

**RAFAEL MONTEIRO ARAÚJO TEIXEIRA**

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE VACAS DA RAÇA GIR LINHAGEM  
LEITEIRA ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE  
CONCENTRADOS E PROTEÍNAS EM CONFINAMENTO OU PASTEJO**

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

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008**

**RAFAEL MONTEIRO ARAÚJO TEIXEIRA**

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE VACAS DA RAÇA GIR LINHAGEM  
LEITEIRA ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES DE  
CONCENTRADOS E PROTEÍNAS EM CONFINAMENTO OU PASTEJO**

Tese apresentada à  
Universidade Federal de  
Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia  
para obtenção do título de  
“Doctor Scientiae”.

**APROVADA: 28 de Novembro de 2008**

---

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

---

**Prof. Augusto César de Queiroz  
(Co-orientador)**

---

**Leonardo de Oliveira Fernandes**

---

**André Soares de Oliveira**

---

**Prof. Rogério de Paula Lana  
(Orientador)**

Aos meus queridos pais, Tânia e Ronan,

A minha irmã Virgínia e sua família,

A minha linda esposa Ana,

Por serem a minha vida

Eu dedico

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus pela força, pela coragem, pela vida, por minha família e meus amigos.

À UFV por tantos anos de academia até chegar a esta fase do doutorado, e principalmente ao DZO pela acolhida durante quase onze anos.

Ao professor Rogério de Paula Lana, pela orientação no doutorado, pelo convívio e pelos ensinamentos transmitidos.

Aos professores José Mauricio de Souza Campos e ao professor Augusto César Queiroz pelos conselhos e apoio.

Ao pesquisador Leonardo de Oliveira Fernandes, a EPAMIG Uberaba e seus funcionários, pelo crédito e apoio durante a fase de experimentos de campo.

Ao meu amigo e membro da banca Dr. André Soares de Oliveira, pela sincera amizade, pelos ensinamentos e pelo exemplo de profissionalismo.

Aos meus amigos de Zootecnia, aos meus amigos de Piedade do Rio Grande e aos meus amigos do mundo.

As 41 vacas Gir Leiteiro utilizadas nos experimentos, por me aturarem durante 5 meses.

Aos meus estagiários em Uberaba, pelo apoio durante a pesquisa.

Ao meu xará Rafael Veloso, por incentivar, apoiar e acreditar neste trabalho.

Aos meus pais, meus avós, minha irmã, meu cunhado Rodrigo e meu lindo sobrinho Filipe e a minha família toda pela vida.

A minha esposa Ana por me aturar durante momentos difíceis como a qualificação, seminário e defesa. Agradeço-te meu amor, por fazer parte da minha vida.

Aos funcionários do DZO pelo apoio durante as análises de laboratório.

Em fim, a todos que contribuíram de alguma maneira em minha vida até este momento.

## **BIOGRAFIA**

Rafael Monteiro Araújo Teixeira, filho de José Ronan Teixeira e Tânia Maria Monteiro Teixeira, nasceu em São João Del Rei, MG em 29 de Outubro de 1977.

Saindo de Piedade do Rio Grande – MG, iniciou o curso Técnico em Agropecuária na Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal (CEDAF/UFV) em Florestal – MG, em março de 1994, concluindo-o em dezembro de 1996.

Em março de 1998, ingressou no curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, colando grau em 09 de março de 2003.

Em março de 2003, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela 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 18 de fevereiro de 2005.

Ainda em fevereiro de 2005, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia também pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, dando continuidade em seus estudos na área de nutrição e produção de ruminantes, em especial à pecuária leiteira, submetendo-se à defesa de tese em 28 de novembro de 2008.

## ÍNDICE

RESUMO .....	VI
ABSTRACT .....	VIII
INTRODUÇÃO.....	1
LITERATURA CITADA .....	8
CAPÍTULO 1 - NÍVEIS DE CONCENTRADO EM DIETAS DE VACAS DA RAÇA GIR LEITEIRO EM CONFINAMENTO DURANTE O PERÍODO SECO DO ANO.....	10
CONCENTRATE LEVELS IN DIETS OF MILKING GIR COWS IN FEEDLOT DURING THE DRY SEASON OF THE YEAR.....	11
INTRODUÇÃO.....	12
MATERIAL E MÉTODOS .....	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
CONCLUSÕES .....	28
LITERATURA CITADA .....	29
CAPÍTULO 2 - NÍVEIS DE CONCENTRADO E DE PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS DE VACAS DA RAÇA GIR LEITEIRO SUPLEMENTADAS A PASTO DURANTE O PERÍODO DAS ÁGUAS.....	32
CONCENTRATE AND CRUDE PROTEIN LEVELS IN DIETS OF MILKING GIR COWS SUPPLEMENTED AT PASTURE DURING THE RAIN SEASON.....	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS .....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
CONCLUSÕES .....	57
LITERATURA CITADA .....	58
CAPÍTULO 3 - EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE CONCENTRADO NA PRODUÇÃO DE LEITE EM VACAS GIR LEITEIRO SOB CONFINAMENTO OU PASTEJO.....	62
EFFICIENCY OF CONCENTRATE UTILIZATION IN MILK PRODUCTION BY MILKING GIR COWS IN FEEDLOT OR PASTURE.....	63
INTRODUÇÃO.....	64
MATERIAL E MÉTODOS .....	66
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	71
CONCLUSÕES .....	78
LITERATURA CITADA .....	79
CONCLUSÕES GERAIS .....	81

## RESUMO

TEIXEIRA, Rafael Monteiro Araújo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Novembro de 2008. **Desempenho produtivo de vacas da raça Gir linhagem leiteira alimentadas com níveis crescentes de concentrados e proteínas em confinamento ou pastejo.** Orientador: Rogério de Paula Lana. Co-orientadores: José Maurício de Souza Campos e Augusto César de Queiroz.

Dois experimentos foram conduzidos com vacas da raça Gir Leiteiro em lactação com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis crescentes de concentrados e de nutrientes sobre o consumo de matéria seca e de nutrientes, digestibilidades, estimativas da excreção fecal por indicadores internos e saquinhos de Ankon e TNT, produção e composição do leite e eficiência de utilização de concentrados. O primeiro experimento foi conduzido com 20 vacas sob confinamento no período seco do ano, sendo distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos experimentais foram constituídos de quatro dietas contendo quatro níveis de concentrado (NC) com quatro níveis de proteína bruta (PB, base da MS da dieta): 11,7% de NC e 11,0% de PB; 23,3% de NC e 12,0% de PB; 35,2% de NC e 14,0% de PB; 46,8% e 16,0% de PB. Utilizou-se a silagem de sorgo como volumoso. No segundo experimento, 21 vacas foram avaliadas quanto ao efeito do nível crescente de concentrados, sendo os animais mantidos sob pastagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) no período das águas. Os tratamentos consistiram de três níveis de concentrado (2,0; 4,0 e 6,0 kg/vaca/dia) e dois níveis de proteína bruta na matéria seca total da dieta (14 e 16%), mais um tratamento testemunha em que as vacas só receberam mistura mineral, num esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$ . No experimento de vacas mantidas sob confinamento incrementos no NC e de PB levou a um maior aumento no consumo de matéria seca total ( $P < 0,05$ ), como também de proteína bruta, extrato etéreo, matéria orgânica, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais. Ao comparar a produção fecal média, obtida através dos indicadores internos MSi, FDAi e FDNi, não foram observadas diferenças médias ( $P > 0,05$ ), bem como para a estimativa da produção fecal em kg de matéria seca por dia ( $P > 0,05$ ) utilizando os dois tipos de tecidos (Ankon e TNT). O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) foi influenciado pelos maiores níveis de concentrado e proteína bruta da dieta ( $P < 0,05$ ), onde a dieta com 46,8 % de NC e 16,0

% de PB proporcionou o maior CDPB. A produção de leite em kg/dia foi maior ( $P<0,05$ ) nos tratamentos com maiores NC e de PB da dieta, quando comparado com o tratamento com menor NC e PB (11,7:11). Contudo não houveram diferenças entre os tratamentos com 23,3, 35,2 e 46,8% NC e 12,0, 14,0 e 16,0% de PB, respectivamente. Já no experimento de vacas mantidas sob pastagem o consumo de matéria seca de pasto não foi influenciado pelos níveis de concentrados, mas o consumo de matéria seca total aumentou ( $P<0,05$ ), de forma aditiva, em 45% em média, com o nível de concentrado na dieta. Entretanto, a produção de leite só aumentou ( $P<0,05$ ) em 17% (1,76 kg a mais de leite por dia) com o uso de concentrado. Sobre os dados de resposta animal a suplementação foi aplicada a técnica estatística denominada Lineweaver-Burk, onde é feita a análise de regressão linear da recíproca da resposta de produção de leite em função da recíproca do suprimento de nutrientes. A produção de leite máxima teórica foi de 12,94 e 12,77 kg de leite/vaca/dia e a quantidade de suplemento para atingir metade da produção máxima teórica de leite ( $K_s$ ) foi de 0,34 e 0,17 kg/vaca/dia, respectivamente, para os animais mantidos em confinamento e pastejo. O incremento de ração concentrada para vacas da raça Gir linhagem leiteira se assemelha aos modelos enzimáticos e microbianos, onde a eficiência produtiva em função do aumento de ração concentrada é decrescente.

## ABSTRACT

TEIXEIRA, Rafael Monteiro Araújo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November of 2008. **Productive performance of Gyr cows selected for milk food concentrate levels and protein in feedlot or pasture.** Adviser: Rogério de Paula Lana. Co-advisers: José Maurício de Souza Campos and Augusto César de Queiroz.

Two experiments were performed with milking Gyr cows with the objective of evaluating the efficiency of utilization of supplements in milk production. The first experiment was carried out with 20 cows confined in feedlot in the dry season of the year, being distributed in casualized blocks design, with four treatments and five replicates. The experimental treatments were constituted of four diets containing four levels of concentrate (LC) and four levels of crude protein (CP, dietary dry matter basis): 11.7% LC and 11% CP; 23.2% LC and 12% CP; 35.2% LC and 14% CP; and 46.8% LC and 16% CP. Sorghum silage was used as forage. In the second experiment, 21 cows were evaluated with increasing levels of concentrate, being the animals maintained in pastures of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) in the rainy season. The treatments consisted of three levels of concentrate ration (2, 4, and 6 kg/cow/day) and two levels of crude protein in the total dietary dry matter (14 and 16%), plus an control treatment in which the cows only received mineral mixture, in an 3 x 2 + 1 factorial arrangement of treatments. In the experiment with cows confined in feedlot the increases in LC and CP caused a greater increase in the total dry matter intake ( $P < 0.05$ ), as well as for crude protein, ether extract, organic matter, total carbohydrates, non fiber carbohydrates and total digestible nutrients. By comparing mean fecal excretion obtained by the internal markers iDM, iADF and iNDF, it was not observed differences ( $P > 0.05$ ), as well as for estimation of fecal excretion in kg of dry matter per day ( $P > 0.05$ ) using the two types of bags (Ankon and TNT). The coefficient of digestibility of crude protein (CDCP) was influenced by greater LC and CP in the diet ( $P < 0.05$ ), in which the diet with 46.8% of LC and 16% CP resulted the greatest CDCP. The milk production in kg/day was greater ( $P < 0.05$ ) in the treatments with greater LC and CP in the diet, when compared with the treatment with lower LC and CP (11.7:11). However there was no difference among the treatments 23.3, 35.2 and 46.8% LC and 12, 14, and 16% CP, respectively. The experiment with cows on pasture, the pasture dry matter

intake was not affected by treatments, but the total dietary dry matter increased ( $P < 0.05$ ), in an additive way, in 45% mean value, with inclusion of concentrate in the diet. However, milk production only increased ( $P < 0.05$ ) 17% (1.76 kg more milk per day) with use of concentrate. In the data of animal response to supplementation it was applied the statistical technique called Lineweaver-Burk, by applying linear regression of the reciprocal of milk production as a function of reciprocal of nutrients supply. The theoretical maximum milk production was 12.94 and 12.77 kg of milk/cow/day and the amount of supplement to reach half of theoretical maximum milk production ( $K_s$ ) was 0.34 and 0.17 kg/cow/day, respectively, for the animals maintained in feedlot and pasture. The increase of feed concentrate to the Gir breed cows milk is similar to enzymatic and microbial models, where production efficiency due to the increase of feed concentrate is decreasing.

## **Introdução**

A história do Gir no Brasil teve início no século passado, via importação direta da Índia, no ano de 1911. Embora o maior interesse pela raça tenha surgido após o auge da formação do Indubrasil, onde essa raça Zebu brasileira é composta por três graus de sangue, Nelore, Guzerá e Gir, assim a difusão da raça Gir em território nacional foi muito rápida. A partir do Triângulo Mineiro, o Gir alcançou o Brasil Central e regiões do Nordeste, decorrente de características intrínsecas de rusticidade que se adaptaram às condições de criação do País (Vita, 2005).

Na década de 1930, quando a raça Gir teve grande valorização, parte dos criadores iniciaram o trabalho de seleção de animais para aptidão leiteira. Essa vertente ganhou apoio oficial de setores da pesquisa, como a Fazenda Experimental de Umbuzeiro, na Paraíba, e a Fazenda Experimental Getúlio Vargas/EPAMIG, em Uberaba. Era o embrião do Gir Leiteiro, perpetuado por criadores em São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro a partir do gado originalmente importado da Índia em 1906, 1919, 1930, 1960 e 1962.

O primeiro relato sobre uma prova de avaliação da produção de leite aconteceu em 1921, na Fazenda Regional de Criação de João Pessoa, em Umbuzeiro (PB). A estação foi a pioneira na seleção do Gir com aptidão leiteira, tendo iniciado seus trabalhos de controle leiteiro em 1938. Já o rebanho Gir Leiteiro da Fazenda Experimental Getúlio Vargas/EPAMIG foi formado em 1948, sendo o segundo plantel mais antigo da raça Gir no Brasil, praticando seleção para produção de leite. Este trabalho procurou atender à demanda pela produção econômica de leite e de reprodutores de alto valor genético, compatíveis com as condições adversas de clima e manejo do País (Vita, 2005).

Atualmente, o Gir Leiteiro é a segunda raça em controle leiteiro oficial no Brasil (4000 vacas controladas por ano), sendo a primeira raça leiteira brasileira e zebu do mundo com touros provados por teste de progênie. O interesse por animais ou sêmen de touros da raça está em expansão, não só no Brasil, como em outros países tropicais. No período entre 2002 e 2006 a venda de doses de sêmen de touros da raça Gir Leiteiro cresceu 35,97%, respondendo por 51,75% do mercado de sêmen de touros nacionais em 2006 (ASBIA, 2007).

A raça Gir leiteiro se consolidou como raça adaptada às condições do Brasil tropical, com bons resultados produtivos, sendo amplamente explorada nos cruzamentos, principalmente com bovinos da raça Holandês. Essa ampla utilização da raça Gir tem levado a intensos trabalhos genéticos, tanto em relação ao mercado como em relação ao meio científico. Observa-se um maior número de artigos em revistas especializadas e em revistas científicas relacionados ao melhoramento genético em detrimento a trabalhos relacionados a nutrição (Martinez, 2005; Herrera et al., 2008).

A raça Gir linhagem leiteira, apresenta produção de leite média de 3.233 kg/305 dias de lactação. Na análise dos índices zootécnicos a idade ao primeiro parto está em torno de 40 meses, já para fazendas com um melhor manejo nutricional esta idade ao primeiro parto cai para 31 meses. Outra característica importante da raça é a longevidade, sendo comum animais com dez crias em atividade produtiva. A raça Gir assim como as demais raças zebuínas tolera temperaturas mais altas (33° C), podendo ser manejadas em regiões que apresentam estas temperaturas, sem grande comprometimento da produção leiteira (Fernandes et al., 2005; Vita, 2005).

Por se tratar de uma raça zebuína, a raça Gir deposita preferencialmente a gordura intramuscular ao invés de subcutânea, diferente das raças taurinas. Mas animais das raças leiteiras depositam gordura em menor evidência que raças de corte. Assim,

para se determinar a condição corporal, há necessidade de ajustes para raça e estado produtivos, sendo aplicado a pontuação de um a nove para vacas da raça Gir leiteiro (Ferreira et al. 2005a)

O escore de condição corporal varia em função do método adotado na avaliação, sendo uma ferramenta de avaliação zootécnica importante porque está livre dos efeitos de tamanho, produção de leite e estado de saúde. E na avaliação tanto o excesso como a baixa condição corporal pode trazer problemas metabólicos, redução de produção, menor taxa de concepção e dificuldades no momento da parição. Sendo de fácil obtenção, como pode ser observada na Tabela 1, a condição de escore corporal recomendada para vacas da raça Gir leiteiro no pré-parto seria um ideal de 5 a 6 pontos no início da estação de monta, permitindo atingir índices satisfatórios de prenhez até 120 dias pós-parto (Lago et al., 2001; Ferreira et al., 2005a; Vilela et al., 2007).

Tabela 1 - Escore da condição corporal relacionado com o aspecto do animal

ECC	Condição Corporal	Aspecto
1	Debilitada	Percebe-se visivelmente o aspecto extremamente magro e sem gordura detectável sobre a espinha dorsal, nos processos vertebrais espinhoso e transverso ou sobre os ossos da bacia e costelas. Costela, espinha dorsal e ancas muito proeminentes.
2	Muito magra	Pouca musculatura sobre a coluna vertebral, sem depósitos de gordura. Percebe-se claramente a estrutura óssea do animal.
3	Magra	Presença musculatura lombar com aspecto convexo em relação perpendicular a coluna vertebral. Alguns depósitos de gordura, porém com costelas visíveis.
4	Limite	A musculatura lombar apresenta-se plana. Costelas dianteiras não perceptíveis. Costelas individuais pouco ou não evidentes. Pouca gordura sobre costelas e ossos da anca. Pode-se palpar a espinha, não sendo pontiaguda.
5	Moderada	Aparência geral boa. Musculatura lombar esta de plana para ligeiramente côncava. A 12 <sup>a</sup> e 13 <sup>a</sup> costelas não são visíveis. Gordura palpável sobre as costelas e qualquer lugar da garupa. Espinha dorsal pouco visível.
6	Boa	É preciso aplicar pressão firme sobre a espinha para sentir os processos espinhosos. Há bastante gordura palpável sobre as costelas e ao redor da inserção da cauda. A musculatura lombar encontra-se côncava e o aspecto geral é de uma vaca muito boa. Ainda percebe-se o contorno ósseo da tuberosidade ilíaca.
7	Muito Boa	Abundância de gordura na inserção da cauda. Aparecem "cintos" e "bolos" de gordura. Já se nota alguma gordura ao redor da vulva e na virilha. A tuberosidade ilíaca e isquiádica (ossos da garupa) tem a forma arredondada e estão cobertas de gordura.
8	Gorda	Animal muito gordo e super condicionado. Cobertura espessa e densa de gordura. Grande depósito de gordura sobre as costelas, na região da inserção da cauda e abaixo da vulva.
9	Obesa	Excesso de gordura em todo o corpo com a aparência de um bloco. Estruturas ósseas não visíveis e não palpáveis.

Adaptado de Ferreira et al., (2005).

Ciente de que o trabalho com o Gir Leiteiro se concentra em maior número em parâmetros genéticos, e que a nutrição também é fator importante. O bom 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 componentes energéticos, protéicos, vitamínicos e minerais, presentes na matéria seca, são essenciais para manutenção e produção (crescimento, engorda, gestação e lactação) (Coelho da Silva & Leão, 1979). Para que as exigências desses nutrientes sejam totalmente atendidas pelos animais, faz-se necessário que os mesmos 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.

No Brasil não tem um sistema nutricional apropriado as nossas condições de produção e aos animais trabalhados, sendo que a maioria dos sistemas nutricionais são originários dos Estados Unidos (NRC, 1989 e 2001) e Inglaterra (ARC, 1980), os quais são destinados principalmente aos animais taurinos, criados em condições diferentes das encontradas nos países tropicais. Tem-se, portanto, a necessidade de investigar as respostas produtivas dos animais da raça Gir Leiteiro aos nutrientes.

Um ponto de partida para investigar a necessidade nutricional de uma determinada espécie animal pode ser embasada em duas grandes variáveis no Brasil, o período seco do ano e o período das águas. No período seco do ano se tem a utilização de suplementação volumosa para suprir o menor crescimento e disponibilidade da forragem usada no pastejo, e na época das águas se tem uma produção de forragem

satisfatória. Aliada ao volumoso, pode-se utilizar a ração concentrada para complementar a deficiência de nutrientes do volumoso e com isso potencializar a produção animal. Onde também se pode reduzir a escassez de produtos na entressafra, visando atender o requisito de produto e qualidade (Baroni et al., 2007).

Para o entendimento da resposta produtiva em função da utilização de nutrientes o primeiro passo é entender o mecanismo de consumo e digestibilidade dos nutrientes. Para o consumo quando se trabalha em confinamento, a avaliação do quanto se fornece de alimento e sobras no cocho, se obtém um resultado direto, já para os ensaios sob pastagem é necessário a utilização de indicadores internos como os componentes da fibra (Cochran et al. (1986) e indicadores externos como o óxido crômico (Burns et al., 1994; Gomide et al., 1984).

A digestibilidade potencial dos alimentos, basicamente, é a sua capacidade de permitir que o animal utilize em maior ou menor escala seus nutrientes, a qual é expressa pelo coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, sendo uma característica do alimento e não do animal (Coelho da Silva & Leão, 1979). Para se determinar a digestibilidade dos nutrientes, bem como estimar o consumo de forrageiras, os alimentos, as sobras e as fezes são acondicionados em sacos (F57 Ankon® ou TNT), sendo estes incubados por 264 horas (Casali et al., 2008) no rúmen de um animal fistulado. Posteriormente, os sacos são retirados, lavados com água corrente e secados, encontrando o teor de matéria seca indisponível (MSi) e, então, são tratados com detergente neutro, sendo o resíduo considerado como FDNi. Sequencialmente é utilizado o detergente ácido nos mesmos sacos e se determina o teor de FDAi (Cochran et al., 1986). A estimativa da excreção fecal pode ser estimada, utilizando-se os indicadores internos MSi, FDNi e FDAi e os diferentes tipos de tecidos (Ankon e TNT) os quais se confeccionaram os saquinhos para incubação.

Contudo, o custo associado ao material utilizado na determinação do coeficiente de digestibilidade, principalmente em relação ao Ankon, pode constituir entrave à sua utilização. Dessa forma, têm-se buscado alternativas a este material, dentre as quais destaca-se o tecido não-tecido (TNT, 100g/m<sup>2</sup>). Assim, diante da perspectiva de utilização de vários tecidos para realização de procedimentos in situ, gera-se demanda premente na comparação entre os resultados obtidos entre os dois tipos de tecidos e tipos de indicadores internos, na busca de alternativas científicas mais viáveis e passíveis de serem utilizadas.

Discutindo a ingestão de matéria seca e conseqüentemente a utilização da ração concentrada, esta deve ser utilizada com cautela, visto que muitos trabalhos têm encontrado um incremento pequeno na produção de leite (Bargo et al., 2003; Lana, 2004). Para uma variação no consumo de suplemento de 1 a 10 kg/dia, a resposta produtiva marginal não é fixa e decresce linearmente com aumento da quantidade de suplemento, mostrando-se similar aos comportamentos relatados por Davison & Elliott (1993) e Gomide (1993), que, ao revisarem estudos sobre resposta de vacas em lactação a suplementação concentrada em pastagens tropicais, observaram respostas produtivas decrescentes com o aumento do nível de suplementação (Oliveira et al., 2007).

Assim ao avaliar a utilização de nutrientes, como a proteína bruta, utilizando incrementos de ração concentrada, deve-se investigar também a eficiência de utilização do concentrado. Porque o custo de produção deve ser avaliado em conjunto, pois a decisão quanto à suplementação está diretamente associada também com a renda econômica que a introdução de uma nova tecnologia pode gerar no sistema de produção. Ao se inserir esta nova tecnologia ao sistema, deve-se considerar todos os demais custos como não variáveis e a variação no produto final será considerada como resultado de cada unidade empregada ao sistema (Branco et al., 2001)

Diante das condições tropicais brasileiras, da raça Gir Leiteiro, das variáveis como a utilização crescente de nutrientes e da ração concentrada suplementar, desenvolveu-se dois experimentos com vacas Gir Leiteiro durante o período seco do ano, com animais em confinamento e durante o período das águas, com animais em piquetes de capim elefante, objetivando avaliar o efeito de níveis crescentes de concentrado em dietas de vacas da raça Gir Leiteiro no consumo de matéria seca e nutrientes, digestibilidades, estimativas da excreção fecal por indicadores internos e saquinhos de Ankon e TNT, produção e composição do leite e eficiência de utilização de concentrados.

#### **Literatura Citada**

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Farm Livestock**. England: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 350p.
- ASBIA. Relatório de comercialização de sêmen do ano de 2006. <http://www.asbia.org.br/> Acesso em 05/03/2008.
- 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.
- BARONI, C.E.S.; LANA, R.P.; FERNANDES, H.J. Respostas biológicas (crescimento de bovinos e produção de leite) ao nível variável de nutrientes. In: LANA, R.P. **Respostas biológicas aos nutrientes**. Viçosa, MG: Editora CPD, 2007, p.129-153.
- BRANCO, A.F.; CECATO, U.; MOURO, G.F. **Avaliação técnico-econômica da suplementação de vacas leiteiras em pastagem**. [on-line] Maringá – PR NUPEL, 2001. Disponível em World Wide Web:<http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/suplementação-08-03.pdf>.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C. Forage quality, evaluation and utilization. Madison: **American Society of Agronomy**, 1994. p.494-531.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- COELHO DA SILVA, J.F.& LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- 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.

- DAVISON, T.M.; ELLIOTT, R. Response of lactating cows to grain-based concentrates in northern Australia. **Tropical Grasslands**, v.27, p.229-237, 1993.
- FERNANDES, L.O.; LEDIC, I.L.; FERREIRA, M.B.D. Nutrição de vacas leiteiras. **Revista Gir Leiteiro**, ano5, n.5, p.66-70. 2005.
- FERREIRA, M.B.D.; LOPES, B.C.; AZEVEDO, N.A.; LEDIC, I.L. Escore corporal e manejo reprodutivo de vacas Gir Leiteiro. **Revista Gir Leiteiro**, ano5, n.5, p.46-54. 2005a.
- FERREIRA, M.B.D.; SATURNINO, H.M.; LOPES, B.C.; et al. Efeito da presença do macho na eficiência reprodutiva de novilhas zebu. **Revista da FAZU**, n.2, supl. 1, p-213-225, 2005.
- GOMIDE, J.A. Produção de leite em regime de pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.591-613, 1993.
- GOMIDE, J.A.; LEÃO, M.I.; OBEID, J.A. et al. Avaliação de pastagens de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacques) e capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.1, p.1-9, 1984.
- HERRERA, L.G.G.; FARO, L.E.; ALBUQUERQUE, L.G.; et al. Estimativas de parâmetros genéticos para produção de leite e persistência da lactação em vacas Gir, aplicando modelos de regressão aleatória. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, n.9, p.1584-1594, 2008.
- LAGO, E.P.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Efeito da condição corporal ao parto sobre alguns parâmetros do metabolismo energético, produção de leite e incidência de doenças no pós-parto de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30,p.1544-1549, 2001.
- LANA, R.P. Efficiency of use of concentrate ration on weight gain and milk production by cattle under tropical and intensive condition in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.82, Suppl.1, p.222, 2004.
- MARTINEZ, M.L. A saga do teste de progênie. **Revista Gir Leiteiro**, ano5, n.5, p.88-94. 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**, 6.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1989. 158p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**, 7.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; LANA, R.P. Uso do conceito de análise marginal para estimar o nível ótimo de suplementação com alimentos concentrados para vacas de leite em pastagens. In: LANA, R.P. **Respostas biológicas aos nutrientes**. Viçosa, MG: Editora CPD, 2007, p.155-177.
- VILELA, D.; FERREIRA, A.M.; RESENDE, J.C.; et al. Efeito do concentrado no desempenho produtivo, reprodutivo e econômico de vacas da raça Holandesa em pastagens de coast-cross. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.443-450, 2007.
- VITA, G. A saga do Gir Leiteiro no Brasil. **DBO Mundo do Leite**, agosto de 2005, n.15, p.20-28.

## Capítulo 1

### **Desempenho produtivo de vacas da raça Gir linhagem leiteira em confinamento alimentadas com níveis crescentes de concentrado**

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar o efeito de níveis crescentes de concentrado e de proteína bruta em dietas de vacas da raça Gir linhagem leiteira mantidas sob confinamento no período seco do ano, sob o consumo de matéria seca e de nutrientes, coeficientes de digestibilidades, estimativas da excreção fecal utilizando indicadores internos e saquinhos de tecidos Ankon e TNT, produção e composição do leite e eficiência de utilização de alimentos. Vinte vacas em lactação foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições por tratamento, em função da produção de leite. Os tratamentos experimentais foram constituídos de quatro dietas contendo quatro níveis de concentrado (NC) com quatro níveis de proteína bruta (PB, base da MS da dieta): 11,7% de NC e 11,0% de PB; 23,3% de NC e 12,0% de PB; 35,2% de NC e 14,0% de PB; 46,8% e 16,0% de PB. Utilizou-se a silagem de sorgo como volumoso. Incrementos no NC e de PB levou a um maior aumento no consumo de matéria seca total ( $P < 0,05$ ), como também de proteína bruta, extrato etéreo, matéria orgânica, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais. Ao comparar a produção fecal média, obtida através dos indicadores internos MSi, FDAi e FDNi, não foram observadas diferenças médias ( $P > 0,05$ ), bem como para a estimativa da produção fecal em kg de matéria seca por dia ( $P > 0,05$ ) utilizando os dois tipos de tecidos (Ankon e TNT). O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) foi influenciado pelos maiores níveis de concentrado e proteína bruta da dieta ( $P < 0,05$ ), onde a dieta com 46,8 % de NC e 16,0 % de PB proporcionou o maior CDPB. A produção de leite em kg/dia foi maior ( $P < 0,05$ ) nos tratamentos com maiores NC e de PB da dieta, quando comparado com o tratamento com menor NC e PB (11,7:11). Contudo não houveram diferenças entre os tratamentos com 23,3, 35,2 e 46,8% NC e 12,0, 14,0 e 16,0% de PB, respectivamente. Conclui-se que para vacas Gir linhagem leiteira mantidas nas mesmas condições avaliadas, níveis de 23,3% de concentrado e 12,0 % de proteína bruta na dieta proporciona melhor resposta produtiva.

Palavras-chave: digestibilidade, eficiência, Gir, leite

## **Productive performance in feedlot of Gyr cows selected for milk production and fed with increasing levels of concentrate**

**ABSTRACT** - The objective was to evaluate the effect of increasing levels of concentrate and crude protein in the diets of milking Gyr cows maintained on feedlot in the dry season, on intake of dry matter and nutrients, coefficients of digestibility, estimates of fecal excretion utilizing internal markers and Ankon and TNT bags, milk production and composition and efficiency of utilization of concentrates. Twenty cows were distributed in casualized blocks design, with five replicates per treatment, as a function of milk production. The experimental treatments were constituted of four diets containing four levels of concentrate (LC) and four levels of crude protein (CP, dietary dry matter basis): 11.7% LC and 11% CP; 23.2% LC and 12% CP; 35.2% LC and 14% CP; and 46.8% LC and 16% CP. Sorghum silage was used as forage. Increases in LC and CP caused a greater increase in the total dry matter intake ( $P < 0.05$ ), as well as for crude protein, ether extract, organic matter, total carbohydrates, non fiber carbohydrates and total digestible nutrients. By comparing mean fecal excretion obtained by the internal markers iDM, iADF and iNDF, it was not observed differences ( $P > 0.05$ ), as well as for estimation of fecal excretion in kg of dry matter per day ( $P > 0.05$ ) using the two types of bags (Ankon and TNT). The coefficient of digestibility of crude protein (CDCP) was influenced by greater LC and CP in the diet ( $P < 0.05$ ), in which the diet with 46.8% of LC and 16% CP resulted the greatest CDCP. The milk production in kg/day was greater ( $P < 0.05$ ) in the treatments with greater LC and CP in the diet, when compared with the treatment with lower LC and CP (11.7:11). However there was no difference among the treatments 23.3, 35.2 and 46.8% LC and 12, 14, and 16% CP, respectively. It can be concluded that for cows of milking Gyr breed, in the evaluated conditions, levels of 23.3% concentrate and 12% of CP present the best productive response.

Key Words: digestibility, efficiency, Gyr, milk

## Introdução

O aumento da produtividade leiteira é de grande interesse de produtores, técnicos e pesquisadores dependente de fatores genéticos, sanitários, ambientais, nutricionais e as suas interações. Nesse sentido, o manejo nutricional constitui em ferramenta essencial para expressar o potencial produtivo dos animais.

Os sistemas nutricionais correntes utilizados por nutricionistas foram gerados a partir de dados provenientes de países de clima temperado como Estados Unidos (NRC, 1989 e 2001) e Inglaterra (ARC, 1980), os quais podem diferir das condições vigentes no ambiente tropical. Deste modo, recomendações de nutrientes para produção animal em condições tropicais, utilizando-se desses sistemas nutricionais pode não ser adequado, o que poderá causar problemas metabólicos, ambientais, e principalmente prejuízos financeiros. Assim, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas sobre respostas produtivas dos animais ao suprimento de nutrientes em condições tropicais para elaborar recomendações seguras de utilização de nutrientes.

E para melhor entendimento do suprimento de nutrientes, consumo e avaliação com relação a taxa de passagem e digestibilidade devem ser efetuadas. Entretanto, a quantificação da digestibilidade pelo método tradicional de coleta total de fezes torna o trabalho oneroso e laborioso, o que leva à necessidade de utilização de métodos indiretos, como os dos indicadores (internos ou externos), em virtude de sua simplicidade na condução experimental. Entre os indicadores internos utilizados em ensaios com ruminantes, destacam-se as fibras em detergente neutro indigestível (FDNi) e em detergente ácido indigestível (FDAi) (Detmann et al., 2001).

A recuperação de frações indigestíveis do alimento é a base para a definição de indicadores internos. E através da técnica *in situ* se tem encontrado resultados satisfatórios na determinação da digestibilidade, mas para tal, há necessidade de se

utilizar determinados tipos de tecidos na confecção de saquinhos, os quais são empregados para se fazer a incubação do material a ser avaliado. Os sacos associados ao sistema Ankon são compostos por fibra sintética insolúvel nos meios ácido e neutro, sendo denominados de F57. Contudo, o custo associado a este material pode constituir entrave à sua utilização. Com isso, têm-se buscado alternativas a este material, dentre as quais se destaca o tecido não-tecido (TNT, 100g/m<sup>2</sup>) (Casali et al., 2007).

E o estudo com vacas da raça Gir linhagem leiteira porque essa raça é preferencialmente utilizada em cruzamento com gado leiteiro europeu, contribuindo com produção de leite, rusticidade, vigor e docilidade, características fundamentais para a produção econômica de leite. Assim, faz-se necessário entender as respostas produtivas destes animais à utilização de nutrientes. No entanto, pesquisas com vacas da raça Gir linhagem leiteira são escassas, notadamente sobre a suplementação com alimentos concentrados, os quais apresentam repostas decrescentes da produção de leite com outros grupos genéticos em função do aumento no consumo de concentrado (Bargo et al., 2003; Lana et al., 2005; Oliveira et al., 2007). Sendo que 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 proporciona maior resposta na produção de leite (Mattos, 1995).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de níveis crescentes de concentrado e de proteína bruta em dietas de vacas da raça Gir Leiteiro mantidas sob confinamento no período seco do ano, sob o consumo de matéria seca e nutrientes, coeficientes de digestibilidades, estimativas da excreção fecal utilizando indicadores internos e saquinhos de tecidos Ankon e TNT, produção e composição do leite e eficiência de utilização de concentrados.

## **Material e Métodos**

O ensaio com animais foi realizado na Fazenda Experimental Getúlio Vargas (FEGT), pertencente ao Centro Tecnológico do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (CTTP) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), fazenda esta localizada no município de Uberaba, na região do Triângulo Mineiro.

As análises laboratoriais, para determinação da matéria seca e composição química dos alimentos, das fezes e das sobras foram executadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais.

Vinte vacas da raça Gir Leiteiro em lactação, com peso médio de 418 kg, condição de escore corporal de 5,0 numa escala de 0 a 9, produção de leite média de 14,5 kg e em média 62 dias de lactação (mínimo de 45 dias e máximo de 93 dias de lactação), foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições por tratamento em função da produção de leite. O experimento foi conduzido durante três períodos experimentais de 21 dias cada, do dia 05 de agosto a 07 de outubro de 2005, totalizando 63 dias.

Os tratamentos experimentais foram constituídos de quatro dietas contendo quatro níveis de concentrado (NC) com quatro níveis de proteína bruta (PB, base da MS da dieta): 11,7% de NC e 11,0% de PB; 23,3% de NC e 12,0% de PB; 35,2% de NC e 14,0% de PB; 46,8% e 16,0% de PB. Utilizou-se a silagem de sorgo como volumoso. As dietas foram ofertadas duas vezes ao dia, metade após a ordenha da manhã e outra metade após a ordenha da tarde, de forma completa, permitindo-se sobras de até 10,0% da matéria seca ofertada.

As vacas foram alojadas em baias individuais, com cochos individuais de madeira e bebedouros automáticos de concreto. As baias possuíam aproximadamente 10

m<sup>2</sup> de área sob chão de terra batida e, por serem desprovidas de cobertura, foram dotadas de sombrite para melhor conforto dos animais.

A proporção de ingredientes das dietas com base na matéria seca total é mostrada na Tabela 1, a proporção de ingredientes das rações concentradas é apresentada na Tabela 2 e a composição químico-bromatológica da silagem de sorgo e das dietas experimentais é apresentada na Tabela 3.

Tabela 1 – Proporção de ingredientes das dietas experimentais, expresso na base da matéria seca (% da MS).

Item	Dietas experimentais (%NC : %PB) <sup>1</sup>			
	11,7 : 11	23,3 : 12	35,2 : 14	46,8 : 16
Silagem de sorgo	88,3	76,6	65,0	53,3
Milho	3,7	14,2	22,3	31,4
Farelo de soja	6,0	7,2	10,7	13,3
Uréia + sulfato de amônia	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal mineral	1,0	1,0	1,0	1,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Relação volumoso:concentrado	88,3:11,7	76,7:23,3	65,0:35,0	53,2:46,8

<sup>1</sup> NC = nível de concentrado (base da MS da dieta); PB = teor de proteína bruta na dieta (base da MS da dieta).

Tabela 2 – Proporção de ingredientes das rações concentradas das dietas experimentais, expresso em base de matéria seca (% da MS).

Item	Dietas experimentais (%NC : %PB) <sup>1</sup>			
	11,7 : 11	23,3 : 12	35,2 : 14	46,8 : 16
Milho	31,6	60,7	63,7	67,3
Farelo de soja	51,3	30,8	30,6	28,5
Uréia + sulfato de amônia	8,6	4,3	2,9	2,1
Sal mineral <sup>2</sup>	8,6	4,3	2,9	2,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

<sup>1</sup> NC = nível de concentrado (base da MS da dieta); PB = teor de proteína bruta na dieta (base da MS da dieta).

<sup>2</sup> Cálcio (15,6%); fósforo (5,1%); enxofre (2,0%); magnésio (3,3%); sódio (9,3%); potássio (2,82%); cobalto (0,003%); cobre (0,040%); cromo (0,001%); ferro (0,2%); iodo (0,004%); manganês (0,135%); selênio (0,002%); flúor (0,051%); zinco (0,170%); vitamina A (135.000,00 U.I); vitamina D3 (68.000,00 U.I.); vitamina E (450,00 U.I.). Solubilidade do fósforo de 95%.

Tabela 3 – Composição químico-bromatológica da silagem de sorgo e das dietas experimentais.<sup>1</sup>

Item	Silagem de sorgo	Dietas experimentais (%NC : %PB) <sup>4</sup>			
		11,7 : 11	23,3 : 12	35,2 : 14	46,8 : 16
MS <sup>2</sup>	34,8	41,2	47,3	53,4	59,6
MSi <sup>2</sup>	32,1	28,8	25,7	22,6	19,5
MO <sup>2</sup>	85,9	86,1	86,4	87,7	89,1
PB <sup>2</sup>	5,7	11,1	12,2	14,2	16,1
NNP <sup>3</sup>	40,3	38,3	36,1	33,8	31,5
NIDN <sup>3</sup>	26,6	24,4	22,4	20,4	18,3
NIDA <sup>3</sup>	19,7	17,8	16,0	14,3	12,5
EE <sup>2</sup>	3,00	2,80	2,90	2,88	2,89
CT <sup>2</sup>	87,0	82,5	81,7	80,0	78,7
FDN <sup>2</sup>	57,6	52,4	47,6	42,8	37,9
FDNcp <sup>2</sup>	52,6	47,6	43,1	38,6	34,0
FDNi <sup>2</sup>	27,0	24,0	21,1	18,2	15,3
CNF <sup>2</sup>	29,4	30,1	34,1	37,2	40,8
CNFcp <sup>2</sup>	34,4	34,9	38,6	41,4	44,6
FDA <sup>2</sup>	33,6	30,4	26,9	23,7	20,3
FDAi <sup>2</sup>	16,2	14,4	12,6	10,8	9,0
Lignina <sup>2</sup>	6,6	6,0	5,4	4,9	4,4
Lignina/FDN	11,4	11,6	11,6	11,6	11,6

<sup>1</sup>Teores médios de matéria seca (MS), matéria seca indigestível (MSi), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB); compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA); extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), FDN indigestível (FDNi), carboidratos não fibrosos (CNF), CNF corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), FDA indigestível (FDAi), lignina, relação lignina/FDN e nutrientes digestíveis totais estimados ao nível de manutenção (NDTm). <sup>2</sup>Valores em percentagem da MS. <sup>3</sup>Valores em percentagem do nitrogênio total.

<sup>4</sup> NC = nível de concentrado (base da MS da dieta); PB = teor de proteína bruta na dieta (base da MS da dieta).

A pesagem dos animais, avaliação da condição de escore corporal e amostragem do leite foi feita a cada 21 dias, em um único dia, pela manhã e pela tarde. As estimativas do consumo de matéria seca foram feitas diariamente ao longo dos 63 dias através de pesagens da quantidade de alimentos fornecidos e das sobras de cada animal. Durante o período experimental, foram feitas amostragens dos alimentos e sobras que foram acondicionados em sacos plásticos e armazenadas em freezer à - 10°C para posteriores análises. Ao final de cada período de 21 dias, essas amostras foram misturadas e feitas uma amostra composta por animal.

As amostras de silagem de sorgo, ingredientes da ração concentrada, sobras e fezes foram pré-secas em estufas de ventilação forçada a 65°C, durante 72 horas. Em seguida, foram homogenizadas e moídas em moinho tipo Willey, utilizando peneira com malha de 1 mm. As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), compostos nitrogenados totais, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, extrato etéreo (EE), compostos nitrogenados (N) insolúveis em detergente neutro (NIDN), N insolúveis em detergente ácido (NIDA) e minerais foram realizadas segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). Os compostos nitrogenados não protéicos foram determinados segundo Licitra et al. (1996), enquanto os teores de carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992):  $CHO = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ , sendo os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) obtidos pela fórmula  $CNF = CHO - FDN$ .

Na metade do segundo período experimental foi feita a coleta de fezes durante seis dias consecutivos, de 26 em 26 horas, efetuadas diretamente no reto. As amostras de fezes foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados, e armazenadas em congelador à - 10°C. Ao final do período de coletas, as amostras de fezes de cada animal em cada período foram pré-secas e moídas, sendo obtido uma amostra composta por animal, com base no peso seco de cada subamostra. Foram retiradas amostras de sobras e alimentos fornecidos durante o período de coleta de fezes.

A estimativa da excreção fecal foi efetuada, através dos indicadores internos MSi, FDNi e FDAi, obtidos após incubação ruminal in situ utilizando-se dois tipos de tecidos (Ankon e TNT). Os alimentos, as sobras e as fezes foram acondicionados em sacos F57 (Ankon®) e tecido não-tecido (TNT) (100g/m<sup>2</sup>). Os sacos apresentavam dimensão de 4x5 cm, sendo que as alíquotas acondicionadas obedeceram à relação de 27 mg de matéria seca por centímetro quadrado de superfície. Os sacos foram incubados

por 264 horas (Casali et al., 2008) no rúmen de uma novilha mestiça. Posteriormente, os sacos foram retirados, lavados com água corrente até o total clareamento desta, secados em estufa de ventilação forçada (60°C/72 horas) e, seqüencialmente, em estufa não-ventilada (105°C/45 minutos), acondicionados em dessecador e pesados, sendo encontrado o teor de matéria seca indisponível (MSi) e, então, foram tratados com detergente neutro, na proporção de 50 mL por saco. Após esse tratamento, seguiram-se os mesmos protocolos no uso de estufas, dessecadores e balanças, sendo o resíduo considerado como FDNi. Seqüencialmente foi utilizado o detergente ácido nos mesmos sacos e se determinou o teor de FDAi (Cochran et al., 1986).

Os valores de nutrientes digestíveis totais das dietas foram calculados pela seguinte equação:  $NDT_{obs} = PBD + (EED \times 2,25) + FDND + CNFD$ , em que PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; e CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

A avaliação da produção de leite foi efetuada no início, no meio e no final do período experimental através do controle leiteiro oficial da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), onde o bezerro é colocado junto a vaca somente para estimular a descida do leite sem que este venha a mamar e o leite de todos os quartos é retirado mecanicamente na ordenha da manhã e na ordenha da tarde.

Foram coletadas amostras para fins de análise dos teores de proteína bruta, gordura, lactose, extrato seco total, extrato seco desengordurado e contagem de células somáticas no leite segundo a metodologia descrita pelo International Dairy Federation (1996). Estas amostras foram coletadas através de dispositivo acoplado à ordenhadeira, sendo coletado aproximadamente 300 mL, no 21º dia de cada período experimental, na ordenha da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas, que foram acondicionadas em fracos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e

6°C, e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora – MG.

A produção de leite corrigida (PLC) para 3,5% de gordura, foi calculada segundo Sklan et al. (1992), pela seguinte fórmula:

$$PLC = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura do leite}) \times \text{produção de leite em kg/dia.}$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de média (Tukey), adotando-se o nível de significância de 5%, utilizando-se o programa SAEG, versão 8.1 (UFV, 2000). O modelo matemático do experimento foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + e_{ijk}$$

em que:

$Y_{ijk}$  = resposta experimental medida sob o tratamento  $i$ , na repetição  $k$  do bloco  $j$ ;

$\mu$  = constante geral ou média geral;

$t_i$  = efeito relativo ao tratamento  $i$ ;

$b_j$  = efeito relativo ao bloco  $j$ ;

$e_{ijk}$  = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto  $NID(0; \sigma^2)$ .

## **Resultados e Discussão**

Incrementos no nível de concentrado (NC) e de proteína bruta (PB) levou a um maior aumento no consumo de matéria seca total. De acordo com a tabela 4 observa-se que a utilização de 46,8 % de NC e 16,0 % de PB na dieta total levou a um consumo de matéria seca total de 15,8 kg/dia, diferente dos demais níveis de concentrados e proteína bruta avaliados. Este maior consumo de matéria seca no maior NC e maior nível de PB provavelmente ocorreu em função do aumento da densidade da dieta total com redução do tamanho de partículas o que leva a uma maior taxa de passagem no trato

gastrointestinal. Segundo Owens & Goetsch (1993), aumentos da participação de grãos na dieta elevam o consumo, devido a uma maior densidade física do alimento, da diminuição do tamanho de partícula e dos reflexos na velocidade de passagem.

Tabela 4 - Médias ajustados para os consumos médios diários em kg/dia e em percentagem do peso vivo (%PV) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHO), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

	Dietas experimentais (%NC : %PB) <sup>1</sup>				P
	11,7 : 11	23,3 : 12	35,2 : 14	46,8 : 16	
	kg/dia				
MS	10,8 B	13,0 AB	13,4 AB	15,8 A	0,01262
PB	1,17 C	1,54 BC	1,75 B	2,47 A	0,00004
EE	0,34 B	0,40 AB	0,42 AB	0,49 A	0,00422
MO	9,32 B	11,2 AB	11,8 AB	14,0 A	0,00734
FDN	5,51	6,08	5,63	6,03	-
CHO	8,96 B	10,6 AB	10,8 AB	12,5 A	0,02858
CNF	3,44 C	4,56 BC	5,16 B	6,48 A	0,00008
NDT	6,65 B	7,14 AB	7,28 AB	9,19 A	0,03299
	%PV				
MS	2,72	3,17	3,08	3,4	0,15940
PB	0,29 B	0,38 B	0,40 B	0,53 A	0,00004
EE	0,085	0,097	0,095	0,104	0,11126
MO	2,34	2,74	2,70	3,01	0,10512
FDN	1,39	1,48	1,29	1,30	-
CHO	2,25	2,60	2,48	2,70	0,28510
CNF	0,87 B	1,11 AB	1,18 A	1,39 A	0,00125
NDT	1,67	1,75	1,65	1,97	0,17654

<sup>1</sup> NC = nível de concentrado (base da MS da dieta); PB = teor de proteína bruta na dieta (base da MS da dieta). Médias na mesma linha seguidas por mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5,0% de significância pelo teste de Tukey.

Outro ponto a ser analisado, é o incremento no nível de PB nas dietas com os aumentos nos níveis de concentrado, sendo que os maiores níveis de PB na dieta poderia estar levando a um aumento no consumo de matéria seca total, por proporcionar dietas de mais fácil digestão ou maior taxa de digestão. Pereira et al. (2005), apesar de não trabalhar com nível crescente de concentrado, mas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado, o que levou a níveis crescentes de proteína bruta (entre

13 e 17%) nas dietas totais para vacas de leite, encontraram aumento no consumo de matéria seca com o aumento de proteína bruta na dieta. Já Lucci et al. (1999), trabalhando com um nível crescente de concentrado nas dietas de vacas de leite, também observaram aumento no consumo de matéria seca quando aumentou a quantidade de concentrado de 30 para 60%, citando que este fato pode ter ocorrido por fatores metabólicos como melhora na digestibilidade e aumento na taxa de passagem. Llamas-Lamas & Combs (1993) já citavam que o incremento no nível de concentrado em dietas de bovinos aumenta a ingestão de matéria seca.

O maior nível de concentrado e de proteína bruta levou a um maior consumo ( $P < 0,05$ ) também de proteína bruta, extrato etéreo, matéria orgânica, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais (Tabela 4). A falta de significância entre os tratamentos para o consumo de FDN pode ser explicada pela redução deste tipo de fibra na dieta total a medida que se aumenta o NC e o teor de PB, como pode ser observado na tabela 3, assim, ao aumentar o consumo de matéria seca total a ingestão de FDN tende a se igualar entre os tratamentos.

Na tabela 5 são apresentados as estimativas de excreção fecal. Observa-se uma maior quantidade ( $P < 0,05$ ) de excreção fecal com o maior nível de concentrado na dieta quando se utiliza o indicador interno FDAi ( $P = 0,02495$ ) e FDNi ( $P = 0,03359$ ) para o tecido Ankon utilizado na confecção dos saquinhos de incubação e quando se utiliza o indicador interno FDAi ( $0,03398$ ) para o tecido TNT também utilizado na confecção do saquinho de incubação, sugerindo maior taxa de passagem da digesta, o que também explica o maior consumo de matéria seca.

Observa-se que não houve diferença na produção fecal média entre os tratamentos obtidos através dos indicadores internos MSi, FDAi e FDNi. Desta forma permite-se inferir que a digestibilidade da dieta pode ser estimada utilizando MSi, pela

maior simplicidade, rapidez e menor custo. Contudo, ao se analisar os dados por tratamentos, verifica-se menor ( $P < 0,05$ ) estimativa de excreção fecal por meio do indicador MSi, notadamente quando se utiliza incubações com tecido de TNT. Assim, sugere-se evitar a utilização da MSi como indicador interno ao se adotar a incubação ruminal com saquinhos de tecido TNT.

Tabela 5 – Médias ajustados para a quantidade de matéria seca fecal (kg/animal/dia) estimadas por meio de indicadores internos (MSi, FDAi e FDNi), utilizando-se saquinhos de tecidos Ankon F57 ou TNT.

	Dietas experimentais (%NC : %PB) <sup>1</sup>				Média	P
	11,7 : 11	23,3 : 12	35,2 : 14	46,8 : 16		
ANKON						
Msi	4,84 Aa	6,14 Aa	6,30 Ba	6,64 Aa	5,98 Aa	0,06547
FDAi	4,67 Aa	6,42 Aa	6,72 ABa	7,38 Aa	6,30 Aa	0,02495
FDNi	4,92 Aa	6,47 Aa	6,81 Aa	7,26 A a	6,36 Aa	0,03359
TNT						
Msi	4,49 Bb	5,98 Ca	5,74 Bb	6,23 Ba	5,61 Aa	0,10427
FDAi	4,36 Ca	6,07 Ba	6,19 Aa	6,75 Aa	5,84 Aa	0,03398
FDNi	4,76 Aa	6,42 Aa	6,29 Ab	6,78 Aa	6,06 Aa	0,07855

Médias na mesma coluna seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e minúsculas não diferem na estimativa de produção fecal pelos indicadores (MSi, FDAi e FDNi) e na estimativa da excreção fecal pelos métodos de saquinhos de ANKON ou TNT, respectivamente, a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1</sup> NC = nível de concentrado (base da MS da dieta); PB = teor de proteína bruta na dieta (base da MS da dieta).

Não verifica-se diferenças na excreção de matéria seca fecal média dos tratamentos utilizando-se incubação ruminal com tecidos de TNT e Ankon. Todavia, ao se comparar a excreção fecal por tratamento, observa-se menor valor ( $P < 0,05$ ) para o sistema TNT em relação ao Ankon quando se utiliza MSi como indicador. Segundo Casali et al. (2007) os tecidos TNT e Ankon mostram-se igualmente exatos e precisos para estimação do teor de FDNi de alimentos, uma vez que a perda de partículas não constitui limitação à sua utilização. Sendo similares em termos analíticos, características secundárias devem ser relevadas com o objetivo da escolha do tecido. Neste contexto,

prerrogativa é apontada ao TNT em virtude de seu menor custo (US\$ 0,01/saco) em comparação ao F57 (US\$ 2,10/saco).

Utilizando-se o indicador interno FDNi e saquinhos de Ankon, determinou-se os coeficientes de digestibilidades dos nutrientes. De acordo com os dados da Tabela 6, observa-se que à medida que foram acrescentados maiores níveis do concentrado e conseqüentemente proteína bruta nas dietas de vacas Gir Leiteiro, o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) não diferiu entre os tratamentos, isso ocorreu provavelmente em função da boa qualidade da silagem de sorgo e também dos concentrados utilizados.

Tabela 6 - Médias ajustados para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra detergente neutro (CDFDN), carboidratos totais (CDCHO), carboidratos não fibrosos (CDCNF), matéria orgânica (CDMO) e teores de nutrientes digestíveis totais observados (NDTobs).

	Dietas experimentais (%NC : %PB) <sup>1</sup>				P
	11,7 : 11	23,3 : 12	35,2 : 14	46,8 : 16	
CDMS	54,7	50,3	49,2	54,5	0,06821
CDPB	54,5 B	54,1 B	53,0 B	61,4 A	0,00380
CDEE	77,3	72,8	76,2	71,9	0,16299
CDFDN	42,7 A	37,5 B	36,2 B	37,7 AB	0,01238
CDCHO	58,1	52,8	51,1	56,4	0,07275
CDCNF	82,7 A	73,1 AB	67,0 B	73,6 AB	0,03062
CDMO	53,8	48,5	47,8	53,9	0,06371
NDTobs	58,0	53,1	52,1	57,4	0,06867

<sup>1</sup> NC = nível de concentrado (base da MS da dieta); PB = teor de proteína bruta na dieta (base da MS da dieta). Médias na mesma linha seguidas por mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5,0% de significância pelo teste de Tukey.

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) foi influenciado pelos maiores níveis de concentrado e proteína bruta da dieta ( $P < 0,05$ ), onde a dieta com 46,8 % de NC e 16,0 % de PB proporcionou o maior coeficiente de digestibilidade da proteína bruta. Este elevação do CDPB, pode estar relacionado com a melhora na composição bromatológica das dietas, como redução dos teores de NIDN, NIDA e lignina (Tabela 3). Assim, o aumento na taxa de passagem, que leva a uma redução no

coeficiente de digestibilidade, seria compensado pela presença de uma dieta mais digestível. Os compostos nitrogenados em forma de NIDA são resistentes e praticamente indigestíveis no rúmen e geralmente estão associados à lignina e a outros compostos de difícil degradação (Licitra et al., 1996).

Nas dietas com maiores NC e PB, não houve maiores consumos de FDN, porém a excreção fecal foi maior (Tabela 5), isso leva a um menor tempo para degradação da fibra e conseqüentemente redução na digestibilidade deste nutriente, explicando o maior CDFDN ( $P < 0,05$ ) nas dietas com menores NC e PB. Já para o valor do NDTobs não houve efeito significativo em função do NC e de PB acrescidos à dieta.

Estes resultados distorcem dos resultados encontrados na literatura, onde se verifica maiores coeficientes de digestibilidades, quando se trabalha com maiores NC e PB nas dietas. Pereira et al. (2005), trabalhando com níveis crescentes de proteína bruta em vacas de leite mestiças (12,7 a 16,9% da MS total da dieta), observaram efeito linear positivo dos níveis de PB sobre as digestibilidades da MS, MO, PB e FDN. Vários autores relataram que a utilização de níveis crescentes de PB resultou em aumentos nas digestibilidades da MS, MO, PB, FDN e FDA (Cunningham et al., 1996; Valadares et al., 1997; Broderick, 2003). Sniffen et al. (1993) e Wilson & Kennedy (1996) afirmaram que a ingestão de compostos nitrogenados é importante para atender aos requerimentos microbianos, sobretudo daqueles agentes que digerem a fibra, resultando em aumento do consumo e do desaparecimento do alimento. Broderick (2003) não observou variação na digestibilidade aparente da MS e MO conforme o aumento de PB dietética, mas notou que as digestibilidades da FDN e da FDA elevaram linearmente. Porém, nenhum destes autores trabalhou com vacas da raça Gir linhagem leiteiro.

Na Tabela 7 estão apresentadas as médias de produção de leite diária (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC), teor de proteína (PB), gordura, lactose, extrato seco total (ES), extrato seco desengordurado (ESD) no leite, peso vivo pré-experimental (PVPre), peso vivo final (PV), variação de peso vivo (VPV), condição de escore corporal pré experimental (ECPre) e escore corporal final (EC).

A produção de leite em kg/dia foi maior ( $P < 0,05$ ) nos tratamentos com maiores NC e de PB da dieta, quando comparado com o tratamento com menor NC e PB (11,7:11). Contudo não há diferenças entre os tratamentos com 23,3, 35,2 e 46,8% NC e 12,0, 14,0 e 16,0% de PB, respectivamente. Estes dados demonstram normalmente a baixa eficiência dos bovinos em produzir leite com o aumento do nível de concentrado na dieta (Lana, 2005), pois com a utilização de 23,3:12 (% NC e % PB, base da MS) nas dietas das vacas Gir a produção de leite foi semelhante ao das vacas Gir que receberam uma dieta com 46,8% de NC e de 16,0% de PB. Analisando a produção de leite corrigido para gordura, não há diferença na produção de leite entre os tratamentos.

Tabela 7 – Médias ajustados para produção de leite (PL) e produção de leite corrigida (PLC), teores no leite de proteína bruta (PB), gordura, lactose, extrato seco (ES), extrato seco desengordurado (ESD), peso vivo pré experimental (PVPre) e final (PV) e escore corporal pré experimental (ECPre) e final (EC).

	Dietas experimentais (%NC : %PB) <sup>1</sup>				P
	11,7 : 11	23,3 : 12	35,2 : 14	46,8 : 16	
PL, kg/d	9,7 B	12,7 A	11,4 AB	12,0 A	0,00681
PLC, kg/d	11,4	13,6	12,5	13,1	0,39572
PB, %	3,17 C	3,24 BC	3,55 AB	3,57 A	0,00522
Gordura, %	4,58	3,88	4,12	4,08	-
Lactose, %	4,55	4,56	4,69	4,57	-
ES, %	13,3	12,7	13,4	13,2	-
ESD, %	8,71	8,78	9,27	9,16	0,07503
PVPre, kg	402	402	426	445	0,39594
PV, kg	398	409	442	465	0,10709
VPV, kg/d	-0,15 B	0,18 AB	0,26 A	0,43 A	0,00654
ECPre	5,60	5,40	4,80	5,20	-
EC	5,33	5,80	5,80	6,27	0,25484

<sup>1</sup> NC = nível de concentrado (base da MS da dieta); PB = teor de proteína bruta na dieta (base da MS da dieta). Médias na mesma linha seguidas por mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5,0% de significância pelo teste de Tukey.

Houve aumento ( $P < 0,05$ ) no teor de proteína bruta do leite com o incremento dos níveis de concentrado e PB nas dietas, onde o maior teor de proteína no leite (3,57%) foi em função do maior NC e de PB da dieta (46,8 : 16). O aumento do teor de concentrado na ração aumenta a quantidade de substrato para a fermentação ruminal, e portanto, aumenta a quantidade de proteína microbiana produzida. A proteína microbiana é a melhor fonte protéica disponível para a síntese de proteína do leite ou tecido animal, e em segundo lugar o farelo de soja convencional por seu balanço adequado para a maioria dos aminoácidos essenciais (Santos, 2006). Dessa forma, o aumento do nível de concentrado com o aumento de proteína bruta na dieta total, provavelmente aumentou a quantidade de proteína microbiana no rúmen, o que também proporciona uma boa relação lisina metionina (Lis:Met). A relação Lis:Met de 3:1 na proteína metabolizável tem se mostrada adequada para maximizar o desempenho de vacas leiteiras (Santos, 2006).

Já segundo Peres (2001), semelhante a gordura o teor de proteína do leite é fortemente influenciado pela genética do animal, todavia com uma amplitude de variação muito menor, na ordem de 0,1 a 0,2% em função da nutrição animal. Esta pequena possibilidade de variação pode ser explicada pelo fato de que, em contraste com a síntese de gordura pela glândula mamária, a síntese de proteína é muito mais restrita em termos de precursores utilizados e na seqüência de inclusão por ocasião da formação de moléculas. As unidades formadoras de proteínas são os aminoácidos, e a deficiência de um único aminoácido impede a formação de toda molécula. Sendo assim, a utilização de concentrados como medida para aumentar o teor de proteína do leite é um recurso caro e que geralmente não compensa, pois o aumento da ingestão de energia através de fontes de carboidratos pode aumentar a produção e a porcentagem de proteína do leite. Entretanto, cerca de 85% do aumento da produção de proteína do leite

se dá pelo aumento na quantidade de leite produzido, e apenas 15% da resposta está relacionada a aumentos na porcentagem de proteína do leite (Peres, 2001).

Ainda segundo Peres (2001), incrementos no teor de proteína bruta das dietas têm pouca influência no aumento de proteína do leite. De acordo com um trabalho feito por Emery (1978), para cada aumento no teor de proteína da dieta, variando de 9 a 17%, houve aumento de apenas 0,02% no teor de proteína do leite. Pereira et al. (2005), utilizando níveis crescentes de proteína bruta em dietas de vacas de leite, não encontraram efeito significativo no teor de proteína do leite. Já Deresz (2001), com os objetivos de estudar os efeitos do concentrado sobre a produção e composição do leite de vacas mestiças Holandês x Zebu, onde os tratamentos foram 0 e 2,0 kg de concentrado/vaca/dia, encontrou um aumento de 0,2% no teor de proteína do leite com a utilização de 2,0 kg de concentrado.

Os maiores incrementos do NC e de PB nas dietas proporcionaram uma maior variação de peso vivo positivo ( $P < 0,05$ ), onde está foi semelhante para os três maiores NC e PB (Tabela 7). Na dieta com 11,7% de NC e de 11,0% de PB com base da MS da dieta total verificou-se uma variação de peso vivo de - 0,15 kg/dia, ou seja, há uma perda de peso, dessa forma, infere-se que estes níveis deveriam ser evitados. Dessa forma, mesmo que grandes aumentos na quantidade de concentrado não signifique grandes aumentos na produção de leite, o uso de concentrado em certos níveis permite o equilíbrio entre produção de leite, ganho de peso, intervalo de parto e conseqüentemente melhor manejo e renda com este tipo de animal.

Na Tabela 8, encontram-se as eficiências de produção de leite (kg/kg) em função do consumo de matéria seca e resposta produtiva em relação ao consumo de matéria seca total em relação ao tratamento testemunha, que seria o tratamento com o mais baixo nível de concentrado (11,7%). Não houve efeito significativo nas eficiências de

produção de leite e produção de leite corrigida em função do CMS em nenhuma das dietas avaliadas.

A resposta produtiva de leite em função do consumo de matéria seca total acima do tratamento testemunha (11,7% de concentrado) reduziu com o aumento na concentração de concentrado da dieta, estando de acordo com Bargo et al. (2003), que reportam aumento decrescente na produção de leite em resposta ao aumento no consumo de concentrado. Lekchom et al. (1989), citados por Gomide (1998), também verificaram decréscimos na produção de leite com o aumento no fornecimento de concentrado e também decréscimo progressivo na renda líquida para níveis de suplementação acima de 2,5 kg de concentrado/animal/dia. Assim a resposta produtiva mais adequada ao NC e PB utilizado nas dietas foi de 23,3% de NC e de 12,0% de PB na dieta total, com base na matéria seca, por proporcionar uma maior resposta produtiva.

Tabela 8 - Médias ajustados para a eficiência de PL e PLC em relação ao consumo de matéria seca total (PL/CMS e PLC/CMS, respectivamente) e resposta produtiva

	Dietas experimentais (%NC : %PB) <sup>1</sup>				P
	11,7 : 11	23,3 : 12	35,2 : 14	46,8 : 16	
PL/CMS	0,91	0,98	0,85	0,75	0,05936
PLC/CMS	1,07	1,06	0,94	0,88	0,12348
Resposta produtiva <sup>2</sup>	-	1,36	0,65	0,46	-

<sup>1</sup> NC = nível de concentrado (base da MS da dieta); PB = teor de proteína bruta na dieta (base da MS da dieta). Médias na mesma linha seguidas por mesma letra maiúscula não diferem entre si ao nível de 5,0% de significância pelo teste de Tukey.

<sup>2</sup> Diferencial de produção de leite/diferencial de consumo de matéria seca total dos tratamentos 23,3; 35,2; e 46,8% NC em relação ao tratamento 11,7% de concentrado.

### Conclusões

O maior nível de concentrado e proteína bruta das dietas proporcionou maior consumo de matéria seca total e de nutrientes, além de maior coeficiente de digestibilidade da proteína bruta. Dietas com níveis de concentrado e de proteína bruta de 23,3 e 12% até 46,8 e 16%, respectivamente, proporcionaram mesma produção de

leite, dessa forma recomenda-se para vacas Gir linhagem leiteira mantidas sob as mesmas condições avaliadas usar 23,3 % de concentrado e dietas com 12,0 % de proteína bruta por proporcionar melhor resposta produtiva.

### Literatura Citada

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Farm Livestock**. England: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 350p.
- 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.
- BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1370-1381, 2003.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADES FILHO, S.C. et al. Avaliação microscópica de diferentes tecidos empregados na avaliação in situ de alimentos para ruminantes In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007 (CD-ROM).
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- CUNNINGHAM, K.D.; CECAVA, M.J.; JOHNSON, T.R. et al. Influence of source and amount of dietary protein on milk yield by cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.4, p.620-630, 1996.
- DERESZ, F. Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.197-204, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1600-1609, 2001.
- EMERY, R.S. Feeding for increased milk protein. **Journal of Dairy Science**, v.61, p.825, 1978.
- GOMIDE, J.A. Fatores da produção de leite a pasto. In: PEREIRA, A.L.; FARIAS, D.E.; MACEDO, F.V.F. et al. (Ed.) **Anais do Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia**. Viçosa: Suprema Gráfica, 1998. p.1-32.
- JUNG, H.G.; ALLEN, S. Characteristics of plant cell walls effecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2774-2790, 1995.

- IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Whole milk determination of milkfat, protein and lactose content. Guide fir the operation of mid-infra-red instuments**. Bruxelas, 1996. 12p. (IDF Standard 141 B).
- 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.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LLAMAS-LAMAS, G.; COMBS, D.K. Effect of forage to concentrate ratio and intake level on utilization of early vegetative alfalfa silage by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.526-536, 1991.
- LUCCI, C.S.; RODRIGUES P.H.M.; MELOTTI, L. Efeitos da lasalocida sódica e da proporção concentrado/volumoso sobre o desempenho produtivo de vacas lactantes. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.36, n.1, 1999.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**, 6.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1989. 158p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**, 7.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**, 7.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; LANA, R.P. Uso do conceito de análise marginal para estimar o nível ótimo de suplementação com alimentos concentrados para vacas de leite em pastagens. In: LANA, R.P. **Respostas biológicas aos nutrientes**. Viçosa, MG: Editora CPD, 2007. p.155-177.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Fermentación ruminal. In: CHURCH, D.C. **El ruminante, fisiologia digestiva y nutrición**. Zaragoza, Espanha: ed. Acríbia, 1993. p.159-190.
- PEREIRA, M.L.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição do leite em vacas no terço inicial da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1029-1039, 2005.
- PERES, J.R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONSÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; FONTANELI, R.S. (ED) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre, RS, 2001. p.30-45.
- SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: **Nutrição de Ruminantes**. Editores: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. Jaboticabal : Funep, 2006, cap. 9, 583 p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG, UFV, Imprensa Universitária, 2002. 235p.

- SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577. 1992.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: Strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p. (manual do usuário).
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1252-1258, 1997.
- WILSON, J.R.; KENNEDY, P.M. Plant and animal constraints to voluntary feed intake associated with fibre characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.47, n.1, p.199-225, 1996.

## Capítulo 2

### Níveis de concentrado e de proteína bruta em dietas de vacas da raça Gir linhagem leiteira sob pastejo de capim elefante durante o período das águas

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar três níveis de concentrado (2,0; 4,0 e 6,0 kg/vaca/dia) e dois de proteína bruta na matéria seca total da dieta (14 e 16% de PB), e um controle (mistura mineral), sobre o consumo, digestibilidade, produção e composição do leite e eficiência alimentar e de utilização de concentrados de vacas sob pastejo de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) no período das águas. Vinte e uma vacas Gir linhagem leiteira com média de 426 kg de peso vivo, 13,0 kg de leite/dia e 55 dias de lactação foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com sete tratamentos em arranjo fatorial  $3 \times 2 + 1$  e três repetições, num período de 84 dias. O consumo de matéria seca de forragem não foi influenciado pelos tratamentos, mas o consumo de matéria seca total aumentou ( $P < 0,05$ ), de forma aditiva, em 45% em média, com a inclusão de concentrado na dieta. Entretanto, a produção de leite só aumentou ( $P < 0,05$ ) em 17% (1,76 kg a mais de leite por dia) com o uso de concentrado. Conclui-se que para vacas Gir linhagem leiteira em pastagens de capim elefante durante o período das águas, 2 kg de concentrado/vaca/dia e 14 % de PB na dieta total proporciona melhor à resposta produtiva sem prejudicar o peso corporal.

Palavras-chave: capim elefante, consumo, leite, produção, proteína, ração concentrada

## **Concentrate and crude protein levels in diets of Gyr cows selected for milk supplemented at pasture during the rain season**

**ABSTRACT** – The objective was to evaluate three levels of concentrate (2.0, 4.0 and 6.0 kg/cow/day) and two of crude protein in the total dietary dry matter (14 and 16% of CP), plus one untreated control treatment (mineral mixture), on the intake, digestibility, milk production and composition and efficiency of feed and concentrate utilization in cows under elephantgrass pasture (*Pennisetum purpureum*) in the rainy season. Twenty one milking Gyr cows selected of milk with mean of 426 kg of live weight, 13.0 kg of milk/day and 55 days in milk were distributed in casualized blocks design, with seven treatments (factorial  $3 \times 2 + 1$ ) and three replications, in a period of 84 days. The pasture dry matter intake was not affected by treatments, but the total dietary dry matter increased ( $P < 0.05$ ), in an additive way, in 45% mean value, with inclusion of concentrate in the diet. However, milk production only increased ( $P < 0.05$ ) 17% (1.76 kg more milk per day) with use of concentrate. It can be concluded that for Gyr cows selected of milk in pasture of elephantgrass during the rainy season, 2 kg of concentrate/cow/day and 14% of CP in the total diet present the best productive response and without effect in the body weight.

Key Words: concentrate ration, elephantgrass, intake, milk, production, protein

## Introdução

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 maximizar o aproveitamento dos nutrientes pelo animal. Sob o ponto de vista nutricional, o grande desafio é monitorar tanto a pastagem, em quantidade e qualidade da forragem, como o próprio estado de nutrição da vaca em lactação, e balancear as diferenças de modo a otimizar a eficiência bio-econômica do sistema. Nestas condições, o desempenho do animal depende da produção e qualidade do pasto, da quantidade e composição química dos suplementos fornecidos, do consumo voluntário da dieta, e da capacidade de resposta da vaca em lactação ao plano nutricional e aos manejos sanitário e reprodutivo (Lopes, 2008).

Com relação à pastagem, o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) é a gramínea tropical que apresenta maior potencial de produção de matéria seca, desde que as condições edafoclimáticas e de manejo sejam favoráveis. Durante a época das chuvas, em amostras simulando o pastejo encontraram-se taxas diárias de acúmulo de matéria seca de capim elefante de até 100 kg/há (Deresz, 2001). Além de alta produção de matéria seca, têm-se observado em pesquisas sob esta forrageira uma produção de leite satisfatória, produção de leite de 15.000 kg/ha/180 dias, durante a estação chuvosa, foi relatada por Deresz e Mozzer (1994), usando vacas mestiças Holandês X Zebu em pastejo rotativo.

Outro ponto a ser avaliado é a suplementação concentrada, principalmente pela relação custo benefício. Dessa forma, com o objetivo de avaliar o efeito do nível de concentrado sobre a produção de leite por vacas mantidas em pastagem de capim elefante durante o período das chuvas, em diversos trabalhos foram encontradas respostas produtivas de 0,5 a 1,0 kg de leite para cada 1,0 kg de concentrado

fornecido, utilizando-se vacas mestiças Holandês x Zebu e da raça Holandesa (Valle et al., 1987; Alvin et al., 1996; Villela et al., 1996).

Além da resposta em produção de leite com o uso de concentrado, em outros trabalhos observou-se resposta curvilínea na produção de leite em função do aumento crescente no suprimento de concentrado por vacas em pastagens, cuja resposta produtiva marginal diminui com o aumento na quantidade de concentrado (Bargo et al., 2003; Sairanen et al., 2006). E em alguns estudos a resposta em leite ao uso de concentrado foi satisfatória somente até 2 a 4 kg de concentrado/animal/dia (Fulkerson et al., 2006).

A maioria dos sistemas nutricionais em uso calculam as exigências dietéticas de energia e proteína dos animais para satisfazer suas necessidades de manutenção e um determinado nível de produção. Entretanto, na prática, a situação é diferente, porque não existe nenhuma necessidade do pecuarista satisfazer os requerimentos nutricionais das vacas se for contra os interesses econômicos (Lana, 2007). Então, evidencia-se a necessidade de estudos de resposta animal aos níveis crescentes de concentrados ou nutrientes específicos são necessários, notadamente em bovinos de leite zebuínos, como os da raça Gir linhagem leiteira.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de níveis crescentes de concentrados e dois níveis de proteína bruta em dietas de vacas da raça Gir linhagem leiteira mantidas sob pastagens de capim elefante durante o período das águas, sobre o consumo de matéria seca e de nutrientes, coeficientes de digestibilidade, produção e composição do leite, eficiência alimentar e de utilização de concentrados.

## Material e Métodos

O ensaio com os animais foi realizado na Fazenda Experimental Getúlio Vargas (FEGT), pertencente ao Centro Tecnológico do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (CTTP) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), fazenda esta localizada no município de Uberaba, na região do Triângulo Mineiro. A fazenda conta com um rebanho de aproximadamente 150 matrizes em lactação da raça Gir Leiteiro, o qual forneceu os animais destinados à experimentação. O experimento foi realizado entre os dias 30 de novembro de 2005 e 22 de fevereiro de 2006, onde as condições climatológicas deste período se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados meteorológicos do período experimental, obtidos na Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Getúlio Vargas (FEGT) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

	Temperatura média (°C)	Umidade relativa média (%)	Precipitação total (mm)
2005			
Novembro	23,9	72,2	217,6
Dezembro	23,3	76,8	297,5
2006			
Janeiro	24,5	69,5	245,3
Fevereiro	24,2	78,6	286,6

As análises laboratoriais, para determinação da matéria seca e composição química dos alimentos, das fezes e das sobras foram executadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais.

Vinte e uma vacas da raça Gir linhagem leiteiro com 426 kg de peso corporal médio, produção média diária de 13,0 kg de leite e com média de 55 dias de lactação (mínimo de 40 e máximo de 70 dias) foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com sete tratamentos e três repetições em função da produção de leite num período total de 84 dias. Durante o período experimental os animais foram mantidos em manejo normal da fazenda, juntamente com outras 39 vacas, as quais foram submetidas a um esquema de pastejo rotacionado em capim elefante (*Pennisetum*

*purpureum*), com um dia de ocupação e, em média, 28 dias de descanso (dependente do desenvolvimento do dossel forrageiro). Determinou-se a disponibilidade de forragem, através do método quadrado, e amostragem do pasto (coleta total e pastejo simulado) no início, 28, 56 e 84 dias do experimento. Os piquetes possuíam em média 3.000 m<sup>2</sup> de área com uma produção média de matéria seca verde de forragem disponível de 6.840,9 kg/ha.

Os tratamentos consistiram de três níveis de ração concentrada (2,0; 4,0 e 6,0 kg/vaca/dia na matéria natural) e dois níveis de proteína bruta na matéria seca total da dieta (12 e 15%), mas devido ao alto teor de proteína bruta do capim elefante os dois níveis de proteína bruta das dietas foram 14 e 16% e mais um tratamento testemunha em que as vacas só receberam mistura mineral, num esquema fatorial 3 x 2 + 1. A proporção de ingredientes dos concentrados encontra-se na Tabela 2. O concentrado foi fornecido em duas refeições diárias, após cada ordenha. A suplementação mineral foi feita em cocho separado à vontade. Na Tabela 3 encontra-se a composição químico-bromatológica do capim elefante e dos concentrados fornecidos.

Tabela 2 - Composição dos ingredientes das rações concentradas com base na matéria seca (%)

Item	Mistura mineral	Concentrado					
		2 kg/dia		4 kg/dia		6 kg/dia	
		14% PB	16% PB	14% PB	16% PB	14% PB	16% PB
Milho		63,66	12,93	83,61	58,22	89,71	72,85
Farelo de soja		29,34	80,11	12,92	38,31	7,99	24,84
Uréia		3,63	3,62	1,80	1,80	1,20	1,20
Sulfato de amônia		0,48	0,47	0,24	0,24	0,16	0,16
Melaço		2,89	2,88	1,43	1,43	0,95	0,95
Sal mineral <sup>1</sup>	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

<sup>1</sup> Cálcio (15,6%); fósforo (5,1%); enxofre (2,0%); magnésio (3,3%); sódio (9,3%); potássio (2,82%); cobalto (0,003%); cobre (0,040%); cromo (0,001%); ferro (0,2%); iodo (0,004%); manganês (0,135%); selênio (0,002%); flúor (0,051%); zinco (0,170%); vitamina A (135.000,00 U.I.); vitamina D3 (68.000,00 U.I.); vitamina E (450,00 U.I.). Solubilidade do fósforo de 95%.

Tabela 3 – Composição químico-bromatológica da forragem (*Peninsetum purpureum*) e dos concentrados<sup>1</sup>

Item	Forragem	Concentrado					
		2 kg/dia		4 kg/dia		6 kg/dia	
		14% PB	16% PB	14% PB	16% PB	14% PB	16% PB
MS <sup>2</sup>	20,73	87,34	87,39	87,32	87,34	87,31	87,33
MSi <sup>2</sup>	18,90	3,05	2,81	3,15	3,03	3,18	3,10
MO <sup>2</sup>	90,80	84,44	82,01	85,47	84,26	85,79	84,98
PB <sup>2</sup>	12,50	29,08	47,37	17,77	26,93	14,22	20,30
NNP <sup>3</sup>	27,33	28,74	18,27	29,91	24,68	30,19	26,73
NIDN <sup>3</sup>	38,21	7,52	7,25	7,85	7,72	7,96	7,87
NIDA <sup>3</sup>	8,75	3,43	2,87	3,74	3,46	3,84	3,65
EE <sup>2</sup>	1,61	2,33	1,13	2,82	2,22	2,97	2,58
CT <sup>2</sup>	77,33	61,56	42,15	69,57	59,86	72,03	65,58
FDN <sup>2</sup>	70,09	13,08	12,53	13,76	13,48	13,97	13,79
FDNcp <sup>2</sup>	64,47	10,80	8,94	11,84	10,91	12,17	11,55
FDNi <sup>2</sup>	17,64	1,27	1,17	1,34	1,29	1,37	1,33
CNF <sup>2</sup>	7,24	48,48	29,62	55,81	46,38	58,05	51,79
CNFcp <sup>2</sup>	12,86	50,76	33,21	57,73	48,95	59,86	54,03
FDA <sup>2</sup>	47,19	5,37	8,78	4,40	6,10	4,11	5,24
FDAi <sup>2</sup>	11,20	0,61	0,58	0,65	0,63	0,66	0,64
Lignina <sup>2</sup>	4,51	1,32	1,09	1,44	1,33	1,48	1,41
Lignina/FDN	6,43	10,09	8,69	10,46	9,86	10,59	10,22

<sup>1</sup>Teores médios de matéria seca (MS), matéria seca indigestível (MSi), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB); compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA); extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), FDN indigestível (FDNi), carboidratos não fibrosos (CNF), CNF corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), FDA indigestível (FDAi), lignina e relação lignina/FDN <sup>2</sup>Valores em percentagem da MS. <sup>3</sup>Valores em percentagem do nitrogênio total.

A pesagem dos animais e avaliação da condição de escore corporal foi feita no início do experimento e a cada 28 dias, em um único dia, após a ordenha da manhã. A avaliação do consumo de concentrado foi feita diariamente, fornecendo a quantidade proposta em cada tratamento (2, 4 e 6 kg com base na matéria natural) e coletando sobras se assim houvesse para determinar o consumo real. Durante o período experimental, foram feitas amostragens dos concentrados e da pastagem de capim elefante, sendo acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer a – 10° C

para posteriores análises. Ao final de cada período de 28 dias, essas amostras foram homogeneizadas e elaboradas uma amostra composta por animal.

Para a estimativa do consumo de pasto utilizou-se o óxido crômico que foi fornecido aos animais 20,0 g/dia durante oito dias consecutivos por período experimental. O indicador foi acondicionado em cartuchos de papel e introduzido na boca do animal, sempre após a ordenha da manhã e antes do fornecimento de concentrado. A coleta de fezes foi feita durante quatro dias consecutivos por período experimental, obtendo-se amostras compostas por animal, iniciando-se cinco dias após o início do fornecimento de óxido crômico.

As amostras de capim elefante, das rações concentradas e fezes foram pré-secas em estufas de ventilação forçada a 65°C, durante 72 horas. Em seguida, foram homogenizadas e moídas em moinho tipo Willey, utilizando peneira com malha de 1 mm. As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), compostos nitrogenados totais, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, extrato etéreo (EE), compostos nitrogenados (N) insolúveis em detergente neutro (NIDN), N insolúveis em detergente ácido (NIDA) e minerais foram realizadas segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). Os compostos nitrogenados não protéicos foram determinados segundo Licitra et al. (1996), enquanto os teores de carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992):  $CHO = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ , sendo os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) obtidos pela fórmula  $CNF = CHO - FDN$ .

As análises de cromo nas amostras de fezes foram realizadas de acordo com a marcha analítica descrita por Kimura & Dyer (1959), utilizando-se a digestão nitroperclórica de cromo, e a leitura foi feita por aparelho de absorção atômica.

A excreção da matéria seca fecal foi estimada utilizando-se o óxido crômico (Burns et al., 1994; Gomide et al., 1984), sendo calculada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecido e sua concentração nas fezes:

$$\text{Matéria Seca Fecal (g/dia)} = \frac{\text{Quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (\%)}} \times 100$$

A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) foi utilizada como indicador interno para estimar o consumo de matéria seca, adotando a metodologia descrita por Cochran et al. (1986). Assim, estabeleceu-se a relação entre a ingestão diária do indicador interno (FDAi) no concentrado mais forragem e sua concentração nas fezes. A FDAi foi obtida após incubação ruminal dos concentrados, amostras de pasto (forragem) e fezes em sacos de ankom (filter bag 57) por um período de 264 horas, segundo Casali et al. (2008). Foi utilizada a equação proposta por Detmann et al. (2001) para estimativa do consumo de matéria seca por animal:

$$CMS = \frac{(EF \times CIF) - IC}{CIFO} + CMSC$$

em que: EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador interno nas fezes (kg/kg); IC = indicador interno presente no concentrado (kg/dia); CIFO = concentração do indicador interno na forragem (kg/kg) e CMSC = consumo de matéria seca de concentrado (kg/dia).

Os valores de nutrientes digestíveis totais observados foram calculados para as diferentes dietas pela equação:  $NDT_{Obs} = PBD + (EED \times 2,25) + FDND + CNFD$ , em que PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; e CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

A avaliação da produção de leite foi efetuada no início, no primeiro, no segundo e no final do terceiro período experimental através do controle leiteiro oficial da

Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), onde o bezerro é colocado junto a vaca somente para estimular a descida do leite sem que este venha a mamar e o leite de todos os quartos é retirado mecanicamente na ordenha da manhã e na ordenha da tarde.

Foram coletadas amostras para fins de análise dos teores de proteína bruta, gordura, lactose, extrato seco total, extrato seco desengordurado e contagem de células somáticas no leite segundo a metodologia descrita pelo International Dairy Federation (1996). Estas amostras foram coletadas através de dispositivo acoplado à ordenhadeira, sendo coletado aproximadamente 300 mL, no 28º dia de cada período experimental, na ordenha da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas, que foram acondicionadas em frascos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2 e 6°C, e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora – MG.

A produção de leite corrigida (PLC) para 3,5% de gordura, foi calculada segundo Sklan et al. (1992), pela seguinte fórmula:

$$PLC = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura do leite}) \times \text{produção de leite em kg/dia.}$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância adotando-se o nível de significância de 5%, utilizando-se o programa SAEG, versão 8.1 (UFV, 2000). Utilizou-se na análise de variância contrastes ortogonais referentes a utilização de ração concentrada (presença versus ausência), níveis de proteína bruta da dieta (14 versus 16%), níveis de concentrados (2, 4 e 6 kg/dia; linear e quadrático) e interação nível de concentrado versus nível de proteína bruta na dieta.

## **Resultados e Discussão**

O consumo de matéria seca de pasto em kg/dia e em porcentagem do peso vivo não foi influenciado pelos níveis de concentrados e pelo teor de proteína bruta da dieta total oferecida aos animais (Tabela 4). Geralmente quando se utiliza o concentrado em adição à dieta com pastagem há ocorrência de efeito substitutivo, principalmente em elevado nível de concentrado, com redução do consumo de pasto de 0,32 a 0,40 kg de matéria seca por kg de concentrado consumido (Bargo et al., 2003; Santos et al., 2008). Por outro lado, Peyraud & Delaby (2001) relataram que a quantidade de concentrado fornecida não tem apresentado dados consistentes com relação à taxa de substituição, onde maiores quantidades de concentrado não têm afetado consistentemente a taxa de substituição.

A razão do nível de proteína da dieta (14 versus 16% de PB), alcançado pelo uso de diferentes teores de proteína bruta nos concentrados, não ter influenciado no consumo de pasto segue os mesmos padrões de alguns trabalhos com capim elefante. Segundo Pereira (2005), as concentrações de PB dos suplementos aparentemente influenciam muito pouco no consumo de matéria seca de pasto, especialmente quando o nível de proteína bruta do pasto estiver acima de 6%, onde o concentrado com menor teor de PB poderia ser preferencialmente utilizado.

Ao avaliar o consumo de matéria seca total pelo contraste sem concentrado e com concentrado, observa-se que o concentrado proporcionou aumento no consumo de matéria seca total de 4,29 kg ou 0,8% em PV, o que significa um aumento de 45 e 33%, respectivamente. Bargo et al. (2003) em trabalho de revisão, citam que o uso de concentrado aumentou o consumo de matéria seca total de 10 a 50%. Como não houve efeito sobre o consumo de matéria seca de pasto, o consumo de matéria seca total

aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) com o aumento no fornecimento de concentrado. O incremento de ingestão de matéria seca total foi de 0,65 kg para cada kg de ração concentrada consumida, ou 0,11 unidades percentuais em relação ao peso corporal para cada kg de concentrado consumido.

Observa-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre o consumo de proteína bruta para os animais que receberam concentrados e os que não receberam concentrados, o fornecimento de concentrado proporcionou um aumento de médio de 73% no consumo de proteína bruta. E também se observa diferença ( $P < 0,05$ ) no consumo de PB entre os animais que foram mantidos na dieta com 14% versus os que foram mantidos na dieta com 16% de PB, com um acréscimo no consumo de proteína de 20% quando se utiliza dietas com 16% de PB. Este aumento no consumo de proteína bruta na dieta é o objetivo do trabalho, pois há necessidade de conhecer o comportamento produtivo das vacas Gir leiteiro ao fornecimento deste nutriente.

O consumo de CNF aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) com o aumento do fornecimento de concentrado, estimando-se aumento de 0,44 kg de CNF por cada kg de ração concentrada fornecida. Este incremento no consumo de CNF ocorre pelo acréscimo de carboidratos não fibrosos presente nos concentrados.

Tabela 4 – Consumos médios diários em kg/dia e em porcentagem do peso vivo (%PV) de matéria seca de volumoso (VOL), matéria seca de concentrado (CON), matéria seca total (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHO), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos tratamentos.

	Concentrado		NC (kg/vaca/dia)			PB dieta (% MS)		Contrastes (Valor – P) <sup>1/</sup>						
	Sem	Com	2	4	6	14%	16%	Conc	NC x PB	NC		PB	CV	EQ
Kg/dia							L			Q				
VOL	9,48 a	10,42 a	10,98	9,93	10,35	10,23 A	10,62 A	-	-	-	-	-	16,5	Ns
CON	0,0 b	3,35 a	1,69	3,38	5,05	3,29 A	3,41 A	0,00001	0,12070	0,00001	-	0,14879	5,08	1
MS	9,48 b	13,77 a	12,66	13,31	15,34	13,51 A	14,03 A	0,01531	0,32873	0,04695	-	-	13,6	2
PB	1,19 b	2,06 a	2,02	2,00	2,16	1,87 B	2,25 A	0,00082	0,30979	-	-	0,01144	12,2	ns
EE	0,15 b	0,25 a	0,21	0,24	0,30	0,26 A	0,25 A	0,00025	0,25202	0,00030	-	-	12,4	3
MO	8,61 b	12,3 a	11,37	11,88	13,65	12,09 A	12,51 A	0,02097	0,33463	0,05863	-	-	13,7	ns
FDN	6,65 a	7,76 a	7,96	7,86	7,72	7,62 A	7,90 A	-	-	-	-	-	15,8	ns
CHO	7,33 b	10,22 a	9,36	9,87	11,43	10,19 A	10,25 A	0,02590	0,33689	0,04542	-	-	13,9	4
CNF	0,69 b	2,45 a	1,45	2,45	3,48	2,57 A	2,35 B	0,00001	0,05201	0,00001	-	0,03364	8,1	5
NDT	6,47 b	9,44 a	8,99	8,97	10,37	9,17 A	9,71 A	0,04377	-	0,15883	-	-	15,5	ns
% PV														
VOL	2,40 a	2,42 a	2,60	2,34	2,32	2,37 A	2,47 A	-	-	0,18358	-	-	14,0	ns
CON	0,0 b	0,78 a	0,41	0,81	1,13	0,77 A	0,79 A	0,00001	-	0,00001	-	-	9,53	6
MS	2,40 b	3,20 a	3,00	3,15	3,45	3,14 A	3,26 A	0,04405	-	0,04938	-	-	11,6	7
PB	0,30 b	0,48 a	0,48	0,47	0,48	0,43 B	0,53 A	0,00068	-	-	-	0,00132	10,5	ns
EE	0,038 a	0,058 b	0,049	0,058	0,068	0,060 A	0,057 A	0,00036	-	0,00008	-	-	10,8	8
MO	2,18 b	2,86 a	11,37	11,88	13,65	12,10 A	12,51 A	0,04394	-	0,06488	-	-	11,7	ns
FDN	1,68 a	1,80 a	1,87	1,75	1,78	1,77 A	1,84 A	-	-	-	-	-	13,4	ns
CHO	1,85 b	2,37 a	2,22	2,34	2,57	2,37 A	2,38 A	0,03526	-	0,04238	-	-	11,9	9
CNF	0,17 b	0,62 a	0,34	0,58	0,79	0,60 A	0,54 B	0,00001	-	0,00001	-	0,03062	8,9	10
NDT	1,63 b	2,19 a	2,13	2,12	2,33	2,13 A	2,26 A	0,04732	-	0,23375	-	0,31622	12,7	ns

Diferentes letras minúsculas para concentrado e maiúsculas para proteína na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste F. 1.  $\hat{Y} = 0,6578 + 0,7758NC$  ( $r^2 = 0,92$ ); 2.  $\hat{Y} = 11,4803 + 0,654753NC$  ( $r^2 = 0,92$ ); 3.  $\hat{Y} = 0,17546 + 0,0216963NC$  ( $r^2 = 0,99$ ); 4.

---

$\hat{Y} = 8,54799 + 0,477761NC$  ( $r^2 = 0,92$ ); 5.  $\hat{Y} = 0,902018 + 0,445112NC$  ( $r^2 = 1,0$ ); 6.  $\hat{Y} = 0,199 + 0,1662NC$  ( $r^2 = 0,87$ ); 7.  $\hat{Y} = 2,81154 + 0,111862NC$  ( $r^2 = 0,96$ ); 8.  $\hat{Y} = 0,0432471 + 0,00432844NC$  ( $r^2 = 1,0$ ); 9.  $\hat{Y} = 2,08869 + 0,0819281NC$  ( $r^2 = 1,0$ ); 10.  $\hat{Y} = 0,234991 + 0,0961208NC$  ( $r^2 = 1,0$ ).

<sup>1/</sup> Conc (com vs sem concentrado); NC x PB (interação entre NC e % PB na dieta); NC (nível de concentrado, 2, 4 e 6); L = efeito linear; Q = efeito quadrático; PB (nível de proteína bruta na dieta); CV = coeficiente de variação; EQ = equação de regressão.

Em relação ao consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), o uso de concentrado proporcionou acréscimo de 34% em relação ao consumo de NDT dos animais que permaneceram no tratamento controle (Tabela 4). O consumo de energia por animais sob pastagens bem manejadas tem efeito superior ao fornecimento de proteína, mas demanda maior quantidade de suplementação. Reeves et al. (1996) conduziram um estudo com o objetivo de determinar se vacas mantidas em pastagens tropicais bem manejadas seriam mais responsivas à suplementação com fontes ricas em energia ou em proteína não degradada no rúmen (PNDR). Quatro níveis de concentrados foram utilizados (0, 3, 6 e 9 kg/vaca/dia) e os resultados mostraram que a produção de leite (17 a 23 kg/vaca/dia) foi influenciada pelo suprimento de energia e não pelo aumento de PNDR na dieta.

A utilização de concentrado e o nível de PB não influenciaram a digestibilidade da matéria seca (Tabela 5). Observou-se efeito quadrático do fornecimento de concentrado no coeficiente de digestibilidade da matéria seca ( $P < 0,05$ ), estimando-se valor mínimo do CDMS no nível de 3,37 kg de concentrado por dia. Em experimento anterior com vacas Gir leiteiro sob confinamento, avaliando-se também o nível da inclusão de ração concentrada nas dietas, também houve efeito quadrático no coeficiente de digestibilidade da matéria seca.

No contraste entre a dieta sem concentrado e a utilização de ração concentrada na dieta observa-se uma diferença no coeficiente de digestibilidade do volumoso, com queda na digestibilidade do volumoso quando se utiliza ração concentrada. Segundo alguns autores a adição de concentrados à dieta dos ruminantes pode provocar redução na digestibilidade ruminal da fibra, em decorrência do aumento nas proporções dos carboidratos prontamente fermentáveis e da conseqüente redução do pH do ambiente ruminal, que diminui sensivelmente a atividade das bactérias fibrolíticas. Níveis de pH

entre 6,8 e 6,5 são os mais adequados à atividade da maioria das bactérias ruminais (Grant e Mertens, 1992). A redução na digestibilidade ruminal da fibra pode ser compensada pela modificação no local de digestão, do rúmen para o ceco, que pode responder por até 30% da digestibilidade de componentes da fibra, como a celulose, em consequência da suplementação concentrada (Coelho da Silva e Leão, 1980).

Verifica-se ainda na Tabela 5 aumentos no coeficiente de digestibilidade da PB em dietas com 16% PB quando comparadas com dietas com 14% PB ( $P < 0,05$ ). Em dieta com 16% de PB a quantidade de proteína degradável no rúmen (PDR) fornecida ao animal é maior, sendo esta visualizada pelo nível de farelo de soja presente no concentrado. Desta forma, o aumento na digestibilidade aparente da PB, com o incremento de PB na dieta, pode ter sido resultante do efeito do maior consumo de PDR no concentrado (Valadares Filho et al., 2000 e Broderick 2003). Analisando os dados de digestibilidade da PB com o aumento do nível de concentrado, pode-se utilizar do mesmo princípio na tentativa de explicar o declínio do coeficiente de digestibilidade da PB, pois ao elevar de 2,0 kg para 6,0 kg de ração concentrada/animal/dia, o fornecimento de PDR diminui, sendo uma possível explicação para a queda no coeficiente de digestibilidade.

Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), volumoso (CDVOL), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos totais (CDCHO), carboidratos não fibrosos (CDCNF), matéria orgânica (CDMO) e nutrientes digestíveis totais observados (NDTobs) em função dos tratamentos

	Concentrado		NC (kg/vaca/dia)			PB dieta (% MS)		Contrastes (Valor – P) <sup>1/</sup>						
	Sem	Com	2	4	6	14%	16%	NC						
								Conc	NC x PB	L	Q	PB	CV	EQ
CDMS	58,00 a	60,54 a	61,81	57,56	62,16	60,39A	60,7 A	0,40999	-	-	0,03897	-	6,5	1
CDVOL	58,00 a	47,29 b	55,82	42,34	43,71	47,03 A	47,55 A	0,02230	-	0,00842	-	-	13,2	2
CDPB	59,15 a	59,87 a	65,21	56,44	57,96	57,97 B	61,76 A	0,11410	0,08780	0,00509	-	0,04869	6,4	3
CDEE	26,50 a	33,66 a	33,22	23,87	43,87	41,92 A	25,39 B	-	0,33655	-	0,01226	0,00424	27,2	4
CDFDN	63,20 a	63,06 a	65,10	59,74	64,33	62,80 A	63,32 A	0,31894	-	-	0,03646	-	6,2	5
CDCHO	62,23 a	63,48 a	65,13	60,66	64,64	63,28 A	63,67 A	0,45805	-	-	0,04231	-	5,8	6
CDCNF	52,89 b	64,62 a	65,11	63,46	65,28	65,21 A	64,03 A	0,04606	-	-	-	-	12,9	ns
CDMO	60,90 a	61,64 a	63,92	58,51	62,49	61,35 A	61,94 A	0,35572	-	-	0,02571	-	6,0	7
NDTobs	56,47 a	57,52 a	59,77	54,49	58,29	57,54 A	57,49 A	0,31595	-	-	0,02166	-	5,9	8

Diferentes letras minúsculas para concentrado e maiúsculas para proteína na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste F.

1.  $\hat{Y} = 64,7848 - 3,38879NC + 0,502458NC^2$  ( $R^2 = 1,0$ ); 2.  $\hat{Y} = 56,8185 - 2,72264NC$  ( $r^2 = 0,67$ ); 3.  $\hat{Y} = 64,5253 - 1,33051NC$  ( $r^2 = 0,60$ ); 4.  $\hat{Y} = 58,5029 - 20,2875NC + 3,04360NC^2$  ( $R^2 = 1,0$ ); 5.  $\hat{Y} = 68,8953 - 4,16604NC + 0,576502NC^2$  ( $R^2 = 1,0$ ); 6.  $\hat{Y} = 68,6169 - 3,72939NC + 0,521583NC^2$  ( $R^2 = 1,0$ ); 7.  $\hat{Y} = 67,7774 - 4,15456NC + 0,554187NC^2$  ( $R^2 = 1,0$ ); 8.  $\hat{Y} = 63,9639 - 4,27612NC + 0,561720NC^2$  ( $R^2 = 1,0$ ).

<sup>1/</sup> Conc (com vs sem concentrado); NC x PB (interação entre NC e % PB na dieta); NC (nível de concentrado, 2, 4 e 6); L = efeito linear; Q = efeito quadrático; PB (nível de proteína bruta na dieta); CV = coeficiente de variação; EQ = equação de regressão.

O uso de concentrado bem como o aumento do teor de proteína bruta da dieta não influenciaram a digestibilidade da FDN enquanto que o incremento de ração concentrada nas dietas causou comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) na digestibilidade da FDN. Geralmente o comportamento verificado para a digestão total da FDN em condições crescentes do nível de concentrado é linear decrescente, decorrente da depressão da digestibilidade ruminal da fibra pela queda no pH ruminal, principalmente quando ocorre efeito substitutivo da forragem pelo volumoso (Dias et al., 2000; Vêras et al., 2008).

Ao comparar o efeito da utilização de concentrado, observa-se que a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi superior em relação a digestibilidade do CNF de animais que ficaram no tratamento controle (apenas capim elefante). A utilização de ração concentrada elevou o consumo de CNF o que pode ter influenciado no acréscimo do coeficiente de digestibilidade.

Os nutrientes digestíveis totais (NDTobs) não foram influenciados pela utilização de concentrado, porém o consumo de NDT foi superior nos animais que receberam concentrado quando comparado com o tratamento controle. Desta forma, a possível falta de significância para o NDTobs deve ser em função do aumento da taxa de passagem, onde há uma queda no aproveitamento dos nutrientes do concentrado. A mais lenta taxa de passagem da dieta controle pode ter proporcionado a mesma disponibilidade de nutrientes do que as dietas com concentrado que provavelmente tiveram uma taxa de passagem mais rápida.

Não houve efeito do nível de PB sobre o NDTobs e consumo de NDT. Este comportamento, nutricionalmente, pode ser positivo, pois dietas com menor nível de PB podem ser mais vantajosas, principalmente por questões financeiras.

O nível de concentrado proporcionou ainda efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) no teor de NDTobs, estimando-se um valor mínimo de NDTobs na quantidade de 3,81 kg de concentrado por dia. Este resultado também se assemelha ao observado com vacas Gir leiteiro em confinamento com níveis crescentes de concentrado e PB na matéria seca total da dieta.

Houve aumento na produção de leite ( $P < 0,05$ ) na ordem de 1,76 kg por dia pelo uso de ração concentrada (Tabela 6) quando comparado ao tratamento que os animais não receberam suplementação concentrada. Neste contraste o consumo médio de concentrado foi da ordem de 3,35 kg/dia, estando de acordo com Mattos (1995), que cita que a quantidade de concentrado para suplementação de volumosos deve ser observada com atenção, devido ao seu alto custo e porque somente os 2,0 a 4,0 kg iniciais é que proporcionam maiores repostas na produção de leite.

Não houve efeito do teor de proteína bruta na dieta (14 x 16%) e do nível de concentrado sobre a produção de leite ( $P > 0,05$ ). Os mesmos resultados foram encontrados quando se estimou a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura. Com este resultado infere-se que para a produção de leite, a utilização de concentrado que proporcionou uma dieta com 14% de PB e conseqüentemente em menores quantidades deve ser utilizado para vacas Gir linhagem leiteira mantidas em pastagem de capim elefante no período das águas. O acréscimo no teor de proteína bruta da dieta através do aumento da quantidade de concentrado ou do aumento na concentração de proteína bruta do concentrado acima do requerimento animal não tem sido uma boa estratégia para se incrementar a produção de leite em animais mantidos em pastagens tropicais bem manejadas. Neste caso, a ingestão de energia metabolizável constitui a maior limitação para vacas leiteiras mantidas em pastagens (Davison & Elliott, 1993; Reeves et al., 1996; Santos et al., 2008).

Voltolini (2006) avaliou a adequação protéica em rações de vacas em pastagem ou recebendo cana-de-açúcar, e observou que vacas mantidas em pastagens de capim elefante com 12% de PB na MS, com produções diárias médias de 18,5 kg de leite, não responderam ao teor de PB na matéria natural do concentrado superiores a 15,8%. Pereira (2005) utilizou vacas Holandês X Zebu em lactação, manejadas em pastagem de capim elefante e suplementadas com 6,0 kg/vaca/dia de concentrados com 15,2; 18,2 e 21,1 de PB, e não encontrou diferença nos consumos de matéria seca de pasto e total, bem como na produção e composição de leite, concluindo que o concentrado com menor concentração de PB poderia ser preferencialmente utilizado. No presente estudo, ao comparar a utilização de 6 kg de ração por dia seria mais apropriado também utilizar o concentrado com menor teor de proteína bruta, que no caso seria o de 14,22% quando comparado com ao de maior teor de PB que é de 20,30% (Tabela 3), pois irá proporcionar uma dieta com teor médio de 14% PB, sendo mais apropriada a produção de leite nas condições avaliadas.

Tabela 6 – Produção de leite em kg/dia (PL); produção de leite corrigida em kg/dia (PLC); teores percentuais de gordura (Gor), proteína bruta (PB), lactose (Lac), estrato seco (ES) e estrato seco desengordurado (ESD) no leite; uréia no plasma em mg/dL (NUP); peso vivo pré experimental (PVPre) e final (PV); variação diária de peso vivo (VPV); e escore corporal pré experimental (ECPre) e final (EC) em função dos tratamentos

	Concentrado		NC (kg/vaca/dia)			PB dieta (% MS)		Contrastes (Valor – P) <sup>1/</sup>						CV	EQ
	Sem	Com	2	4	6	14%	16%	NC							
								Conc	NC x PB	L	Q	PB			
PL	10,27 b	12,03 a	11,65	11,85	12,59	11,60 A	12,45 A	0,03988	-	-	-	-	9,9	Ns	
PLC	11,27 a	12,50 a	12,62	12,07	12,80	12,68 A	12,30 A	0,26291	-	-	-	-	11,2	Ns	
Gor	4,12 a	3,81 a	4,10	3,64	3,68	4,13 A	3,49 A	0,12202	0,18967	0,30352	-	0,06805	15,6	Ns	
PB	3,39 a	3,38 a	3,36	3,37	3,41	3,33 A	3,43 A	-	-	-	-	-	6,1	Ns	
Lac	4,50 a	4,54 a	4,60	4,53	4,51	4,54 A	4,56 A	-	-	-	-	-	3,1	Ns	
ES	13,17 a	12,83 a	13,19	12,61	12,70	13,11 A	12,55 A	0,27694	0,30803	-	-	0,22816	6,0	Ns	
ESD	9,09 a	9,04 a	9,09	9,00	9,03	9,01 A	9,07 A	-	-	-	-	-	2,8	Ns	
NUP	6,69 b	14,52 a	14,93	14,15	14,47	13,64 A	15,40 A	0,03313	0,31693	-	-	-	21,8	Ns	
PVPre	398,3 a	430,5 a	425,5	423,0	443,0	432,0 A	429,0 A	-	0,37534	-	-	-	9,9	Ns	
PV	392,6 a	429,3 a	422,1	419,7	446,2	431,8 A	426,9 A	0,25945	0,24066	-	-	-	9,5	Ns	
VPV	-0,14 a	0,00 a	-0,06	0,01	0,05	-0,01 A	0,01 A	0,41999	0,21769	0,25863	-	0,30302	183,0	Ns	
ECPre	4,00 a	4,64 a	4,66	4,25	5,00	4,44 A	4,83 A	-	-	-	-	-	30,4	Ns	
EC	3,87 a	4,81 a	4,65	4,33	5,46	4,67 A	4,95 A	-	-	0,19050	-	-	24,2	Ns	

Diferentes letras minúsculas para concentrado e maiúsculas para proteína na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste F.

<sup>1/</sup> Conc (com vs sem concentrado); NC x PB (interação entre NC e % PB na dieta); NC (nível de concentrado, 2, 4 e 6); L = efeito linear; Q = efeito quadrático; PB (nível de proteína bruta na dieta); CV = coeficiente de variação; EQ = equação de regressão.

De acordo com a Figura 1, ao avaliar os três níveis de concentrado em relação à produção de leite, esta seguiu um comportamento quadrático quando se inclui o tratamento controle, sendo este comportamento também encontrado em trabalho com vacas Gir leiteiro sob confinamento. O modelo de saturação cinética de Michaelis-Menten indica que pelo aumento do suprimento de nutrientes, há uma redução efetiva na utilização de nutrientes em uma curva hiperbólica, e esta observação permite explicar a resposta curvilínea no ganho de peso e produção de leite pelo aumento na quantidade de concentrado (Lana et al, 2005).

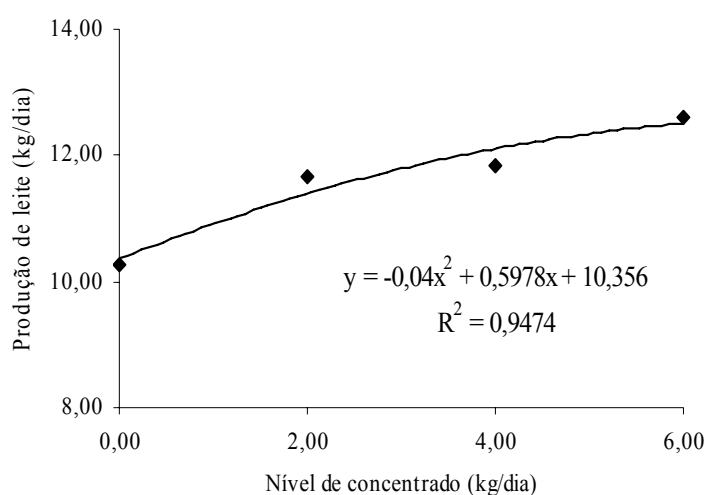


Figura 1 - Resposta produtiva de vacas da raça Gir leiteiro sob pastejo de capim elefante no período das águas em função do nível de concentrado nas dietas.

Ainda de acordo com os dados da Tabela 6, não se encontra diferença significativa para os teores percentuais de gordura, proteína, lactose, estrato seco e estrato seco desengordurado em função da utilização de concentrado e de aumentos no nível de proteína bruta da dieta. Incrementos nos sólidos do leite podem ocorrer principalmente quando os animais não estão recebendo uma dieta balanceada em termos de carboidratos fibrosos e proteína bruta, por exemplo, e posteriormente passam a receber uma dieta balanceada. Sendo assim, a dieta em que a vacas receberam apenas capim elefante e sal mineral já fornecia nutrientes para atender certa composição de

sólidos do leite e a utilização de concentrados e aumentos no nível de proteína bruta da dieta não foram capazes de causar aumentos ou redução na composição do leite. Fatores genéticos também devem ser levados em consideração à composição de sólidos do leite.

A utilização de concentrado aumentou o nível de nitrogênio uréico no plasma (NUP;  $P < 0,05$ ; Tabela 6), de 6,69 mg/dL nos animais mantidos somente em pastagem para 14,52 mg/dL nos animais que receberam concentrado. A concentração de NUP apresenta alta correlação positiva com os teores dietéticos de proteína bruta (Broderick & Clayton, 1997) e proteína degradável no rúmen (Oliveira et al., 2001). Ao avaliar o consumo de proteína bruta, observa-se que a utilização de concentrado incrementou o consumo de proteína bruta, justificando os resultados encontrados. Contudo, a concentração de NUP de 19 a 20 mg/dL, representaria limites a partir dos quais estariam ocorrendo perdas de nitrogênio dietético em vacas leiteiras (Oliveira et al., 2001). Valadares et al. (1997a) encontraram valores de 14 a 16 mg/dL de NUP para novilhos zebuínos, representando limites a partir dos quais estariam ocorrendo perdas de proteína dietética. Estes valores corresponderam à máxima eficiência microbiana. Dessa forma, no presente trabalho pode-se inferir que o nível de proteína bruta total nas dietas (14 e 16%) proporcionaram valores de NUP de 13,64 e 15,40 mg/dL, respectivamente, estando dentro dos limites aceitáveis para maximizar a produção de proteína microbiana.

E de acordo com Santos et al. (2008), a utilização de concentrado com teor excessivo de PB resulta em altos teores de N-uréico no plasma e no leite. Isto pode prejudicar o desempenho reprodutivo das vacas e aumentar as exigências em energia, uma vez que são necessários 13,3 kcal de energia digestível para excretar um grama de nitrogênio. E geralmente os concentrados protéicos são caros e a grande quantidade de N excretado pode gerar impactos ambientais negativos.

Não houve diferença significativa na variação de peso diário e na condição de escore corporal ( $P>0,05$ ), indicando que apesar do concentrado ter estimulado a produção de leite, não houve benefício sobre a variação de peso e condição de escore corporal.

Ao avaliar a eficiência de produção de leite e produção corrigida em função do consumo de matéria seca (Tabela 7), observa-se que houve redução significativa ( $P<0,05$ ). No primeiro caso, a eficiência passou de 1,09 kg de leite/kg de matéria seca no tratamento controle (zero de concentrado) para 0,88 kg de leite/kg de matéria seca com a utilização de concentrado, sem efeito do nível de concentrado e do nível de proteína. O uso de concentrado proporcionou aumento no consumo de matéria seca de 45% (Tabela 4) e aumento na produção de leite (Tabela 6) de 17%, explicando o resultado acima. Isto mostra que para vacas Gir leiteiro mantidas em pastagens de capim elefante no período das águas, a utilização de concentrado deve ser criteriosa tanto em níveis protéicos como em níveis quantitativos.

Tabela 7 – Eficiência de produção de leite (PL) e produção de leite corrigida em relação ao consumo de matéria seca total (PL/CMS e PLC/CMS, respectivamente), eficiência de PL em relação ao consumo de volumoso e de concentrado na matéria seca (PL/CVOL e PL/CCON, respectivamente) e resposta produtiva ao uso de concentrado em função dos tratamentos

	Concentrado		NC (kg/vaca/dia)			PB dieta (% MS)		Contrastes (Valor – P) <sup>1/</sup>						
	Sem	Com	2	4	6	12%	15%	NC						
								Conc	NC x PB	L	Q	PB	CV	EQ
PL/CMS	1,09 a	0,88 b	0,91	0,91	0,81	0,86 A	0,90 A	0,04682	-	0,32632	-	-	15,2	ns
PLC/CMS	1,20 a	0,92 b	0,99	0,93	0,83	0,95 A	0,89 A	0,04800	-	0,10511	-	-	17,0	ns
PL/CVOL	1,09 a	1,17 a	1,05	1,24	1,21	1,14 A	1,19 A	-	-	0,27169	-	-	18,6	ns
PL/CCON	10,27 a	4,32 b	6,90	3,52	2,53	4,32 A	4,31 A	0,00001	-	0,00001	-	-	11,5	1
Resposta produtiva <sup>2</sup>	-	-	0,82	0,47	0,46	-	-							

Diferentes letras minúsculas para concentrado e maiúsculas para proteína na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste F. <sup>1/</sup> Conc (com vs sem concentrado); NC x PB (interação entre NC e % PB na dieta); NC (nível de concentrado, 2, 4 e 6); L = efeito linear; Q = efeito quadrático; PB (nível de proteína bruta na dieta); CV = coeficiente de variação; EQ = equação de regressão.

<sup>2/</sup>Diferencial de produção de leite/diferencial de consumo de concentrado (CCON) na matéria seca dos níveis 2,0; 4,0 e 6,0 kg/dia em relação ao tratamento controle (zero concentrado). CV = coeficiente de variação; EQ = equação de regressão:  $1 = \hat{Y} = 7,81539 - 0,999507NC$  ( $r^2 = 0,91$ ).

A relação da produção de leite pelo consumo de volumoso não foi alterada pelos tratamentos, mas a relação leite/concentrado foi reduzida pelo aumento do nível de concentrado na ordem de 0,9995 kg/kg ( $P < 0,05$ ; Equação 1 da Tabela 7). Este resultado pode ser melhor analisado pela resposta produtiva de leite em função do consumo adicional de concentrado acima do tratamento testemunha, que reduziu à medida que se aumentou o nível de concentrado. Este comportamento tem sido encontrado em vários trabalhos (Gomide, 1993; Bargo et al., 2003; Oliveira et al., 2007), observando-se um aumento decrescente na produção de leite em resposta ao aumento no consumo de concentrado. Estes dados demonstram normalmente a baixa eficiência dos bovinos em produzir leite ao substituir o volumoso pelo concentrado, especialmente com o aumento no fornecimento do mesmo (Lana, 2005). No presente trabalho, não houve substituição do volumoso pelo concentrado provavelmente em função da boa qualidade do volumoso, mas fica evidente que o acréscimo de ração concentrada nas dietas de vacas Gir leiteiro também traz uma resposta produtiva decrescente na produção de leite.

### **Conclusões**

A utilização de ração concentrada em até 6 kg/vaca/dia nas dietas de vacas da raça Gir Leiteiro mantidas em pastagens de capim elefante durante o período das águas não causou efeito substitutivo no consumo de forragem, elevando o consumo de matéria seca total de forma aditiva.

Vacas Gir linhagem leiteira mantidas em pastagem de capim elefante durante o período das águas e recebendo 2 kg/dia de suplemento concentrado e dietas com 14% de PB produziram mesma quantidade de leite que vacas Gir recebendo 6,0 kg/dia de suplemento concentrado e dietas com 16% de PB. Assim, a utilização de 2 kg de

concentrado/vaca/dia e dietas com 14% de PB proporciona uma melhor resposta produtiva.

### Literatura Citada

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Farm Livestock**. England: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 350p.
- ALVIM, M.J.; VILELA, D.; CÓSER, A.C. et al. 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, CE. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.172-173.
- 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.
- BIOTECHNOLOGY AND BIOLOGICAL SCIENCES RESEARCH COUCIL. **Responses in the yield of milk constituents to the intake of nutrients by dairy cows**. Wallingford, UK:CAB International, 1998. 96p.
- BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1370-1381, 2003.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C. Forage quality, evaluation and utilization. Madison: **America Society of Agronomy**, 1994. p.494-531.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- 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.
- DAVISON, T.M.; ELLIOTT, R. Response of lactation cows to grain-based concentrates in northern Australia. **Tropical Grasslands**, v.27, p.229-237, 1993.
- DERESZ F. Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.197-204, 2001.
- DERESZ, F., MOZZER, O.L. Produção de leite em pastagem de capim-elefante. In: CAPIM-ELEFANTE: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO. Coronel Pacheco, MG: Embrapa, 1994. p.155-216.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na estimação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.

- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.545-554, 2000.
- FULKERSON, W.J.; NANDRA, K.S.; CLARK, C.F. et al. Effect of cereal-based concentrates on productivity of Holstein-Friesian cows grazing short-rotation ryegrass (*Lolium multiflorum*) or Kikuya (*Pennisetum clandestinum*) pastures. **Livestock Science**, v.103, p.85-94, 2006.
- GOMIDE, J.A. Produção de leite em regime de pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.591-613, 1993.
- GOMIDE, J.A.; LEÃO, M.I.; OBEID, J.A. et al. Avaliação de pastagens de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacques) e capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.1, p.1-9, 1984.
- GRANT, R.J. MERTENS, D.R. Development of buffer systems for pH control and evaluation of pH effects on fiber digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.1581-1587, 1992.
- 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).
- KIMURA, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Journal Biochemist Physiologic**, v.37, p.911-917, 1959.
- LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. Viçosa: UFV, 2005. 344p.
- 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. **Respostas biológicas aos nutrientes**. Viçosa, MG: Editora CPD, 2007. 177p.
- LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F. Técnicas de fistulação de abomaso em bezerros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. 1. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17, 1980, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1980. p.37.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LOPES, F.C.F. Consumo de forrageiras tropicais por vacas em lactação sob pastejo em sistemas intensivos de produção de leite. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.67-117, 2008.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**, 6.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1989. 158p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**, 7.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**, 7.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; LANA, R.P. Uso do conceito de análise marginal para estimar o nível ótimo de suplementação com alimentos concentrados para vacas de leite em pastagens. In: LANA, R.P. **Respostas biológicas aos nutrientes**. Viçosa, MG: Editora CPD, 2007. p.155-177.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativa das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- PEREIRA, F.R. **Teores de proteína bruta para vacas leiteiras lactantes em pastejo de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum)**. 2005. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- 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**, v.36, n.3, p. 763-770, 1996.
- PEYRAUD, J.L.; DELABY, L. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. in: GARNSWORTHY, P.C.; WISEMAN, J. (Eds.) **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham University Press, UK, 2001. p.203.
- SAIRANEN, A.; KHALILI, H.; VIRKAJARVI, P. Concentrate supplementation responses of the pasture-fed dairy cow. **Livestock Science**, v.104, n.3, p.292-302, 2006.
- SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; GRECO, L.F. et al. Nutrição de vacas em lactação, no período chuvoso, para a produção intensiva de leite em pasto. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.1-39, 2008.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG, Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577. 1992.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: UFV, 2000. 142p. (manual do usuário).
- VALADARES FILHO, S.C.; BRODERICK, G.A.; VALADARES, R.F.D. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.1, p.106-114, 2000.

- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997a.
- VALLE, L.C.S.; MOZZER, O.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.
- VÉRAS, R.M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVÊDO, J.A.G. et al. Níveis de concentrado na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.951-960, 2008
- 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.
- VOLTOLINI, T.V. **Adequação protéica em rações com pastagem ou cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006. 123p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

### Capítulo 3

#### **Eficiência de utilização de concentrado na produção de leite em vacas da raça Gir linhagem leiteira sob confinamento ou pastejo**

**RESUMO** – Dois experimentos foram conduzidos com vacas da raça Gir Leiteiro em lactação com o objetivo de avaliar os efeitos da eficiência de utilização dos suplementos na produção de leite. O primeiro experimento foi conduzido com 20 vacas sob confinamento no período seco do ano, sendo distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos experimentais foram constituídos de quatro dietas contendo quatro níveis de concentrado (NC) com quatro níveis de proteína bruta (PB, base da MS da dieta): 11,7% de NC e 11,0% de PB; 23,3% de NC e 12,0% de PB; 35,2% de NC e 14,0% de PB; 46,8% e 16,0% de PB. Utilizou-se a silagem de sorgo como volumoso. No segundo experimento, 21 vacas foram avaliadas quanto ao efeito do nível crescente de concentrados, sendo os animais mantidos sob pastagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) no período das águas. Os tratamentos consistiram de três níveis de ração concentrada (2,0; 4,0 e 6,0 kg/vaca/dia) e dois níveis de proteína bruta na matéria seca total da dieta (12 e 15%), mais um tratamento testemunha em que as vacas só receberam mistura mineral, num esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$ . Sobre os dados de resposta animal a suplementação foi aplicada a técnica estatística denominada Lineweaver-Burk, onde é feita a análise de regressão linear da recíproca da resposta de produção de leite em função da recíproca do suprimento de nutrientes. A produção de leite máxima teórica foi de 12,94 e 12,77 kg de leite/vaca/dia e a quantidade de suplemento para atingir metade da produção máxima teórica de leite ( $K_s$ ) foi de 0,34 e 0,17 kg/vaca/dia, respectivamente, para os animais mantidos em confinamento e pastejo. A eficiência de utilização de concentrado é decrescente e para as condições avaliadas é menor para animais mantidos sob pastejo.

Palavras-chave: confinamento, eficiência, Lineweaver-Burk, pastagem, rendimento

## **Efficiency of concentrate utilization in milk production by Gyr cows selected for milk in feedlot or pasture**

**ABSTRACT** – Two experiments were performed with milking Gyr cows with the objective of evaluating the efficiency of utilization of supplements in milk production. The first experiment was carried out with 20 cows confined in feedlot in the dry season of the year, being distributed in casualized blocks design, with four treatments and five replicates. The experimental treatments were constituted of four diets containing four levels of concentrate (LC) and four levels of crude protein (CP, dietary dry matter basis): 11.7% LC and 11% CP; 23.2% LC and 12% CP; 35.2% LC and 14% CP; and 46.8% LC and 16% CP. Sorghum silage was used as forage. In the second experiment, 21 cows were evaluated with increasing levels of concentrate, being the animals maintained in pastures of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) in the rainy season. The treatments consisted of three levels of concentrate ration (2, 4, and 6 kg/cow/day) and two levels of crude protein in the total dietary dry matter (12 and 15%), plus an control treatment in which the cows only received mineral mixture, in an 3 x 2 + 1 factorial arrangement of treatments. In the data of animal response to supplementation it was applied the statistical technique called Lineweaver-Burk, by applying linear regression of the reciprocal of milk production as a function of reciprocal of nutrients supply. The theoretical maximum milk production was 12.94 and 12.77 kg of milk/cow/day and the amount of supplement to reach half of theoretical maximum milk production (Ks) was 0.34 and 0.17 kg/cow/day, respectively, for the animals maintained in feedlot and pasture. The efficiency of concentrate utilization decreases and for the evaluated conditions it is lowest for the pasture fed animals.

Key Words: efficiency, feedlot, Lineweaver-Burk, pasture, yield

## Introdução

A nutrição animal calcada em bases científicas vem ao longo dos anos utilizando informações na maioria das vezes geradas em países do hemisfério norte. Isto tem levado à alguns questionamentos, principalmente em relação a eficiência da utilização de ração concentrada para vacas de leite. Ao avaliar os sistemas nutricionais correntes, observam-se recomendações de suplementação com alimentos concentrados para vacas em lactação seguindo protocolos que visam suprir determinada demanda nutricional não atendida pela dieta basal, de acordo com o desempenho animal esperado (Mertens, 1987; Fox et al., 1992; NRC, 2001).

De forma racional, recomendações de suplementação deveriam ser dirigidas pela resposta animal, objetivando-se, portanto, a utilização econômica e ambiental mais eficiente dos nutrientes e não o atendimento de determinada demanda nutricional. Apesar de mais racional, a adoção desta abordagem na nutrição e produção de ruminantes ainda é incipiente, embora estudos sobre resposta produtiva de alimentos concentrados sejam vastos na literatura (Davison & Elliot, 1993; Sehested et al. 2003; Bargo et al.; 2003; Lana, 2004; Lana et al., 2005; Sairanen et al., 2006; Oliveira et al., 2007).

Para se aproveitar a melhor eficiência dos animais aliado ao menor custo de produção, as pastagens são excelente estratégias, e permitem produções moderadas de leite. Produções diárias de leite na estação das águas de 12 a 14 kg/vaca/dia sem concentrado em pastagem de capim elefante manejado em sistema rotativo e adubado foram observados por Deresz et al. (1994).

Devido às pastagens representarem a forma mais prática de alimentação dos bovinos, constituindo a base da pecuária no Brasil, sistemas de alimentação combinando pastagens e suplementos alimentares adicionais são requeridos para viabilizar o ajuste

nutricional necessário e reduzir a flutuação no desempenho ao longo do ano (Paulino et al. 2004). A decisão quanto à suplementação também deve estar diretamente associada com a renda econômica, pois uma das razões para a baixa adoção do uso de ração concentrada pelos produtores no Brasil pode ser a escassez de cálculos da eficiência do uso de suplemento (produção de leite por kg de concentrado) pode ser uma ferramenta que visa corrigir este tipo de deficiência (Lana, 2005).

Um dos mecanismos para se definir a eficiência da utilização de concentrados nos sistemas produtivos, é analisar como se comporta a resposta animal ao uso de suplementos, onde grandes respostas foram verificadas quando baixas quantidades de concentrados foram fornecidas. Uma das teorias para explicar este efeito seria a saturação cinética, em que respostas curvilíneas aos nutrientes (proteína, energia e minerais) observadas em animais e plantas seriam similares àquelas descritas por Michaelis & Menten (1913) para sistemas enzimáticos e por Monod (1949) para microrganismos quando a concentração de substrato é aumentada.

O modelo de Michaelis-Menten é o seguinte:  $k = (k_{max} * S)/(K_s + S)$ , onde  $k$  é a taxa específica de crescimento ou produção de leite,  $K_{max}$  é a taxa de crescimento ou produção de leite máximo teórica,  $S$  é a concentração de substrato e  $K_s$  é a quantidade de substrato necessária para atingir metade da taxa de crescimento ou produção de leite máxima teórica.

A transformação de dados de Lineweaver-Burk permite obter as constantes cinéticas do modelo de Michaelis-Menten,  $K_s$  e  $K_{max}$ . Em adição, a transformação de dados de Lineweaver-Burk permite calcular a quantidade de concentrado ou de um nutriente específico ( $x$ ) necessário para atingir outras porcentagens da resposta máxima teórica como, por exemplo, 60, 70, 80 e 90% (Lana et al., 2005).

Este procedimento pode ser uma alternativa para os métodos fatoriais na estimativa dos requerimentos nutricionais dos animais. Em vez de calcular a quantidade dos nutrientes dietéticos que os animais precisam para satisfazer suas necessidades de manutenção e um dado nível de produção, como todos sistemas sugerem (Biotechnology and Biological Sciences Research Council, 1998), será possível calcular os requerimentos nutricionais em função da eficiência de utilização de nutrientes. Estas informações são de grande importância econômica e ambiental, uma vez que a perda de nutrientes causa poluição ambiental, desperdício de recursos naturais não renováveis, e aumento do custo de produção.

Este trabalho teve como objetivo avaliar as respostas produtivas e eficiências em função do nível de concentrado ofertado a vacas da raça Gir linhagem leiteira em duas condições distintas, confinamento e pasto.

### **Material e Métodos**

Os ensaios com animais foram realizados na Fazenda Experimental Getúlio Vargas (FEGT), pertencente ao Centro Tecnológico do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (CTTP) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), fazenda esta localizada no município de Uberaba, na região do Triângulo Mineiro.

As análises laboratoriais, para determinação das entidades nutricionais (MS, MO, CT, NDT, PB, EE, CNF, FDA e FDN, etc) dos alimentos, das fezes e das sobras foram executadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais.

No primeiro experimento vinte vacas da raça Gir Leiteiro em lactação, com peso médio de 418 kg, condição de escore corporal de 5,0 numa escala de 0 a 9, produção de leite média de 14,5 kg e em média 62 dias de lactação (mínimo de 45 dias e máximo de

93 dias de lactação), foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições por tratamento, em função da produção de leite. O experimento foi conduzido durante três períodos experimentais de 21 dias cada, do dia cinco de agosto a sete de outubro de 2005, totalizando 63 dias, onde as condições climatológicas deste período se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados meteorológicos durante o período experimental, obtidos da estação meteorológica da Fazenda Experimental Getúlio Vargas (FEGT) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

	Temperatura média (°C)	Umidade relativa média (%)	Precipitação total (mm)
2005			
Agosto	25,1	52,8	38,6
Setembro	22,9	64,5	73,7
Outubro	20,5	59,7	144,2

Os tratamentos experimentais foram constituídos de quatro dietas contendo quatro níveis de concentrado (NC) com quatro níveis de proteína bruta (PB, base da MS da dieta): 11,7% de NC e 11,0% de PB; 23,3% de NC e 12,0% de PB; 35,2% de NC e 14,0% de PB; 46,8% e 16,0% de PB. Utilizou-se a silagem de sorgo como volumoso. As dietas foram ofertadas duas vezes ao dia, metade após a ordenha da manhã e outra metade após a ordenha da tarde, de forma completa, permitindo-se sobras de até 10,0% da matéria seca ofertada.

As vacas foram alojadas em baias individuais, com cochos individuais de madeira e bebedouros automáticos de concreto. As baias possuíam aproximadamente 10 m<sup>2</sup> de área sob chão de terra batida e, por serem desprovidas de cobertura, foram dotadas de sombrite para melhor conforto dos animais.

A proporção de ingredientes das dietas com base na matéria seca total é mostrada na Tabela 2, a proporção de ingredientes das rações concentradas é apresentada na Tabela 3.

Tabela 2 – Proporção de ingredientes das dietas experimentais, expresso na base da matéria seca (% da MS).

Item	Dietas experimentais (%NC : %PB) <sup>1</sup>			
	11,7 : 11	23,3 : 12	35,2 : 14	46,8 : 16
Silagem de sorgo	88,3	76,6	65,0	53,3
Milho	3,7	14,2	22,3	31,4
Farelo de soja	6,0	7,2	10,7	13,3
Uréia + sulfato de amônia	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal mineral	1,0	1,0	1,0	1,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Relação volumoso:concentrado	88,3:11,7	76,7:23,3	65,0:35,0	53,2:46,8

<sup>1</sup> NC = nível de concentrado (base da MS da dieta); PB = teor de proteína bruta na dieta (base da MS da dieta).

Tabela 3 – Proporção de ingredientes das rações concentradas das dietas experimentais, expresso em base de matéria seca (% da MS).

Item	Dietas experimentais (%NC : %PB) <sup>1</sup>			
	11,7 : 11	23,3 : 12	35,2 : 14	46,8 : 16
Milho	31,6	60,7	63,7	67,3
Farelo de soja	51,3	30,8	30,6	28,5
Uréia + sulfato de amônia	8,6	4,3	2,9	2,1
Sal mineral <sup>2</sup>	8,6	4,3	2,9	2,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Preço médio R\$/kg <sup>3</sup>	0,96	0,70	0,65	0,61

<sup>1</sup> NC = nível de concentrado (base da MS da dieta); PB = teor de proteína bruta na dieta (base da MS da dieta).

<sup>2</sup> Cálcio (15,6%); fósforo (5,1%); enxofre (2,0%); magnésio (3,3%); sódio (9,3%); potássio (2,82%); cobalto (0,003%); cobre (0,040%); cromo (0,001%); ferro (0,2%); iodo (0,004%); manganês (0,135%); selênio (0,002%); flúor (0,051%); zinco (0,170%); vitamina A (135.000,00 U.I); vitamina D3 (68.000,00 U.I.); vitamina E (450,00 U.I.). Solubilidade do fósforo de 95%.

<sup>3</sup> Preço por kg do milho a R\$ 0,36, do farelo de soja de R\$ 0,72, da uréia + sulfato de amônia de R\$ 1,80, do melaço de R\$ 1,04 e do sal mineral de R\$ 2,45.

No segundo experimento vinte e uma vacas da raça Gir linhagem leiteiro com 426 kg de peso corporal médio, produção média diária de 13,0 kg de leite e com média de 55 dias de lactação (mínimo de 40 e máximo de 70 dias) foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com sete tratamentos e três repetições em função da produção de leite num período total de 84 dias. Durante o período experimental os animais foram mantidos em manejo normal da fazenda, juntamente com outras 39 vacas, as quais foram submetidas a um esquema de pastejo rotacionado em capim elefante (*Pennisetum purpureum*), com um dia de ocupação e, em média, 28 dias de

descanso (dependente do desenvolvimento do dossel forrageiro). Determinou-se a disponibilidade de forragem, através do método quadrado, e amostragem do pasto (coleta total e pastejo simulado) no início, 28, 56 e 84 dias do experimento. Os piquetes possuíam em média 3.000 m<sup>2</sup> de área com uma produção média de matéria seca verde de forragem disponível de 6.840,9 kg/ha.

Os ensaios ocorreram entre os dias 30 de novembro de 2005 a 22 de dezembro de 2006, onde as condições climatológicas deste período se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 – Dados meteorológicos durante o período experimental, obtidos da estação meteorológica da Fazenda Experimental Getúlio Vargas (FEGT) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

	Temperatura média (°C)	Umidade relativa média (%)	Precipitação total (mm)
2005			
Novembro	23,9	72,2	217,6
Dezembro	23,3	76,8	297,5
2006			
Janeiro	24,5	69,5	245,3
Fevereiro	24,2	78,6	286,6

Os tratamentos consistiram de três níveis de ração concentrada (2,0; 4,0 e 6,0 kg/vaca/dia na matéria natural) e dois níveis de proteína bruta na matéria seca total da dieta (14 e 16%) e mais um tratamento testemunha em que as vacas só receberam mistura mineral, num esquema fatorial 3 x 2 + 1. A proporção de ingredientes dos concentrados encontra-se na Tabela 5. O concentrado foi fornecido em duas refeições diárias, após cada ordenha. A suplementação mineral foi feita em cocho separado à vontade.

A avaliação da produção de leite foi efetuada no início, no meio e no final do período experimental através do controle leiteiro oficial da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), onde o bezerro é colocado junto a vaca somente para estimular a descida do leite sem que este venha a mamar e o leite de todos os quartos é retirado mecanicamente na ordenha da manhã e na ordenha da tarde.

A produção de leite corrigida (PLC) para 3,5% de gordura, foi calculada segundo Sklan et al. (1992), pela seguinte fórmula:

$$PLC = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura do leite}) \times \text{produção de leite em kg/dia.}$$

Tabela 5 - Composição percentual dos ingredientes das rações concentradas com base na matéria seca (% da MS)

Item	Mistura mineral	Concentrado					
		2 kg/dia		4 kg/dia		6 kg/dia	
		14% PB	16% PB	14% PB	16% PB	14% PB	16% PB
Milho		63,66	12,93	83,61	58,22	89,71	72,85
Farelo de soja		29,34	80,11	12,92	38,31	7,99	24,84
Uréia		3,63	3,62	1,80	1,80	1,20	1,20
Sulfato de amônia		0,48	0,47	0,24	0,24	0,16	0,16
Melaço		2,89	2,88	1,43	1,43	0,95	0,95
Sal mineral <sup>1</sup>	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Preço R\$/kg <sup>3</sup>	2,45	0,62	0,82	0,50	0,61	0,47	0,54
Preço médio R\$/kg <sup>4</sup>		0,72		0,55		0,51	

<sup>1</sup> Cálcio (15,6%); fósforo (5,1%); enxofre (2,0%); magnésio (3,3%); sódio (9,3%); potássio (2,82%); cobalto (0,003%); cobre (0,040%); cromo (0,001%); ferro (0,2%); iodo (0,004%); manganês (0,135%); selênio (0,002%); flúor (0,051%); zinco (0,170%); vitamina A (135.000,00 U.I.); vitamina D3 (68.000,00 U.I.); vitamina E (450,00 U.I.). Solubilidade do fósforo de 95%.

<sup>3</sup> Preço por kg do milho a R\$ 0,36, do farelo de soja de R\$ 0,72, da uréia + sulfato de amônia de R\$ 1,80, do melaço de R\$ 1,04 e do sal mineral de R\$ 2,45.

<sup>4</sup> Preço médio por kg para os níveis de concentrado (2, 4 e 6 kg)

As estimativas do consumo de matéria seca foram feitas diariamente através de pesagens da quantidade de alimentos fornecidos e das sobras de cada animal, sendo sob forma de dieta completa no experimento em confinamento e apenas sob a matéria seca do concentrado no experimento no período das águas.

Sobre os dados de resposta animal a suplementação foi aplicada a técnica estatística denominada Lineweaver-Burk (Lineweaver & Burk, 1934), onde é feita a análise de regressão linear da recíproca da resposta de produção de leite em função da recíproca do suprimento de nutrientes (Lana et al., 2005). Este modelo é descrito como se segue:

$$1/Y = a + b * (1/X)$$

Onde:

Y = resposta animal (produção de leite),

a = intercepto;

b = coeficiente de regressão linear, e

X = quantidade de nutriente suplementar (kg de suplemento/animal/dia).

As máximas respostas teóricas para produção de leite (Y) podem ser obtidas pela recíproca do intercepto ( $K_{max} = 1/a$ ). A quantidade de suplemento (X) para se obter metade da resposta máxima teórica pode ser obtida dividindo-se o coeficiente da regressão linear pelo intercepto ( $K_s = b/a$ ). A quantidade de nutriente suplementar para se obter uma desejada resposta teórica pode ser obtida a partir do modelo apresentado acima, substituindo-se os valores na equação conforme Lana et al. (2005).

## **Resultados e Discussão**

A média de produção diária de leite por tratamento no experimento 1 apresentou resposta curvilínea com o aumento do consumo diário de concentrado (Figura 1A). A equação linear da recíproca da produção de leite em função da recíproca do consumo de concentrado (Figura 1B) foi usada para explicar os dados, sendo uma das alternativas para se calcular a eficiência de utilização de concentrado, que diminuiu em função do aumento do consumo de concentrado (Figura 1C).

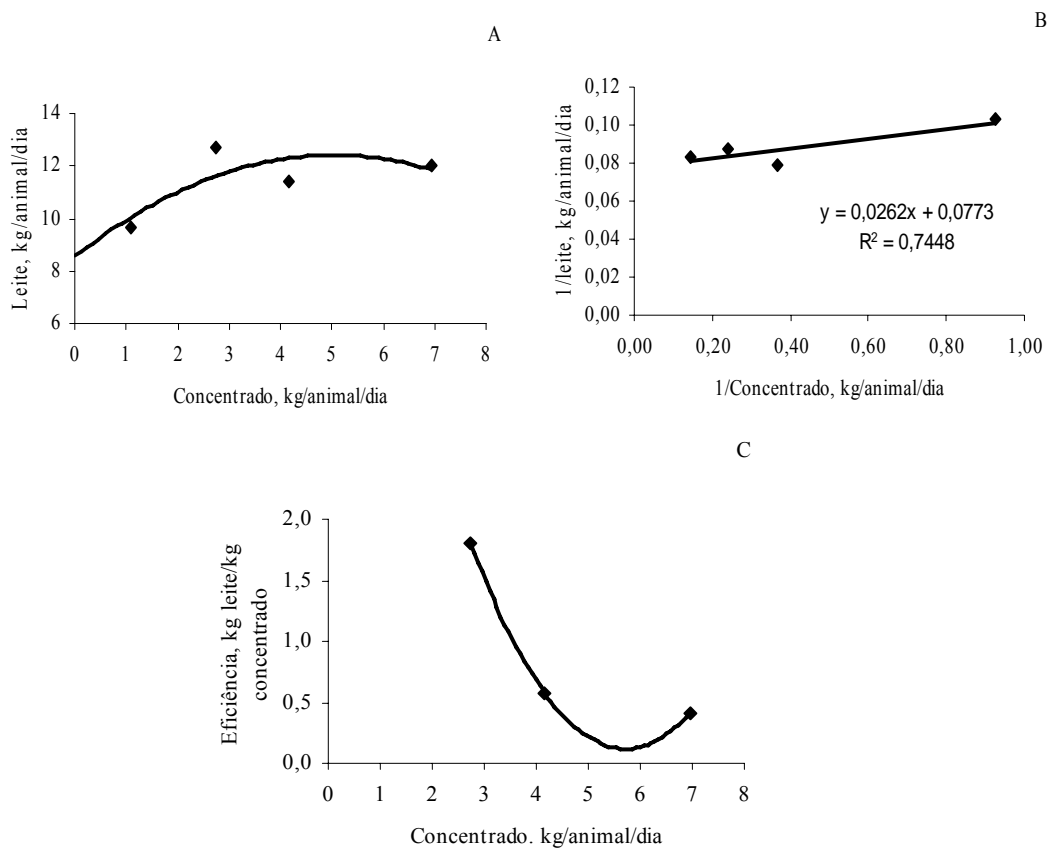


Figura 1. Produção de leite em função do consumo de concentrado (A), recíproca da produção de leite em função da recíproca do consumo de concentrado (B) e eficiência de utilização de concentrado (C) em quilogramas de leite por kg de concentrado quando comparado com o menor nível de concentrado, por vacas Gir em confinamento (experimento 1).

A equação linear da recíproca da produção de leite em função da recíproca do consumo de concentrado é conhecida como equação de Lineweaver-Burk:  $1/Y = a + b * (1/X)$ . A equação para os dados apresentados na Figura 1A foi  $y = 0,0773 + 0,0262x$  (Figura 1B). Baseando-se na quantidade de suplemento ofertado aos animais sob confinamento no experimento 1 a produção de leite máxima teórica foi de 12,94 kg de leite/vaca/dia ( $K_{max} = 1/a = 1/0,0262$ ) e a quantidade de suplemento para atingir metade da produção máxima teórica de leite ( $K_s$ ) foi de 0,34 kg/vaca/dia, obtida pela razão entre o coeficiente da regressão linear e o intercepto ( $b/a = 0,0262/0,0773$ ).

Segundo Lana et al. (2005) outras respostas teóricas podem ser obtidas resolvendo-se a equação apresentada na Figura 1B, onde  $1/((1/0,0773) \times \text{porcentagem da resposta} \times 0,01) = (0,0262 \times 1/\text{Suplemento}) + 0,0773$ , assim, a quantidade de suplemento para atender 60; 70; 80; 90 e 95% da resposta máxima teórica em produção de leite seriam 0,51; 0,79; 1,36; 3,05 e 6,44 kg/vaca/dia, respectivamente. Estes dados nos permitem visualizar o quanto o fornecimento de concentrado é mais bem aproveitado nos níveis iniciais, pois à medida que se aumenta a quantidade de ração a eficiência de produção de leite decresce a cada unidade de concentrado utilizado (Figura 1C).

Decréscimo na resposta na produção de leite pelo aumento no suprimento de ração concentrada e progressivo decréscimo na renda líquida para níveis de suplementação acima de 2,5 kg de concentrado/vaca/dia tem sido observado para animais mantidos em condições de clima tropical e temperado (Gomide, 1998; Bargo et al., 2003). A lucratividade na suplementação animal depende da relação favorável de preço do leite em relação ao custo do concentrado e das eficiências de seu uso, expressos em acréscimo na produção de leite por kg de suplemento concentrado (Lana, 2007).

Através dos cálculos de eficiência é possível analisar o ponto em que a produção adicional paga os custos com a suplementação. Considerando os custos dos suplementos de R\$ 0,96; 0,70; 0,65 e 0,61/kg (Tabela 3) para as dietas com 11,7% de NC e 11,0% de PB; 23,3% de NC e 12,0% de PB; 35,2% de NC e 14,0% de PB; 46,8% e 16,0% de PB, respectivamente e a receita de um litro de leite de R\$ 0,65 será necessário 1,48; 1,09; 1,0 e 0,94 kg de leite para pagar os suplementos utilizados em cada dieta, respectivamente. Dessa forma, eficiências piores que estas acarretam um déficit, não sendo vantajoso diretamente do ponto de vista econômico. Estas eficiências podem ser

observadas em fornecimento de 3,0; 3,4; 3,5 e 3,7 kg de suplemento/vaca/dia (Figura 2), respectivamente para as dietas com 11,7% de NC e 11,0% de PB; 23,3% de NC e 12,0% de PB; 35,2% de NC e 14,0% de PB; 46,8% e 16,0% de PB, ou seja, o fornecimento de concentrado acima de destes níveis tornam-se economicamente inviáveis para as condições avaliadas.

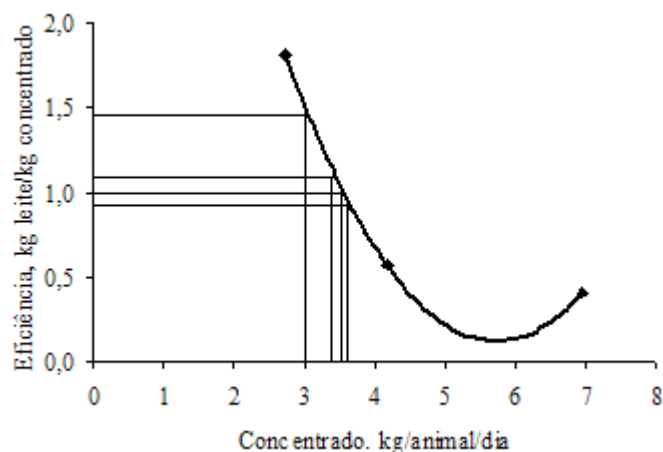


Figura 2. Eficiência de utilização de concentrado por vacas Gir em confinamento.

De maneira similar aos dados apresentados para o experimento 1, onde se avaliaram níveis crescentes de proteína bruta e NDT em dietas de vacas Gir Leiteiro em confinamento, a média de produção diária de leite no experimento 2 por vacas Gir leiteiro mantidas sob pastagens de capim elefante apresentou resposta curvilínea com o aumento do consumo diário de concentrado (Figura 3A). A equação linear da recíproca da produção de leite em função da recíproca do consumo de concentrado (Figura 3B) foi usada para explicar os dados da Figura 3A e para calcular a eficiência de utilização de concentrado, que diminuiu em função do aumento do consumo do mesmo (Figura 3C).

A produção de leite em função do consumo de concentrado foi curvilínea quando o tratamento controle foi utilizado na comparação (Figura 3A). A produção máxima teórica de leite ( $K_{max}$ ), obtida pela recíproca do intercepto ( $1/a$ , Figura 3B) foi de 12,77 kg/vaca/dia e a quantidade de concentrado para atingir metade da produção

máxima teórica de leite ( $K_s$ ), obtida pela razão entre o coeficiente de regressão linear e o intercepto ( $b/a$ , Figura 3B) foi de 0,17 kg/animal/dia. Ao avaliar a quantidade de suplemento para atingir 80% da produção de leite máxima teórica encontra-se um valor de 0,69 kg/animal/dia, representando 20% da quantidade de ração para atingir 95% da produção máxima teórica. Estes números nos mostram que realmente os incrementos iniciais na suplementação são os que mais trazem repostas satisfatórias.

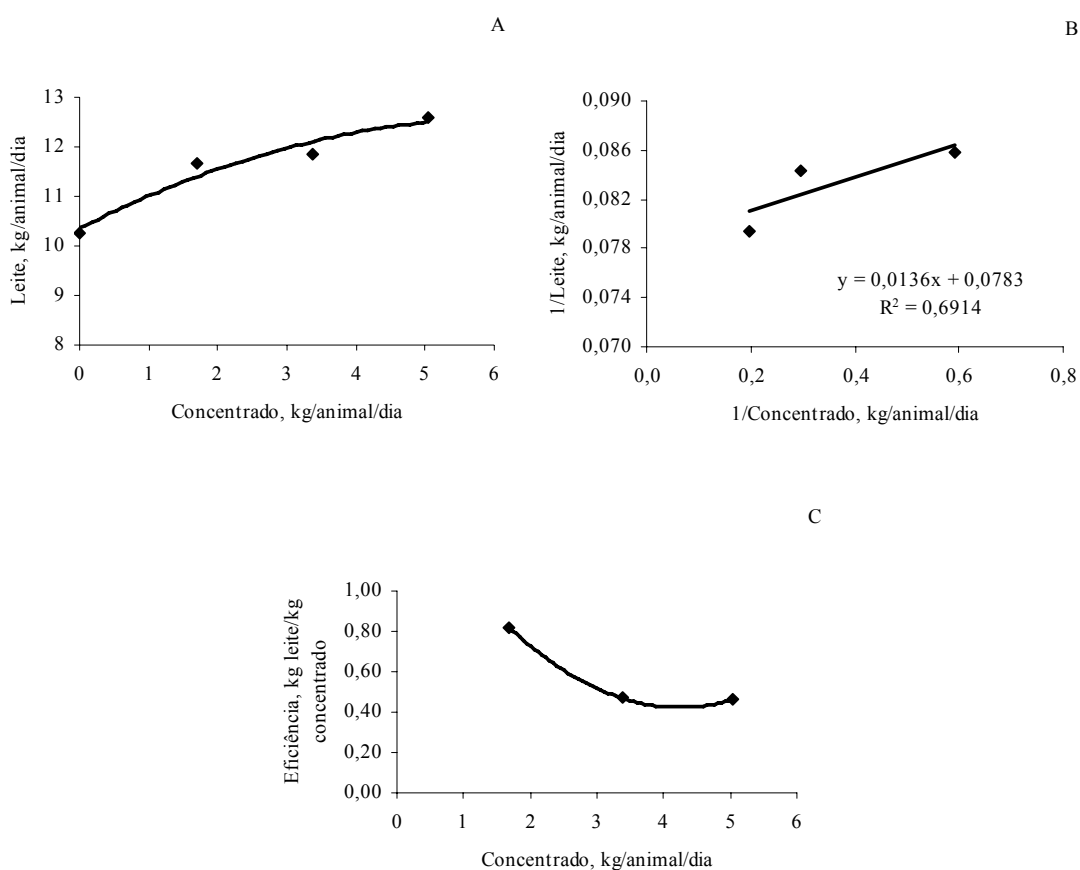


Figura 3. Produção de leite em função do consumo de concentrado (A), recíproca da produção de leite em função da recíproca do consumo de concentrado (B) e eficiência de utilização de concentrado (C) em quilogramas de leite por kg de concentrado quando comparado com o tratamento controle, por vacas Gir em pastagens de capim elefante (experimento 2).

Seguindo a tendência aqui observada, Peyraud (2001) e Branco et al. (2001) afirmaram que a resposta na produção de leite à suplementação tende a diminuir com o aumento na quantidade de concentrado fornecido, mas esta redução parece ser moderada até seis kg de concentrado/animal/dia. Em alguns casos, entretanto, a eficiência marginal diminui após quatro quilogramas de concentrado, sendo esta situação principalmente como resposta às condições do dossel forrageiro e/ou com vacas de média produção (Baroni et al., 2007).

Oliveira et al. (2007), ao trabalhar com o conceito de análise marginal para estimar o nível ótimo de suplementação com alimentos concentrados para vacas de leite em pastagens, utilizando banco de dados de 31 trabalhos sobre a avaliação da produção de leite de vacas em sistemas de pastos tropicais, encontraram produção média de 10,5 kg/vaca/dia em dietas exclusivas com pastos tropicais, e resposta curvilínea ( $P < 0,05$ ) da produção de leite em função do consumo de suprimento, estando os dados de acordo com o presente trabalho.

A relação da resposta produtiva com consumo de suplementos segue o mesmo comportamento curvilíneo dos sistemas enzimáticos ao fornecimento de substratos. Considerando as enzimas unidades fundamentais do metabolismo celular, infere-se que com o aumento do fornecimento de nutrientes, há decréscimo na resposta até atingir o platô (Oliveira et al., 2007). A resposta, portanto, constitui característica biológica e está presente de forma generalizada nos sistemas microbiológicos e macrobiológicos vegetal e animal (Lana et al., 2005). Assim, o metabolismo observado nas enzimas explica muitas respostas biológicas encontradas no campo, podendo ser utilizado para determinar o nível ótimo de concentrado, através da avaliação de eficiência, tanto em termos nutricionais como em termos econômicos.

Ao avaliar o resultado financeiro da produção de leite em função do custo do concentrado pode-se utilizar a eficiência de utilização de concentrado (Figura 4). Considerando o custo médio dos suplementos de R\$ 0,72; 0,56 e 0,51/kg (Tabela 5) para os níveis de concentrado avaliados (2, 4 e 6 kg, respectivamente) e a receita de um litro de leite de R\$ 0,65 seriam necessários 1,11; 0,86 e 0,78 kg de leite para pagar os suplementos dos três níveis avaliados. Isso significa que eficiências piores que 1,11; 0,86 e 0,78 kg de leite/kg de consumo de suplementos acarretam um déficit, ou seja, não apresentariam vantagens diretamente do ponto de vista econômico ao avaliar apenas a produção de leite. Esta eficiência pode ser observada em fornecimento menor que 2,0 kg de concentrado/vaca/dia (Figura 4), ou seja, o fornecimento de concentrado acima de 2,0 kg torna-se economicamente inviável para as condições avaliadas.

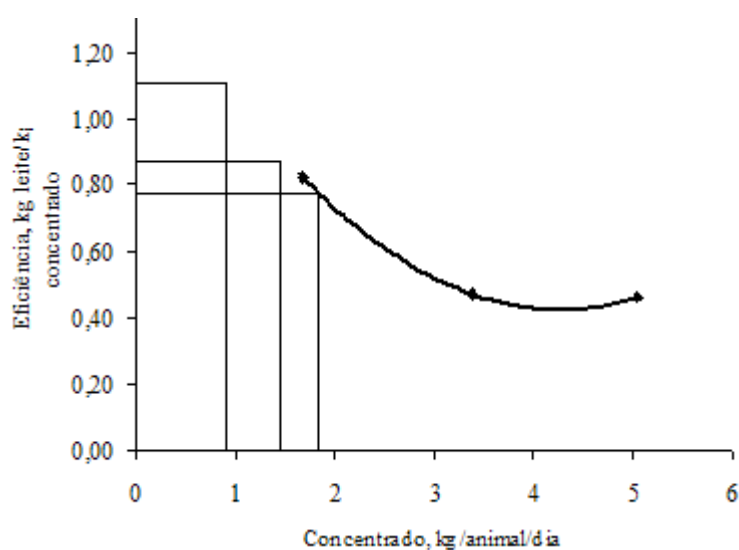


Figura 4. Eficiência de utilização de concentrado por vacas Gir em pastagens de capim elefante.

Comparando os resultados dos dois experimentos, confinamento e pastagem, observa-se que a eficiência de utilização de concentrado em média é numericamente inferior no sistema a pasto. Por isso a recomendação do fornecimento de ração é menor para animais de média produção mantidos nestas condições. Neste sentido, Gomide (1993) em trabalho de revisão sobre produção de leite em regime de pasto, concluiu que

em virtude da baixa resposta produtiva da suplementação do pasto, a suplementação justifica-se economicamente somente a partir de valores de relação preço do leite/preço do concentrado igual a dois ou três.

Entender os fatores de produção, bem como todos os fatores que envolvem a produção, é importância na pecuária moderna e profissional. Por isso, o cálculo da eficiência de utilização do concentrado é importante e uma ferramenta auxiliar, onde os fatores de condição corporal e produção também devem ser avaliados. Segundo Soares et al. (1998) o avanço das técnicas de alimentação e manejo, aliado a pecuária moderna, tem levado os criadores a buscarem a racionalização da criação de animais, empregando métodos eficientes e econômicos que reflitam em maior oferta de leite e menor custo para o mercado.

### **Conclusões**

O incremento de ração concentrada para vacas da raça Gir Leiteiro seguiu comportamento curvilíneo, o que se assemelha aos modelos enzimáticos e microbianos. A eficiência produtiva em função do aumento de ração concentrada é decrescente, sendo que a utilização de concentrado para a produção de leite parece ser menos eficiente em animais mantidos sob pastagens.

### **Literatura Citada**

- 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.
- BARONI, C.E.S.; LANA, R.P.; FERNANDES, H.J. Respostas biológicas (crescimento de bovinos e produção de leite) ao nível variável de nutrientes. In: LANA, R.P. **Respostas biológicas aos nutrientes**. Viçosa, MG: Editora CPD, 2007. p.129-153.
- BIOTECHNOLOGY AND BIOLOGICAL SCIENCES RESEARCH COUICIL. **Responses in the yield of milk constituents to the intake of nutrients by dairy cows**. Wallingford, UK:CAB International, 1998. 96p.

- BRANCO, A.F.; CECATO, U.; MOURO, G.F. **Avaliação técnico-econômica da suplementação de vacas leiteiras em pastagem.** [on-line] Maringá – PR NUPEL, 2001. Disponível em World Wide Web:<http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/suplementação-08-03.pdf>.
- DAVISON, T.M.; ELLIOTT, R.R. Response of lactating cows to grain-based concentrates in northern Australia. **Tropical Grasslands**, v.27, p.229-237, 1993.
- DERESZ, F. Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.197-204, 2001.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3578-3596, 1992.
- GOMIDE, J.A. Produção de leite em regime de pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.591-613, 1993.
- GOMIDE, J.A. Fatores da produção de leite a pasto. In: PEREIRA, A.L.; FARIAS, D.E.; MACEDO, F.V.F. et al. (Ed.) **Anais do Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia**. Viçosa: Suprema Gráfica, 1998. p.1-32.
- 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).
- LANA, R.P. Efficiency of use of concentrate ration on weight gain and milk production by cattle under tropical and intensive condition in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.82, Supl.1, p.222, 2004.
- 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. **Respostas biológicas aos nutrientes.** Viçosa, MG: Editora CPD, 2007. 177p.
- LINEWEAVER, H.; BURK, D. The determination of enzyme dissociation constants. **Journal of the American Chemical Society**, v.56, n.1, p.658-666, 1934.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.
- MICHAELIS, L.; MENTEN, M.L. Kinetics of invertase action. **Biochemistry Journal**, v.49, p.333-369, 1913.
- MONOD, J. The growth of bacterial cultures. **Annual Review of Microbiology**, v.3, p.371-394, 1949.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**, 6.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1989. 158p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**, 7.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; LANA, R.P. Uso do conceito de análise marginal para estimar o nível ótimo de suplementação com alimentos concentrados para vacas de leite em pastagens. In: LANA, R.P. **Respostas biológicas aos nutrientes.** Viçosa, MG: Editora CPD, 2007. p.155-177.

- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação do bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: **Simpósio de produção de gado de corte**, 4 ed. Viçosa, MG:UFV, 2004, p.93-144.
- PEYRAUD, J.L. **Complementary supplementation of grazing dairy cows**. [on-line] 2001. Disponível em World Wide Web:[http://www.rhhall.ie/print/Issue2\\_2001.html](http://www.rhhall.ie/print/Issue2_2001.html).
- RUSSELL, J.B. Factors influencing competition and composition of the ruminal bacterial flora. In; GILCHRIST, F.M.C.; MACKIE, R.I. (Eds.) **The herbivore nutrition in the subtropics and tropics**. Craighall, South Africa: Science Press, 1984. p.313-345.
- SAIRANEN,; KHALILI, H.; VIRKAJARVI, P. Concentrate supplementation responses of the pasture-fed dairy cow. **Livestock Science**, v.104, n.3, p.292-302, 2006.
- SEHESTED, J.; KRISTENSEN, T.; SØEGAARD, K. Effect of concentrate supplementation level on production, health and efficiency in an organic dairy herd. **Livestock Production Science**, v.80, n.1-2, p.153-165, 2003.
- SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.
- SOARES, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; PEREIRA, O.G. et al. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagens de capim elefante sob duas doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, Nutrição de ruminantes, p.377-379, 1998. CD-ROM.

## Conclusões Gerais

Para vacas da raça Gir linhagem leiteira, mantidas em confinamento com silagem de sorgo durante o período seco do ano, dietas com níveis de concentrado e de proteína bruta de 23,3 e 12% até 46,8 e 16%, respectivamente, proporcionaram mesma produção de leite, dessa forma para este tipo de animais mantidos sob as mesmas condições avaliadas usar 23,3 % de concentrado e dietas com 12,0 % de proteína bruta proporciona melhor resposta produtiva.

E vacas Gir linhagem leiteira mantidas em pastagem de capim elefante durante o período das águas e recebendo 2 kg/dia de suplemento concentrado e dietas com 14% de PB produziram mesma quantidade de leite que vacas Gir recebendo 6,0 kg/dia de suplemento concentrado e dietas com 16% de PB. Assim, a utilização de 2 kg de concentrado/vaca/dia e dietas com 14% de PB proporciona uma melhor resposta produtiva para animais mantidos em pastagem de capim elefante durante o período das águas.

O incremento de ração concentrada para vacas da raça Gir Leiteiro seguiu comportamento curvilíneo, o que se assemelha aos modelos enzimáticos e microbianos. A eficiência produtiva em função do aumento de ração concentrada é decrescente, sendo que a utilização de concentrado para a produção de leite parece ser menos eficiente em animais mantidos sob pastagens.