhos encontrados na região sudeste, que apresentam mais baixas produtividades e com produções e arraçoamentos variáveis.

Poucas pesquisas têm avaliado o efeito do nível de concentrado sobre a produção de leite e, de acordo com Mattos (1995), a quantidade de concentrado para

suplementação de volumosos deve ser observada com atenção, devido ao seu alto custo e porque somente os 2-4 kg iniciais é que proporcionam maior resposta na produção de leite.

No trabalho de Lana (2004) foram verificadas baixas respostas na produção de leite pelo fornecimento de níveis crescentes de concentrado ($0,6 \pm 0,4$ kg de leite por kg de concentrado).

Uma vez que a resposta na produção de leite reduz com o aumento no uso de concentrado (Mattos, 1995; Bargo et al., 2003), há necessidade de realização de pesquisas para verificar melhor este comportamento sobre o desempenho dos animais e a viabilidade econômica.

Foi realizada pesquisa para se avaliar o consumo de matéria seca e de nutrientes, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas leiteiras mestiças, em função de diferentes níveis de concentrado e dois níveis de proteína bruta na dieta.

Foram avaliadas as respostas à suplementação em termos de acréscimo na produção de leite em função do suprimento de níveis diferenciados de ração concentrada e de proteína suplementar no período das águas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 159p.

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

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

BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S. et al. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1-42, 2003.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; ALVIM, M.J. Efeito de diferentes períodos de ocupação em pastagens de capim elefante sobre a produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, FORTALEZA. **Anais...** Fortaleza, 1996. p.174-176.

CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; DERESZ, F. **Capim-elefante: formas de uso na alimentação animal**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2000. 27p. (Circular Técnica, 57).

COWAN, R.T.; LOWE, K.F.; UPTON, P.C.; BOWDLER, T.M. Effect of nitrogen fertilizer on milk output from a non-irrigated forage program in Queensland. AAAP ANIMAL SCIENCE CONGRESS, 4., **Proceedings...** Hamilton, 1987. p.146.

DAVIDSON, T.M.; COWAN, R.T.; SHEPHERD, P.K. Milk production from cows grazing on tropical grass pasture. 2. Effects of stocking rate and level of nitrogen fertilizer on milk yield and pasture-milk yield relationships. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.25, p.515-523, 1985.

DELAGARDE, R.; PEYRAUD, J.L.; DELABY, L. Influence of carbohydrate or protein supplementation on intake, behavior and digestion in dairy cows strip grazing low nitrogen fertilized perennial ryegrass. **Annales de Zootechnie**, v.48, p.81-96, 1999.

DERESZ, F.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E., et al. Utilização do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) para produção de leite. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS**, CBNA, Campinas, p.183-199, 1994.

DERESZ, F.; MOZZER, O.L.; CÓSER, A.C. et al. Manejo de pastagem do capim elefante para produção de leite. In: **Pastejo de Capim Elefante**. Informe Agropecuário, v.19, n.192, p.55-61, 1999.

FREITAS, J.A.; LANA, R.P.; MAGALHÃES, A.L.R. et al. Predição e validação do desempenho de vacas de leite nas condições brasileiras. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.14, n.4, p.128-134, 2006.

HOLMES, C.W. Produção de leite a baixo custo em pastagens: uma análise do sistema Neozelandês. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2, 1995, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: FEALQ**, 1996. p.69-95.

HOPPER, J.T.; HOLLOWAY, J.W.; BUTTS JR., W.T. Animal variation in chromium sesquioxide excretion patterns of grazing cows. **Journal of Animal Science**, v.46, n.4, p.1096-1102, 1978.

KIBON, A.; HOLMES, W. The effect of height of pasture and concentrate composition on dairy cows grazed on continuously stocked pastures. **Journal of Agricultural Science**, v.109, p.293, 1987.

LANA, R.P. Efficiency of use of concentrate ration on weight gain and milk production by cattle under tropical pasture and intensive conditions in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.82, Suppl.1, p.222, 2004.

LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. Viçosa: UFV, 2005. 344p.

LANA, R.P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2005b. 91p.

LANA, R.P.; Goes, R.H.T.B.; Moreira, L.M. et al. Application of Lineweaver-Burk data transformation to explain animal and plant performance as a function of nutrient supply. **Livestock Production Science**, v.98, p.219-224, 2005.

LANA, R.P.; FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C. Prediction of milking cows performance and use of the equations for estimating nutritional requirements in Brazil. **Journal of Dairy Science**, v.87, Suppl.1, p.222, 2004.

MATTOS, W.R.S. Sistemas de alimentação de vacas em produção. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Nutrição de bovinos**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.119-142.

McCORMICK, M.E.; WARD, J.D.; REDFEARM, D.D. et al. Supplemental dietary protein for grazing dairy cows: effect on pasture intake and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.896-907, 2001.

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

MOTT, G.O. Relationship of available forage and animal performance in tropical grazing system. In: FORAGE AND GRASSLAND CONFERENCE, FORAGE SYSTEM LEADING U.S. AGRICULTURE IN TO THE FUTURE, Houston, **Proceedings...** Lexington: American Forage and Grassland Council, 1984. p.373-377.

MOORE, J.E.; SOLLENBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.81-96.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 5th Ed. revised Washington: National Academy of Sciences, 1978. 76p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6th Ed. revised. Washington: National Academy Press, 1989. 157p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th Ed. revised. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

PEREIRA, J.C.; GARCIA, J.A.; ESCUDER, C.J. et al. Estudo da digestão em bovinos fistulados, alimentados com rações tratadas com formaldeído e contendo óleo. I. Influência dos períodos de coleta nas estimativas do fluxo e da excreção da matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.12, n.3, p.399-428, 1983.

PRIGGE, E.C.; VARGA, G.A.; VICINI, J.L. et al. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators. **Journal of Animal Science**, v.53, n.6, p.1629-1633, 1981.

POND, K.R.; ELLIS, W.C.; MATIS, J.H. et al. Passage of chromium-mordanted and rare earth-labeled fiber: time dosing kinetics. **Journal of Animal Science**, v.67, n.4, p.1020-1028, 1989.

RODRIGUEZ, N.M.; BERCHIELLI, T.T.; OSÓRIO NETO, E. Uso de itérbio e cromo como indicadores fecais em bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 23., 1994, Olinda. **Anais...** Olinda: 1994. p.631.

SALIBA, E.O.S. **Caracterização química e microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja expostos à degradação ruminal e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. 236p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. 2. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, p.821-829, 1973.

STOBBS, T.H. Milk production, milk composition, rate of milking and grazing behaviour of dairy cows grazing two tropical grass pasture under a leader and follower system. **Australian Journal Expt. Agricultural. Husb.**, 18:5-11, 1978.

STOBBS, T.H.; MINSON, D.J. Nutrition of ruminants in the tropical. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Digestive physiology and nutrition of ruminants.** Oregon: Bookstores, v.3, p.257-277, 1980.

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

CAPÍTULO 1

CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS SOB PASTEJO EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE CONCENTRADO E PROTEÍNA BRUTA NA DIETA

INTRODUÇÃO

O acréscimo da produtividade leiteira tem sido um dos principais objetivos dos produtores e nutricionistas, sendo esse acréscimo dependente de fatores genéticos, sanitários, ambientais e nutricionais. Nesse sentido, o bom manejo nutricional é ferramenta importante para que os animais expressem o seu potencial produtivo, maximizando assim, a resposta produtiva por unidade de uso de nutrientes (Lana, 2005).

A produtividade de ruminantes depende da sua habilidade em consumir e obter energia dos alimentos disponíveis (Allen, 1996). A ingestão de alimentos é o principal fator que afeta a performance animal. O conhecimento de que o animal ingere é necessário para a formulação de dietas, para predição da performance animal e para planejar e controlar o sistema de produção.

O NRC (2001), afirma que estimativas precisas da ingestão de matéria seca são necessárias para evitar sub, ou, superalimentação e melhorou a eficiência alimentar, promovendo o uso eficiente de nutrientes. Características físicas e químicas dos ingredientes dietéticos e suas interações podem ter um grande efeito na

ingestão de matéria seca (IMS) nas vacas lactantes. Entre estas características esta o conteúdo de fibra, facilidade de hidrólise do amido e da fibra a fragilidade e tamanho de partículas e a quantidade e degradação ruminal da proteína dietética (Allen, 2000).

Após o conhecimento da composição química, a estimativa dos valores de digestibilidade é reconhecidamente essencial para se determinar o valor nutritivo dos alimentos (Valadares Filho et al., 2000). De acordo com Pereira (2003), a digestibilidade dos nutrientes é um dos componentes básicos na determinação da energia dos alimentos para a produção de leite. Entretanto, existe uma complexa relação entre proteína dietética e energia e a quantidade de proteína que será utilizada pelo animal (Broderick, 2003).

O suprimento de proteína em quantidade e qualidade, observando suas relações com os demais ingredientes dietéticos é muito importante, pois a proteína é o segundo nutriente limitante em dietas para animais ruminantes. Além disto, as fontes protéicas podem ser consideradas os ingredientes mais onerosos na formulação de dietas para vacas lactantes.

Detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo, o Brasil vem se firmando como um dos maiores produtores de leite ocupando a sexta posição em volume de produção, com grande potencial para se tornar o maior exportador mundial de lácteos. Para se firmar no comércio internacional, porém, é necessário produzir a baixo custo. O leite no Brasil é produzido basicamente a pasto, com baixo uso de concentrados, o que o torna extremamente competitivo no mercado internacional.

Por outro lado Vilela et al. (1980) e Deresz & Matos (1996) a resposta à utilização de concentrados na suplementação de vacas leiteiras em pastagem varia de 0,50 a 0,90 kg de leite/kg de concentrado no período de chuva e de 0,80 a 0,95 no período de seca, enquanto Bargo et al. (2003) observaram resposta de 1,0 kg de leite por kg de concentrado.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no sítio da Cachoeirinha, município de Viçosa, MG, e pertencente à Universidade Federal de Viçosa, em pastagem rotacionada de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) na estação chuvosa no período de dezembro de 2005 até abril de 2006.

A cidade de Viçosa localiza-se na região da Zona da Mata no estado de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas a posição 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e altitude de 651 metros. O clima é do tipo Cwa (mesotérmico), segundo a classificação de Köppen, apresentando duas estações bem definidas, com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos. A precipitação pluviométrica média é de 1.341,2 mm anuais. As médias de temperaturas máximas e mínimas são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997b).

Oito vacas mestiças Holandês-Zebu com peso médio de 520 ± 40 kg foram distribuídas em um quadrado latino (QL) 8 x 8 em oito períodos de 10 dias, para testar quatro níveis de ração concentrada (0, 1, 3 e 5 kg/vaca/dia) e dois níveis de proteína bruta (11 e 13% de PB na matéria seca total da dieta) sobre os consumos e as digestibilidades dos nutrientes, a produção e a composição do leite. O nível zero da ração concentrada consistiu de sal mineral ou sal nitrogenado para os níveis baixo e alto de PB na dieta, respectivamente.

Foi utilizada uma mistura mineral para vacas leiteiras, adicionando-a à quantidade diária a ser fornecida sobre a ração concentrada suplementar, formulada para suprir 9 e 12% de PB na dieta total, utilizando-se fubá de milho, farelo de soja,

uréia e mistura mineral. Os animais receberam os suplementos duas vezes ao dia, durante as ordenhas da manhã e da tarde. No período entre as ordenhas os animais tiveram livre acesso à pastagem.

O peso de cada animal foi obtido pela média dos pesos ao início e final de cada período experimental. A produção de leite foi avaliada no 9º e 10º dias de cada período experimental. Amostras de leite foram coletadas durante o último dia de cada período e compostas por animal, acondicionadas em fracos plásticos como conservante Bronopol[®]. Posteriormente foram determinados os teores de proteína, gordura, lactose e extrato seco total no laboratório de qualidade do leite do Centro Nacional de Pesquisas de Gado de Leite, CNPGL/EMBRAPA, em Juiz de Fora-MG, segundo a metodologia descrita pelo IDF (1996).

A cada 20 dias foi feita amostragem do pasto (coletada com um quadrado metálico de 1 x 1 m em 10 áreas/piquete com corte rente ao solo, e pastejo simulado) e a cada 10 dias amostragem da ração concentrada.

As amostras de pasto e concentrado foram secas em estufa a 65°C, moídas em peneiras de 2 mm e armazenadas. As análises laboratoriais para determinação da composição químico-bromatológica (matéria seca (MS), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), da pastagem e da ração concentrada, foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo Silva e Queiroz (2002).

Os CT foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) em que:

$$CT = 100 - (\% \text{ de PB} + \% \text{ de EE} + \% \text{ de cinzas})$$

Os teores de CNF foram calculados como proposto por Weiss (1999), sendo:

$$CNF = 100 - [(\%PB + \%FDN + \%EE + \%Cinzas)].$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + 2,25EE$$

em que: PBD= proteína bruta digestível; FDND= fibra em detergente neutro digestível; CNFD= carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED= extrato etéreo digestível.

A Tabela 1 apresenta detalhes das dietas referentes a cada tratamento. As Tabelas 2 e 3 apresentam a composição químico-bromatológica dos alimentos e das rações concentradas, respectivamente.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos experimentais

	Nível de PB (%):	11				13			
Item	Concentrado (kg/d):	0	1	3	5	0	1	3	5
Fórmula do concentrado, %									
Milho		-	40,3	85,3	94,4	26,2	-	48,6	72,0
Farelo de soja		-	30,2	5,5	-	-	68,4	43,1	22,9
Uréia		-	11,9	3,9	2,3	28,7	14,5	3,9	2,3
Mistura mineral		100	17,6	5,3	3,2	45,0	16,7	4,5	2,8
Consumo, kg/animal/dia									
Concentrado		0,18	1,0	3,0	5,0	0,4	1,0	3,0	5,0
Milho		-	0,4	2,6	4,7	0,1	-	1,5	3,6
Farelo de soja		-	0,3	0,2	-	-	0,7	1,3	1,1
Uréia		-	0,12	0,12	0,11	0,11	0,14	0,12	0,11
Mistura mineral		0,18	0,18	0,16	0,16	0,18	0,17	0,14	0,14

Tabela 2 – Teores médios e erro padrão da matéria seca (MS); proteína bruta (PB); proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN); proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA); extrato etéreo (EE); carboidratos totais (CT); fibra em detergente neutro (FDN); FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}); carboidratos não fibrosos (CNF); fibra em detergente ácido (FDA); FDA indigestível (FDAI); nutrientes digestíveis totais (NDT)

Itens	Capim elefante	Fubá de Milho	Farelo de soja
MS %	15,49	88,26	88,81
PB ¹	11,47	8,85	49,28
PIDN ¹	5,70	3,56	2,04
PIDA ¹	2,90	1,24	0,95
EE ¹	1,82	4,13	1,30
CT ¹	76,81	86,21	43,01
FDN ¹	64,29	12,82	11,27
FDN _{cp} ¹	60,19	11,62	6,81
CNF ¹	11,69	74,59	36,20
FDA ¹	38,95	1,92	8,81
FDAI ¹	12,48	0,65	0,02
NDT ¹	60,20	87,24	81,54

¹ Valores em percentagem da MS.

Tabela 3 – Composição química-bromatológica dos concentrados (% da matéria seca)

Item	Tratamentos ¹							
	11				13			
	0	1	3	5	0	1	3	5
MS	99,9	89,3	88,8	89,7	88,8	90,0	86,4	89,4
PB	-	55,0	23,5	16,6	81,3	71,7	36,5	22,9
FDN	-	17,2	14,9	15,3	14,0	19,7	16,2	16,1
FDA	-	8,39	6,58	3,81	3,51	5,81	3,19	6,38
FDAi	-	0,57	0,41	0,32	0,96	0,58	0,24	0,7
EE	-	2,41	2,68	3,02	2,21	2,1	2,54	2,91
PIDA	-	1,82	1,16	1,4	1,77	1,22	1,24	0,76
PIDIN	-	2,21	1,91	2,12	2,13	2,1	2,24	2,32
FDNcp	-	11,3	12,0	16,5	8,0	14,9	15,4	12,5
CNF	-	23,3	54,1	56,7	1,72	6,63	35,5	53,6
NDT		61,0	61,4	68,9	55,1	57,0	58,9	70,4

¹Níveis de PB (11 e 13% da matéria seca) e níveis de concentrado (0, 1, 3 e 5 kg/vaca/dia).

Foram estimulados os consumo de matéria seca total, de pasto, de ração concentrada e de nutrientes, a digestibilidade, a produção e composição do leite. As estimativas do consumo e digestibilidade foram realizadas durante a coleta de fezes nos últimos dois dias de cada período experimental, utilizando-se 20g de (Cr₂O₃) óxido crômico/animal/dia, homogeneizado junto ao concentrado, como indicador externo em duas porções diárias de 10 gramas (às 8 e 17 horas, durante os cinco últimos dias de cada período experimental) e FDAi como indicador interno. As fezes foram colhidas diretamente no reto, de manhã e à tarde.

Essas amostras foram secas em estufa sob ventilação forçada a 60°C durante 72h e processadas no moinho de facas com peneira de 1 mm. Posteriormente essas amostras foram analisadas quanto ao teor de MS a concentração de cromo nas amostras foi determinadas por espectrofotometria de absorção atômica (Willians et al., 1962).

Para determinação da produção fecal, utilizou-se a fórmula:

$$PF = OI/COF$$

em que *PF* é a produção fecal diária (g/dia); *OI*, óxido crômico ingerido (g/dia); e *COF*, a concentração de óxido crômico nas fezes (g/gMS).

Quando houve sobras de concentrado, foi feita estimativa da quantidade de óxido crômico (g/dia) que o animal ingeriu através da quantidade média de suplemento ingerido.

Para a determinação do consumo de matéria seca (CMS) do pasto, utilizou-se o indicador interno FDAi, obtida após 144 horas de incubação *in situ* dos alimentos fornecidos, sobras e fezes, segundo Cochran et al. (1986). Para as estimativas de consumo, a partir da FDAi, adotou-se procedimento único, seqüencial, adaptando-se as técnicas descritas por Penning e Johnson (1983) e Cochran et al. (1986), com base em digestibilidade *in situ*, onde o consumo de MS foi obtido pela seguinte equação:

$$\text{CMS (kg/dia)} = \{[(\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IS}] / \text{CIFO}\} + \text{CMSS}$$

em que: CIF = concentração do indicador nas fezes; IS = indicador presente no suplemento (kg/dia), CIFO = concentração do indicador na forragem e CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia). Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, EE, FDN, CNF e NDT das dietas foram estimados utilizando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno e dois dias de coleta de fezes. O tempo de coleta de dois dias é o suficiente para estimar a excreção de matéria seca fecal, como relatou Pina et al. (2005), reduzindo assim a mão-de-obra na condução do experimento.

O processamento das amostras e as análises laboratoriais das fezes e das sobras de concentrado seguiram os procedimentos descritos por Santos et al. (2004).

Foi feita análise das variáveis em delineamento em quadrado latino. O modelo estatístico incluiu efeitos de tratamento (níveis de concentrado, níveis de proteína e sua interação), animal e período. As análises foram realizadas utilizando os programas estatísticos do SAS Institute (1991) a 5% de significância.

Além das análises de variância, foi feita a análise de regressão da recíproca da resposta produtiva (leite) em função da recíproca do consumo de concentrado e proteína, conforme Lana et al. (2005). Este procedimento permitiu obter as constantes Km e Vmax, ou seja, a quantidade de nutrientes para obter a metade da resposta máxima (Km) e a resposta máxima na produção de leite (Vmax), que podem variar em função do nível de proteína no concentrado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias diárias dos consumos de matéria seca (CMS), de matéria seca do pasto (CMSp), de fibra em detergente neutro (CFDN), de proteína bruta (CPB), de extrato etéreo (CEE), de carboidratos não fibrosos (CCNF) e de nutrientes digestíveis totais (CNDT), em função do nível de suplementação e do teor de proteína bruta da dieta são apresentadas na Tabela 1.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre as dietas para o CMS expresso nas diferentes unidades. Os valores de CMS 2,72 e 2,74 foram próximos aos encontrados por Aroeira et al. (2004), que foram de 2,3 e 2,8% do peso vivo, considerando-se respectivamente, as médias anuais e as obtidas nos meses de chuva.

A massa forrageira observada durante o experimento foi em média 6884 kg MS/ha com uma oferta de forragem de 20 kg de MS/100 kg PV/dia ou 20% do PV/dia. Segundo Almeida (1997), quando a oferta de forragem é acima de 14% do PV/dia, poderá ocorrer grande desperdício de forragem associado à alta quantidade de material senescente presente na pastagem, o qual pode afetar o desempenho animal. Segundo Silva et al. (1994), trabalhando com capim elefante anão, a OF mais recomendada tem girado em torno de 6-9% do PV para vacas leiteiras.

Tabela 4 – Consumo de nutrientes

Consumo	Concentrado (kg/animal/dia)				%PB na Dieta		CV (%)	Probabilidade		
	0	1	3	5	11	13		C	PB	C*PB
MS, kg/dia	13,9	13,9	13,7	15,0	14,1	14,2	11,9	n.s.	n.s.	n.s.
MS, %PV	2,70	2,68	2,65	2,90	2,72	2,74	11,7	n.s.	n.s.	n.s.
MSP, kg/dia	13,8	13,5	11,4	11,1	12,4	12,5	14,0	0,01 ¹	n.s.	n.s.
MSP, %PV	2,68	2,59	2,19	2,14	2,38	2,41	13,9	0,01 ²	n.s.	n.s.
FDN, kg/dia	8,77	8,59	7,56	7,74	8,14	8,19	13,3	0,01 ³	n.s.	n.s.
FDN, %PV	1,69	1,65	1,46	1,49	1,57	1,58	13,2	0,01 ⁴	n.s.	n.s.
PB, kg/dia	1,36	1,58	1,77	1,83	1,55	1,72	12,1	0,01 ⁵	0,01 ⁵	n.s.
EE, kg/dia	0,25	0,26	0,26	0,29	0,26	0,27	11,7	0,01 ⁶	n.s.	n.s.
CNF, kg/dia	1,47	1,53	2,22	3,31	2,20	2,07	13,7	0,01 ⁷	n.s.	0,01 ⁷
NDT, kg/dia	6,74	7,41	7,34	8,94	7,84	7,36	20,9	0,01 ⁸	n.s.	n.s.

%PB = teor de proteína bruta na matéria seca total da dieta; CV = coeficiente de variação; C = concentrado; n.s. = não significativo ($P>0,05$).

¹ $\hat{y} = 13,8 - (0,60 \cdot C)$; $r^2 = 0,24$; $s = 2,09$.

² $\hat{y} = 2,66 - (0,117 \cdot C)$; $r^2 = 0,28$; $s = 0,37$.

³ $\hat{y} = 8,70 - (0,239 \cdot C)$; $r^2 = 0,11$; $s = 1,33$.

⁴ $\hat{y} = 1,68 - (0,047 \cdot C)$; $r^2 = 0,13$; $s = 0,235$.

⁵ $\hat{y} = 1,17 + (0,09 \cdot C) + (0,174 \cdot PB)$; $R^2 = 0,39$; $s = 0,247$.

⁶ $\hat{y} = 0,252 + (0,00625 \cdot C)$; $r^2 = 0,09$; $s = 0,0395$.

⁷ $\hat{y} = 1,46 + (0,442 \cdot C) - (0,264 \cdot C \cdot PB) + (0,0439 \cdot C^2 \cdot PB)$; $R^2 = 0,81$; $s = 0,380$.

⁸ $\hat{y} = 6,74 + (0,384 \cdot C)$; $r^2 = 0,3$; $s = 1,93$.

O consumo diário de capim-elefante diminuiu ($P<0,05$), à medida que aumentou o nível de concentrado na dieta, variando de 2,7 a 2,1% do PV. Este resultado está de acordo com Cordova et al. (1978), que relata que somente para manter as exigências de manutenção, é necessário um consumo de 1,6% do peso vivo.

Na estação das chuvas, para vacas Holandês $\times$ Zebu em lactação, Benedetti (1994) relatou consumo de MS de pastagens de capim-elefante de 2,7% do PV, sendo o consumo de FDN de 2,1% do PV. Aroeira et al. (1999) relataram, na estação das chuvas, consumo de MS e de FDN variando, respectivamente, de 3,1 a 3,7% do PV e de 2,3 a 2,8% do PV para vacas Holandês $\times$ Zebu em lactação. Detmann et al. (2003), analisando um conjunto de dados obtidos em experimentos com bovinos confinados, alimentados com forrageiras tropicais, concluíram que consumos de FDN (%PV) para bovinos foram superiores a 1,2% PV em aproximadamente 39% dos dados analisados.

Grings et al. (1991), ao submeter vacas em lactação a dietas com níveis crescentes de proteína, obtidos pela inclusão de farelo de algodão em substituição à cevada e milho, observaram consumos médios de FDN de 1,63% do PV. No presente

trabalho, pode-se perceber a elevada capacidade de vacas Holandês × Zebu na ingestão de FDN de pastagens com forrageiras tropicais.

O consumo de PB foi maior ($P<0,05$) quando os níveis de concentrado e proteína bruta aumentaram na dieta, possivelmente devido ao maior teor deste nutriente na dieta.

Os consumos de EE foram maiores ($P<0,05$), quando os níveis de concentrado aumentaram na dieta, o que pode ser explicado pelas diferenças nos teores desse nutriente entre as rações (Tabela 3) e pela ausência de diferença ($P>0,05$) entre os consumos de MS.

Houve efeito de interação entre consumo de carboidratos não fibrosos em kg/animal/dia, em função do nível de suplementação e do teor de proteína bruta ($P<0,05$) (Tabela 4). O desdobramento das interações, onde o consumo de CNF aumentou com o aumento do consumo de concentrado e, no caso do nível de 3 kg de concentrado/vaca/dia, o consumo de CNF reduziu com o aumento do teor de PB na dieta (Tabela 5). Isto se deve à maior utilização de farelo de soja para elevar o nível de proteína bruta da dieta, reduzindo assim o suprimento de CNF em detrimento da PB.

Tabela 5 – Consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), em kg/animal/dia, em função do nível de suplementação e do teor de proteína bruta da dieta para vacas em pastejo de capim-elefante no período das águas¹

%PB na Dieta	Concentrado (kg/animal/dia)			
	0	1	3	5
11	1,36	1,53	2,54	3,38
13	1,58	1,53	1,91	3,25

¹%PB = teor de proteína bruta na matéria seca total da dieta.

O consumo de NDT aumentou ($P<0,05$), com os níveis de concentrado na dieta, devido a estes apresentarem maior teor de NDT (Tabela 3). O NRC (2001) preconizou um consumo de MS variando de 13,5 a 14,8 kg/dia para vacas com média de 520 kg de peso vivo, produzindo entre 10 e 12 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura e ganhando aproximadamente 0,200 kg/dia. Estes valores são próximos aos

observados para todos os tratamentos nesse experimento, que variaram de 13,7 a 15,0 kg/dia.

Na Tabela 6 encontram-se os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, EE, FDN, CNF e NDT das dietas.

Tabela 6 – Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes em função do nível de suplementação e do teor de proteína bruta da dieta para vacas em pastejo de capim-elefante no período das águas

	Concentrado (kg/animal/dia)				%PB		CV (%)	Probabilidade		
	0	1	3	5	11	13		C	PB	C*PB
CDMS	54,6	54,5	57,5	59,8	56,1	57,1	8,41	0,01 ¹	n.s.	n.s.
CDPB	45,4	59,8	64,0	63,1	53,1	63,1	18,9	0,01 ²	0,01 ²	n.s.
CDEE	55,3	52,1	58,4	55,4	55,8	54,8	23,1	n.s.	n.s.	n.s.
CDFDN	49,8	53,9	51,1	53,7	49,9	54,3	15,8	n.s.	0,01	n.s.
CDCNF	63,0	58,2	68,4	81,3	68,1	67,3	20,8	0,01 ³	n.s.	n.s.
NDT (%)	47,7	51,8	53,3	59,1	54,3	51,7	13,0	0,01 ⁴	0,03 ⁴	n.s.

%PB = teor de proteína bruta na matéria seca total da dieta; CV = coeficiente de variação; C = concentrado; n.s. = não significativo ($P > 0,05$).

¹ $\hat{y} = 54,1 + (1,12 * C)$; $r^2 = 0,13$; $s = 5,758$.

² $\hat{y} = 32,1 + (11,2 * C) + (9,98 * PB) - (1,63 * C^2)$; $R^2 = 0,32$; $s = 13,29$.

³ $\hat{y} = 58,5 + (4,08 * C)$; $r^2 = 0,21$; $s = 15,37$.

⁴ $\hat{y} = 52,2 + (2,06 * C) - (2,57 * PB)$; $R^2 = 0,24$; $s = 7,584$.

Os coeficientes de digestibilidade da MS, PB e CNF, e o teor de NDT aumentaram ($P < 0,05$) em função do aumento do nível de concentrado na dieta (Tabela 7).

O coeficiente de digestibilidade da PB aumentou ($P < 0,05$) em função do aumento do nível de proteína bruta na dieta. Este efeito é possivelmente devido ao maior teor de uréia na dieta, que tem alta digestibilidade, e menor participação da proteína endógena, que favorece à maior estimativa da digestibilidade aparente, aproximando-se da digestibilidade real.

Os coeficientes de digestibilidade do EE e FDN não diferiram ($P > 0,05$) em função do aumento do nível de concentrado. Entretanto, o coeficiente de digestibilidade da FDN foi maior quando o nível de proteína bruta nas dietas aumentou. Isso pode ser explicado pelo maior aporte de nitrogênio para os

microrganismos ruminais, melhorando assim a degradação da fibra (Van Soest, 1994).

Menor digestibilidade da FDN pela inclusão de carboidratos não fibrosos (milho) na dieta foi observado por Valadares Filho et al. (2000) e Detmann et al. (2003). Este efeito não foi verificado no presente trabalho, devido ao nível moderado de inclusão de concentrado, mesmo no tratamento com maior nível (5 kg de concentrado/vaca/dia ou 30 % de concentrado na matéria seca total da dieta). Neste caso, não houve influência negativa dos carboidratos não fibrosos sobre a população microbiana celulolítica.

As médias diárias para a produção e composição do leite e eficiência de utilização da ração concentrada, com os respectivos coeficientes de variação, são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Produção e composição do leite e eficiência de uso de concentrado em função do nível de suplementação e do teor de proteína bruta da dieta para vacas em pastagem de capim-elefante no período das águas

	Concentrado (kg/animal/dia)				%PB		CV (%)	Probabilidade		
	0	1	3	5	11	13		C	PB	C*PB
Leite, kg/animal/dia	11,9	11,7	13,8	13,0	12,4	12,7	14,6	0,01 ¹	n.s.	n.s.
Gordura, %	2,32	2,45	2,34	2,25	2,27	2,41	21,1	n.s.	n.s.	n.s.
Proteína, %	3,14	3,08	2,99	3,22	3,07	3,15	8,29	n.s.	n.s.	n.s.
Lactose, %	4,02	4,20	4,07	4,16	4,03	4,19	6,78	n.s.	0,04	n.s.
Extrato seco, %	10,4	10,8	10,4	10,6	10,3	10,7	6,25	n.s.	0,03	n.s.
Efic. concentrado	-	-	0,63	0,22	-	-	-	-	-	-

%PB = teor de proteína bruta na matéria seca total da dieta; CV = coeficiente de variação; C = concentrado; n.s. = não significativo ($P > 0,05$); eficiência de uso do concentrado = (produção de leite do tratamento – produção de leite do tratamento testemunha)/consumo de concentrado.

¹ $\hat{y} = 11,9 + 0,322 \cdot C$; $r^2 = 0,06$; s (desvio padrão) = 2,479.

A produção de leite aumentou com os níveis crescentes de concentrado ($P < 0,05$), não sendo influenciada ($P > 0,05$) pelos diferentes níveis protéicos. As equações de regressão da produção de leite em função da quantidade de concentrado, explica a resposta de 0,32 kg de leite/kg de concentrado.

O teor de gordura, proteína, lactose e extrato seco do leite não foram influenciados pelos níveis de concentrado ($P > 0,05$), mas quando aumentou o nível de proteína na dieta houve acréscimo ($P < 0,05$) do teor de lactose e extrato seco do leite.

O maior nível de proteína no leite pode ter estimulado o crescimento microbiano, aumentando o suprimento de proteína metabolizável no intestino delgado. Parte dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, provenientes da digestão da proteína, são precursores de glicose no fígado, o que leva ao aumento da produção de lactose na glândula mamária e, conseqüentemente, ao de lactose e de extrato seco no leite.

Ao utilizar o modelo de saturação cinética de sistemas enzimáticos para avaliar a resposta na produção de leite em função da suplementação concentrada, Lana et al. (2005), obtiveram a seguinte equação de Lineweaver-Burk: $1/\text{leite} = 0,0145 \cdot (1/\text{kg concentrado}) + 0,071$, $r^2 = 0,80$. A produção máxima teórica de leite ($1/a$) foi de 14,1 kg/vaca/dia e a quantidade de concentrado para causar metade da produção máxima de leite (b/a) foi verificada com 0,20 kg, enquanto que a quantidade necessária para atingir 90% da produção máxima foi verificada com 1,9 kg. Este último valor pode ser obtido, substituindo "leite" na equação acima por $(1/a) \cdot 0,9 = 14,1 \cdot 0,9$.

A resposta marginal máxima em produção de leite foi de 0,63 kg de leite por kg de concentrado, comparando 3 kg de concentrado/vaca/dia com o tratamento testemunha, reduzindo para 0,22 kg de leite por kg de concentrado ao passar para o maior nível de suplementação (Tabela 8). Lana (2005), com base em dados de onze pesquisas com vacas leiteiras, verificou produção média de 12 kg de leite/dia, sem o uso de concentrado, e de 0,72 kg de leite por quilo de concentrado.

Bargo et al. (2003) afirmaram que a taxa marginal de aumento na produção de leite é curvilínea, ou seja, a produção de leite por quilo de concentrado diminui com o aumento na quantidade de concentrado fornecido. Lekchom et al., 1989, citados por Gomide (1998), também verificaram decréscimo na produção de leite com o fornecimento de concentrado e decréscimo progressivo na renda líquida para níveis de suplementação acima de 2,5 kg de concentrado/animal/dia.

A redução na resposta em produção de leite no maior nível de concentrado pode ser devido ao efeito da substituição, onde o animal deixa de consumir a forragem para consumir o concentrado.

Uma justificativa ampla está associada à cinética de saturação típica de sistemas enzimáticos, apresentada por Michaelis-Menten, onde as respostas biológicas aos nutrientes reduzem pelo aumento da concentração de substratos, devido ao limite biológico de utilização e toxidez pelo excesso de substrato (Lana et al., 2005).

Segundo Gomide (1994), vacas recebendo concentrado reduzem o consumo de matéria seca do pasto principalmente na estação das águas, sob condições de elevada oferta de forragem. Também segundo este autor a resposta produtiva ao concentrado tem variado de 0,5 a 1,5 kg de leite/kg concentrado, em função da oferta e qualidade da forragem e estágio de lactação da vaca.

Segundo Deresz (1994), pastagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) manejada na forma de sistema rotacionado, permite obter produções de leite ao redor de 13 kg de leite/vaca/dia, durante a estação chuvosa, ou seja, há pequena resposta ao uso de concentrado e níveis de proteína bruta na dieta, como aconteceu no presente trabalho.

Respostas semelhantes à do presente trabalho foram observadas ainda por Alvim et al. (1986), Deresz (1994), Rodrigues et al. (1995), Neto e Dias Filho (1995) e Cóser et al. (1996), estudando o uso de concentrado em níveis crescente de 0 até 6 kg/animal dia com produções entre 10,5 até 14 kg de leite/vaca dia para animais mestiços Holandez x Zebu em pastagem de capim elefante na época das águas.

Revisões históricas de Leaver et al. (1968) e Journet e Demarquilly (1979) mostram que a suplementação com concentrado em condições de pastagem também é questionável. Segundo estes autores a resposta média de 0,4 – 0,5 kg de leite/kg de matéria seca de concentrado, e tal fato ocorre porque em boa parte das situações há uma redução na ingestão de forragem. Esta redução normalmente ficaria entre 0,5 e 0,6 kg de forragem, por kg de concentrado consumido. A variabilidade dos dados é grande, indicando que a técnica da suplementação pode, em muitas situações, dar grande retorno econômico.

O efeito da suplementação de pastagem tropicais com diferentes níveis de concentrado sobre a produção de leite foi avaliada também por Valle et al. (1987) e Vilela et al. (1996), que observaram uma resposta de 0,5 a 1,0 kg de leite para cada kg de concentrado fornecido. A resposta na produção de leite à suplementação tendeu a diminuir após 3 kg de concentrado fornecido, estando de acordo com Peyraud (2001), mas esta redução parece ser moderada até 6 kg de concentrado/dia e, em alguns casos, a eficiência marginal diminui após 4 kg de concentrado.

Considerando a avaliação econômica e não apenas a produção em si, em um trabalho com vacas leiteiras mantidas em pastagem, recebendo 3 kg de concentrado/dia, Vilela et al. (1993) obtiveram uma margem bruta da produção de leite, que foi 32% superior ao grupo de vacas que receberam 6 kg de concentrado/dia,

apesar da produção das vacas em pastagem ter sido 20% inferior. Tal fato demonstra que o importante é buscar o nível de produção economicamente mais viável, e não apenas produtividade.

A resposta em produção de leite à suplementação concentrada, se comporta de acordo com a “lei de produtividade decrescente”, isto é, à medida que se aumenta o nível de suplementação (fator variável), mantendo-se todos os demais fatores de produção constantes, a produção de leite também aumenta, a princípio mais que proporcionalidade relativa a quantidade que é fornecida, depois menos que proporcionalidade e, finalmente, decresce.

CONCLUSÕES

Vacas com produção média de 12 kg/leite/dia mantidas em pastagem de capim elefante podem ser alimentadas com dietas contendo 11% PB.

Concentrado aumentou a produção de leite em 0,63 kg de leite/kg de concentrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E.X. **Oferta de forragem de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott), dinâmica da pastagem e sua relação com o rendimento animal no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina.** Porto Alegre, RS. 112p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Agronomia/UFRGS, 1997.

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p.1598-1624, 2000.

ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063-3075, 1996.

ALVIM, J.M.; GARDNER, A.L.; CÓSER, A.C. et al. Produção de leite em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) submetida a diferentes períodos de pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.5, p.425-431, 1986.

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

AROEIRA, L.J.M.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C. et al. Sistemas alternativos para produção de leite e carne a pasto. In: MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; ALENCAR, C.A.B. (Eds.) **Sustentabilidade da pecuária de leite e de corte da Região do Leste Mineiro**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2004. p.31-50.

BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S. et al. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1-42, 2003.

BARGO, F.; MULLER, L.D.; DELAHOY, J.E. et al. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1777-1792, 2002.

BENEDETTI, E. Atributos de três gramíneas tropicais, parâmetros ruminais e produção de leite em vacas mestiças mantidas a pasto.. 173f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levelson the A production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1370–1381, 2003.

COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483. 1986.

CORDOVA, F.J.; WALLACE, J.D.; PIEPER, R.D. Forage intake by grazing livestock: a review. **Journal of Range Management**, v.31, n.6, p.430-438, 1978.

CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; ALVIM, M.J. Efeito de diferentes períodos de ocupação em pastagens de capim elefante sobre a produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, FORTALEZA, **Anais...**1996. Fortaleza, 1996. p.174-176.

DERESZ, F. Manejo de pastagem de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 2., 1994, Juiz de Fora. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.116-137.

DERESZ, F.; MATOS, L.L. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na ução de leite de vacas mestiças Holandês Zebu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE Forta **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. n.1, p.166 -168.

DERESZ, F; MOZZER, O.L.; CÓSER, A.C. et al. Manejo de pastagem do capim elefante para produção de leite. In: **Pastejo de Capim Elefante**. Informe Agropecuário, v.19, n.192, p.55-61, 1999.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R. et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6 (supl.1), p.1763-1777, 2003.

GOMIDE, J.A. Manejo de pastagens para a produção de leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 31. Maringá-Pr. 1994. **Anais...** Maringá-PR: EDUEM, 1994. p.141-168.

GOMIDE, J.A., SILVA, J.F.C. da. Valor nutritivo da aveia forrageira (Avena bizantina, L.) sob as formas de verde, silagem e feno. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.7, n.1, p.145-157, 1998.

GRINGS, E.E.; ROFFLER, R.E.; DEITELHOFF, D.P. Response of dairy cows in early lactation to additions of cottonseed meal in alfafa-based diets. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.2580-2587, 1991.

IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Whole milk determination of milkfat, protein and lactose content. Guide for the operation of mid-infra-red instruments.** Bruxelas: 1996. 12p. (IDF Standard 141 B).

JOURNET, M.; DEMARQUILLY, C. Grazing. In: BROSTER, W.H.; SWAN, H. (Ed.) **Feeding strategy for the high yielding dairy cow.** St. Albans: Canada Publishing, 1979. p.295-321.

LANA, R.P. Efficiency of use of concentrate ration on weight gain and milk production by cattle under tropical pasture and intensive conditions in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.82, Suppl.1, p.222, 2004.

LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades).** Viçosa: UFV, 2005. 344p.

LANA, R.P. **Sistema Viçosa de formulação de rações.** 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2005b. 91p.

LANA, R.P.; Goes, R.H.T.B.; Moreira, L.M. et al. Application of Lineweaver-Burk data transformation to explain animal and plant performance as a function of nutrient supply. **Livestock Production Science**, v.98, p.219-224, 2005.

LANA, R.P.; FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C. Prediction of milking cows performance and use of the equations for estimating nutritional requirements in Brazil. **Journal of Dairy Science**, v.87, Suppl.1, p.222, 2004.

LEAVER, J.D.; CAMPLING, R.C.; HOLMES, W. Use of supplementary feeds for grazing dairy cow. **Dairy Science Abstracts**, v.30, p.355-361, 1968.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. Jr; COLLINS, M.; MERTENS, D.R. et al. (eds), **Forage Quality, Evaluation, and Utilization.** American Society of Agronomy, Crop Science Society of American and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, p.450–493, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7th Ed. rev. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

NETO, M.S.; DIAS FILHO, M.B. Pastagens no Ecossistema do Trópico Úmido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIRO: PESQUISA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 32, Brasília-DF. **Anais...** Brasília-DF, 1995, p.76-93.

PENNING, P.D.; JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid detergent fiber. **Journal of Agricultural Science**, v.100, n.1, p.133-138, 1983.

PEREIRA, M.L.A. **Proteína nas dietas de vacas nos terços inicial e médio da lactação.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 105p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

PEYRAUD, J.L. Complementary supplementation of grazing dairy cows. http://www.rhhall.ie/print/Issue2_2001.html, 2001.

PINA, D. S. ; VALADARES FILHO, S. de Campos ; Detmann, E. ; VALADARES, R. F. et al. Efeitos de indicadores e dias de coleta na digestibilidade dos nutrientes e nas estimativas do valor energético de alimentos para vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 35, p. 2461-2468, 2006.

RODRIGUES, A.A.; GODOY, R.; CORRÊA, L.A. et al. Efeito do pastejo restringido em aveia preta sobre a produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Brasília, DF, 1995. **Anais...** Brasília, 1995, p.229-231.

RYAN, B.F.; JOINER, B.L. **Minitab handbook**. 3rd Ed. Belmont, CA: Duxbury Press, 1994. 448p.

SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em tourinhos Limousin-Nelore, suplementados durante a seca em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.704-713, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS - System for linear models**. Cary: SAS Institute, 1991. 329p.

SILVA, D.S.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, A.C. Pressão de pastejo em pastagem de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Mott). 2. Efeito sobre o valor nutritivo, consumo a pasto e produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.453-464, 1994.

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

SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cows: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG.: Manual do usuário. 1997a. 150p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG:UFV, 1997b.
VALADARES FILHO, S.C.; BRODERICK, G.A.; VALADARES, R.F.D. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.106-114, 2000.

VALLE, L.C.S.; MOZZER, L.; VILLAÇA, H.A. et al. 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, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBZ, 1987. 56p.

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

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; LOPES, R.S.; et al. Efeito da suplementação concentrada sobre o consumo de nutrientes e a produção de leite, por vacas em pastagens de capim gordura (*Melinis minutiflora*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.2, p.74, 1980

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; PIRES, M.F.A. et al. Comparação entre o sistema de pastejo em Coast-cross (*Cynodon dactylon*, L.) e o sistema de confinamento para vacas de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro:SBZ, 1993.

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; RESENDE, J.C. et al. Produção de leite em pastagem de Coast-cross (*Cynodon dactylon* L. Pers.) suplementada estrategicamente com concentrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.169-171.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999. **Proceeding...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; ST. PIERRE, N.R. A theoretically-based model for predicting total digestible values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, p.95-110, 1992.

WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Reston, 1988. p.108-116.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, n.3, p.381-385, 1962.