

EDUARDO HENRIQUE BEVITORI KLING DE MORAES

**DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS DE ENERGIA, PROTEÍNA E MINERAIS
DE BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO, SUBMETIDOS A DIFERENTES
ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO**

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
2006

EDUARDO HENRIQUE BEVITORI KLING DE MORAES

**DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS DE ENERGIA, PROTEÍNA E MINERAIS
DE BOVINOS DE CORTE EM PASTEJO, SUBMETIDOS A DIFERENTES
ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO**

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: 31 de outubro de 2006

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Co-Orientador)

Prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares
(Co-Orientadora)

Prof. Edenio Detmann

Prof. Joanis Tilemahos Zervoudakis

Prof. Mário Fonseca Paulino
(Orientador)

"Se você rouba idéias de um autor, é plágio. Se você rouba de muitos autores, é pesquisa"

Wilson Mizner

A Deus por iluminar sempre meu caminho e estar sempre por perto me abençoando
Aos meus pais George Henrique e Marilene pelo carinho, apoio, e torcida. Sem
vocês nada disso seria possível.

Aos meus Irmãos George Frederico, Gustavo Adolfo e Marcos Felipe, pela amizade
e preocupação, vocês fazem parte desta conquista.

Ao Tio Laede, Tia Marcília, Titia Rosa e Vovó Luzia, por terem sempre torcido e
acreditado no meu potencial.

À minha querida e eterna esposa Kamila, pelo companheirismo, pela ajuda, pela
preocupação e, principalmente, pela incalculável paciência que foram imprescindíveis para
a concretização deste trabalho. Te amo!

À minha querida filha Isabela, uma bênção de Deus, que com seu sorriso puro e
verdadeiro sempre me fortaleceu e incentivou. Te amo!

A todos vocês dedico esta conquista

*Nossa vida é preenchida com pessoas muito importantes, pessoas mais ou menos importantes e por pessoas insignificantes. Meus queridos Avós **Wilfrido** e **Yvonne** e meu **Tio Paulo** pertenciam ao grupo das muito importantes. Infelizmente partiram, mas deixaram comigo o privilégio da saudade. Sinto muita falta e saudade de vocês! Ao recordar dos inestimáveis momentos que tivemos quando juntos, só posso ter belas lembranças que, somadas com seus ensinamentos, nunca serão apagados pelo tempo.*

Obrigado por tudo.

AGRADECIMENTOS

À UFV e ao DZO, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Mário Fonseca Paulino pela orientação, ensinamentos, confiança e amizade.

Ao Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho pelo grande auxílio, pelas valiosas sugestões, pelo aconselhamento e pela amizade.

À Prof^ª. Rilene Ferreira Diniz Valadares pelas valiosas críticas, sugestões, ensinamentos e agradável convivência

Ao Prof. e Acima de tudo Amigo Joanis Tilemahos Zervoudakis por sempre me incentivar e ajudar desde os tempos de mestrado, pela sugestões e pelo exemplo de determinação, simplicidade e de alegria.

Ao Prof. Edenio Detmann pelo auxílio com a estatística e sugestões importantes para a conclusão deste trabalho.

Aos grandes Amigos Dalton Henrique, Darcilene, Fernando Leonel, Marlos, Maykel, Pedro Veiga, Karla “Magajanes”, Tiago Sabela pelo auxílio para a realização deste trabalho e, principalmente, pelo companheirismo e convívio de longa data, que serão sempre mantidos, alimentados e lembrados.

Aos funcionários do Laboratório de Animais Zé Geraldo e Marcelo pela ajuda nos abates e Joélcio pelas coletas de omaso, pela forte amizade construída e por me suportaram durante longos 10 anos.

Aos funcionários da setor de Bovinocultura de Corte do DZO, Belmiro e Norival pela colaboração.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Vera, Fernando, Wellington, Valdir e Monteiro que foram prestativos em colaborar com as análises laboratoriais.

Aos bolsistas e Amigos Isis, João Paulo (Toquinho), Lívia, Marcos Gonçalves, Rodrigo e Víctor, pela amizade construída e pelo fundamental suporte dado a este trabalho até sua conclusão. Sem vocês muito não teria se realizado. Valeu galera!

À Karina Zorzi, pela amizade, bom humor cativante e, principalmente, pela fundamental ajuda com as cansativas e enjoadas análises de urina e sangue. Obrigado!

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta tese.
OBRIGADO!

BIOGRAFIA

EDUARDO HENRIQUE BEVITORI KLING DE MORAES, filho de George Henrique Kling de Moraes e Marilene Bevitori Kling de Moraes, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, no dia 11 de agosto de 1975.

Em março de 2001, concluiu o Curso de Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2001, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, desenvolvendo estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 24 de fevereiro de 2003.

Em março de 2003, iniciou seu doutoramento em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de Tese em 31 de outubro de 2006.

ÍNDICE

| | Página |
|---|---------------|
| RESUMO..... | viii |
| ABSTRACT..... | xii |
| INTRODUÇÃO..... | 1 |
| LITERATURA CITADA..... | 4 |
| | |
| Efeito da Estratégia de Suplementação Sobre o Desempenho e Características Nutricionais de Bovinos em Pastejo no Período da Seca..... | 6 |
| Resumo..... | 6 |
| Abstract..... | 7 |
| Introdução..... | 8 |
| Material e Métodos..... | 9 |
| Resultados e Discussão..... | 14 |
| Conclusões..... | 26 |
| Literatura Citada..... | 27 |
| | |
| Efeito da Estratégia de Suplementação Sobre o Desempenho Produtivo de Bovinos de Corte em Pastejo Durante o Período das Águas..... | 31 |
| Resumo..... | 31 |
| Abstract..... | 32 |
| Introdução..... | 33 |
| Material e Métodos..... | 34 |
| Resultados e Discussão..... | 36 |
| Conclusões..... | 41 |
| Literatura Citada..... | 41 |
| | |
| Efeito da Estratégia de Suplementação Sobre o Desempenho e Características Nutricionais de Bovinos de Corte em Pastejo Durante o Período de Transição Águas/Seca..... | 45 |
| Resumo..... | 45 |
| Abstract..... | 47 |
| Introdução..... | 48 |
| Material e Métodos..... | 49 |
| Resultados e Discussão..... | 54 |
| Conclusões..... | 68 |
| Literatura Citada..... | 68 |
| | |
| Exigências Nutricionais de Bovinos de Corte em Pastejo: Energia..... | 73 |
| Resumo..... | 73 |
| Abstract..... | 74 |
| Introdução..... | 75 |
| Material e Métodos..... | 77 |
| Resultados e Discussão..... | 83 |
| Conclusões..... | 91 |
| Literatura Citada..... | 91 |
| | |
| Exigências Nutricionais de Bovinos de Corte em Pastejo: Proteína..... | 95 |
| Resumo..... | 95 |
| Abstract..... | 96 |

| | |
|---|-----|
| Introdução..... | 97 |
| Material e Métodos..... | 98 |
| Resultados e Discussão..... | 103 |
| Conclusões..... | 111 |
| Literatura Citada..... | 111 |
| | |
| Exigências Nutricionais de Bovinos de Corte em Pastejo: Minerais..... | 115 |
| Resumo..... | 115 |
| Abstract..... | 116 |
| Introdução..... | 117 |
| Material e Métodos..... | 118 |
| Resultados e Discussão..... | 123 |
| Conclusões..... | 129 |
| Literatura Citada..... | 129 |
| | |
| CONCLUSÕES GERAIS..... | 132 |
| APÊNDICE..... | 133 |

RESUMO

MORAES, Eduardo Henrique Bevitori Kling de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, Outubro de 2006. **Desempenho e exigências de energia, proteína e minerais de bovinos de corte em pastejo, submetidos a diferentes estratégias de suplementação.** Orientador: Mário Fonseca Paulino. Co-Orientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Rilene Ferreira Diniz Valadares.

Esta tese foi elaborada a partir de quatro experimentos que objetivaram avaliar os efeitos de diferentes estratégias de suplementação sobre o desempenho produtivo e as características nutricionais de bovinos de corte suplementados durante os períodos da seca, águas e transição águas/seca em pastagens de *Brachiaria decumbens*; e estimar a composição corporal e as exigências de energia, proteína e macrominerais de bovinos de corte sob pastejo durante o período das águas e transição águas/seca. No Experimento 1 (Período da seca), foram utilizados 25 bezerros anelados não-castrados com idade e pesos médios iniciais, respectivamente, de 7,5 meses e 194,5 kg para avaliar o desempenho, e cinco novilhos mestiços Zebu x Holandês não-castrados, com peso médio inicial de 290 kg, fistulados no esôfago e rúmen para avaliação das características nutricionais. As estratégias de suplementação estudadas foram: suplemento de autocontrole de consumo (AC) e suplementação infrequente ofertados em quantidades equivalentes a 1,0 kg/dia. As frequências estudadas foram: três vezes/semana (segunda, quarta e sexta - 3X), cinco vezes/semana (segunda a sexta - 5X), seis vezes/semana (segunda a sábado - 6X) e diariamente (7X). Não houve efeito ($P>0,10$) dos tratamentos sobre os consumos expressos em kg/dia ou % PV. Observou-se efeito significativo da estratégia de suplementação ($P<0,10$) para a digestibilidade aparente total da MS e ruminal da PB, sendo maiores nos animais que consumiram o suplemento tipo AC. As concentrações de N na urina e no soro sanguíneo foram afetadas ($P<0,10$) pelas estratégias estudadas e foram maiores nos animais que consumiram suplemento AC. No Experimento 2 (Período das águas) para avaliar o desempenho produtivo, foram utilizados 25 novilhos anelados não-castrados com idade e pesos médios iniciais, respectivamente, de 10,5 meses e 222,4 kg. As estratégias de suplementação estudadas foram: suplementação mineral (SM) e suplementação protéica de autocontrole de consumo (AC) e suplementação infrequente (0,500 g/dia). As frequências estudadas foram: três vezes/semana (Segunda, Quarta e Sexta - 3X), cinco vezes por semana (Segunda a Sexta 5X) e diariamente (7X). O consumo diário de matéria seca (MS) de suplemento dos animais que receberam suplemento do tipo AC foi

de 0,523 g, próximo ao consumo de 0,500 g preconizado durante a formulação do suplemento. Foram verificados menores ganho médios diários (GMD) e PV final para os animais que receberam apenas suplementação mineral ($P < 0,10$) quando comparados às estratégias de suplementação protéica que não diferiram entre si ($P > 0,10$). O GMD foi de 726,0; 891,0; 895,0; 885,0 e 892,0 g, respectivamente, para as estratégias SM, AC, 3X, 5X e 7X. No Experimento 3 (Período de transição águas/seca), para avaliar o desempenho produtivo foram utilizados 20 novilhos anelados não-castrados com idade e pesos médios iniciais, respectivamente, de 14 meses e 311,0 kg. Para avaliar as características nutricionais, foram utilizados quatro novilhos mestiços Holandês-Zebu, não-castrados, com peso médio inicial de 367 kg, fistulados no esôfago e rúmen. As estratégias de suplementação estudadas foram: suplementação mineral (SM) e suplementação protéica de autocontrole de consumo (AC) e infreqüente (0,550g/animal). As freqüências estudadas foram: três vezes/semana (segunda, quarta e sexta - 3X) e diariamente (7X). O consumo diário de matéria seca (MS) de suplemento dos animais que receberam suplemento do tipo AC de consumo, foi de 0,598 g, próximo ao consumo de 0,550 g preconizado durante a formulação do suplemento. Foi verificado menor ganho médio diário (GMD) e PV final para os animais que receberam apenas suplementação mineral ($P < 0,10$), quando comparados às estratégias de suplementação protéica que não diferiram entre si ($P > 0,10$). O GMD foi de 661,40; 812,7; 811,5 e 819,2 g, respectivamente, para as estratégias SM, AC, 3X e 7X. Independente da estratégia, a suplementação protéica propiciou aumento no consumo de nutrientes e de pasto ($P < 0,10$) tanto quando expresso em kg/dia quanto em % do peso vivo, quando comparados com a SM. O consumo médio de MS de pasto (MSP) dos animais da SM foi de 7,88 kg/dia enquanto que, nos que receberam suplementação protéica foi em média 8,17 kg/dia. Com exceção do consumo de proteína bruta (PB) ($P < 0,10$) não foram observadas diferenças quanto ao consumo de nutrientes e de pasto ($P > 0,10$) entre a suplementação tipo AC e a infreqüente. Quanto à digestibilidade, foram observados efeitos positivos ($P < 0,10$) da suplementação protéica para a digestibilidade aparente total da PB, da fibra em detergente neutro e dos carboidratos não fibrosos e intestinal da PB. Não foram observados efeitos significativos entre a suplementação tipo AC e infreqüente, assim como para as freqüências estudadas ($P > 0,10$) sobre as digestibilidades aparente total, ruminal e intestinal dos nutrientes. Não houve efeito ($P > 0,10$) tanto da estratégia de suplementação quanto da infreqüência de suplementação sobre a concentração de nitrogênio microbiano e eficiência microbiana. Verificou-se que animais que receberam apenas suplementação mineral apresentaram menores valores

($P < 0,10$) de balanço de compostos nitrogenados. No Experimento 4 foram estimadas as exigências de energia, proteína e macrominerais de bovinos de corte sob pastejo. Utilizaram-se 27 animais não-castrados, com peso vivo (PV) médio inicial de 311,0 kg e idade média de 14 meses. Três animais foram abatidos, após o período de adaptação, para servirem como referência para as estimativas do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal iniciais dos animais mantidos no experimento. Dos 24 restantes, quatro foram designados ao grupo manutenção com tempo de pastejo restrito para limitar o consumo de energia a nível próximo da manutenção. Os 20 demais distribuídos em quatro tratamentos: mistura mineral, autocontrole e as frequências três vezes/semana (segunda, quarta e sexta) e diariamente. A relação obtida entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso vivo (PV) dos animais referência foi utilizada para a estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram no experimento. Os conteúdos de gordura, proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Na, K e Mg) retidos no corpo dos animais foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, gordura, energia, Ca, P, Na, K ou Mg, em função do logaritmo do PCVZ. A exigência líquida de energia para manutenção foi estimada como o anti-log do intercepto da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), assim como pelo coeficiente “a” da equação de regressão exponencial entre a PC e o CEM, dos animais suplementados juntamente com os não-suplementados e os do grupo manutenção. As eficiências de utilização da energia metabolizável (EUEM) para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_g) foram estimadas a partir da relação entre os teores de energia líquida, para manutenção ou ganho, respectivamente, em função da EM da dieta. As quantidades de energia e gordura no ganho aumentaram com o aumento do PV dos animais. As exigências de energia líquida para ganho de peso de bovinos anelados não-castrados sob pastejo podem ser obtidas pela equação: $ER = 0,0617 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{1,056}$. O requisito energético diário para manutenção foi de 64,00 kcal/PV^{0,75}. A k_m estimada foi de 0,64 e a k_g de 0,26. As exigências líquidas de proteína para ganho diminuíram com o aumento do peso vivo (PV) dos animais. A exigência líquida de proteína encontrada para um animal com PV de 250 kg foi de 153,71 g/kg GPCVZ, enquanto para um animal de 400 kg foi de 141,86 g/kg GPCVZ. Foi obtida a seguinte equação para estimativa da proteína retida (PR), em função do ganho de peso vivo em jejum (GPVJ) e da energia retida (ER): $PR \text{ (g/dia)} = -34,6109 + 257,956 * GPVJ - 17,01 * ER$. As exigências de proteína metabolizável para manutenção e ganho de peso estimadas foram de 357,77 e 288,33 g/kg PV, respectivamente, para um bovino não-

castrado de 400 kg de PV sob pastejo. Animais que consomem suplementos protéicos apresentam maiores exigências de protéica degradável no rúmen (PDR) do que animais não-suplementados, em virtude do maior consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT). Para um animal de 400 kg de PV suplementado, as exigências de PDR e proteína não degradável no rúmen foram de 764,22 e 73,89, respectivamente, correspondendo à exigência de proteína bruta de 838,10 g/dia. As concentrações de todos os macrominerais estudados, no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, diminuíram com a elevação do peso vivo. As relações obtidas para g Ca/100g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram, respectivamente, 9,18 e 4,72. A exigência dietética total de cálcio foi pouco inferior ao recomendado pelo NRC (2000), porém a de fósforo foi muito próxima.

ABSTRACT

MORAES, Eduardo Henrique Bevitori Kling de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, October 2006. **Performance and energy, protein and minerals requirements of beef cattle at pasture, submitted to different supplementation strategies.** Co-Advisers: Mário Fonseca Paulino. Committee Members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Rilene Ferreira Diniz Valadares.

This thesis was elaborated based upon four experiments that aimed to evaluate the effects of different supplementation strategies on performance and nutritional characteristics of beef cattle during dry, rainy and rainy/dry seasons at pastures of *Brachiaria decumbens*; as well as estimate the body composition and the energy, protein, calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K) and sodium (Na) requirements of beef cattle at pasture. In the Experiment 1 (Dry season), 25 zebu calves, with age and initial weights of 7.5 months old and 194. kg, respectively, were used for performance evaluation and five Holstein-Zebu steers fistulated in rumen and esophagus, with 290.0 kg of LW were used to evaluate nutritional characteristics. The different supplementation strategies evaluated were: self-feed supplementation (SF) and infrequent supplementation (1.0 kg/animal/day). The frequencies of supplementation evaluated were: three times/week (Monday, Wednesday and Friday – 3X), five times/week (Monday to Friday – 5X), six times/week (Monday to Saturday – 6X) and daily (7X). There were no effects of different strategies ($P>0.10$) on intake expressed in kg/day or percentage of LW. However, DM total apparent digestibility and crude protein ruminal apparent digestibility were higher in SF strategy. No differences ($P>0.10$) were observed on microbial N and DM flux and its efficiency. Serum and urine concentrations were higher in animals consuming SF strategy. In Experiment 2 (Rainy season), 25 steers with initial age and live weight (LW), respectively, 10.5 months old and 222.4 kg grazing in five paddocks of *Brachiaria decumbens* were used to evaluate the performance. The different supplementation strategies evaluated were: mineral supplementation (MIS), self-feed supplementation (SF) and infrequent supplementation (0.500 kg/animal). The frequencies of supplementation evaluated were: three times/week (Monday, Wednesday and Friday – 3X), five times/week (Monday to Friday – 5X) and daily (7X). Supplement dry matter (DM) intake on animals that receive SF supplementation was 0.523 g/day. The ADG and final LW was smaller ($P<0.10$) on animals that just fed MIS when compared to protein supplementation that didn't differ to each other ($P>0.10$). The ADG was 726.0; 891.0;

895.0; 885.0 and 892.0 g, respectively, for strategies MIS, SF, 3X, 5X and 7X. In experiment 3 (Rainny/dry season), 20 steers with initial age and live weight (LW), respectively, 14.0 months old and 311.0 kg grazing in four paddocks of *Brachiaria decumbens* were used for evaluate the performance. The different supplementation strategies evaluated were: mineral supplementation (MIS) self-feed supplementation (SF) and infrequent supplementation (0.550 kg/animal). The frequencies of supplementation evaluates were: three times/week (Monday, Wednesday and Friday – 3X) and daily (7X). Supplement dry matter (DM) intake on animals that receive SF supplementation was 0.598 kg/day. The ADG and final LW was smaller ($P<0.10$) on animals that just fed MIS when compared to protein supplementation that didn't differ to each other ($P>0.10$). The ADG was 661.40; 812.7; 811.5 and 819.2 g, respectively, for strategies MIS, SF, 3X and 7X. Independent of strategy, the protein supplementation increased nutrients and pasture intake ($P<0.10$) expressed in kg/day and in % of LW, when compared with MIS. Pasture DM intake was 7.88 kg/day for MIS and 8.17 kg/day in animals that received protein supplementation. Animals that received SF protein presented higher crude protein intake ($P<0.10$). In relationship of digestibility, animals that fed protein supplementation presented higher CP, NDF and NFC total apparent digestibility and CP intestinal apparent digestibility. No differences ($P>0.10$) were observed between SF and infrequent supplementation, as well as for different frequencies of supplementation on total, ruminal and intestinal apparent digestibility. No differences ($P>0.10$) were observed on microbial nitrogen and DM flux and its efficiency. Less nitrogen balance was observed in animals feeding only MIS ($P<0.10$). In Experiment 4 a trial involving 27 zebu bulls at pasture with initial live weight (LW) of 311.0 kg were conducted with the objective of determining their energy, protein e minerals requirements. Three animals were slaughtered at the beginning of the trial, performing the reference group; four had grazing time restricted, to limit energy intake to a level close to the maintenance level. The remaining was uniformly allotted to a complete randomized design, in four treatments: mineral mix, self-feeding protein, protein supplementation three times per week (Monday, Tuesday and Friday) and daily. The relation between the empty body weight (EBW) and the live weight (LW) of these animals were used to estimate the initial EBW of the animals remaining in the experiment. The levels of fat, protein, energy and minerals (Ca, P, Na, K, Mg) retained in the body of the animals were evaluated using equations of logarithm regression of the body contents of protein, fat, energy, Ca, P, Na, K and Mg, related to EBW logarithm. The net energy requirement for maintenance (Nem) was estimated as the antilog of the intercept of

the equation obtained by the linear regression between the logarithm of heat production (HP) and the metabolizable energy intake (MEI). The metabolizable energy efficiencies of utilization (MEEU) for maintenance (k_m) and weigh gain (k_g) were estimated from the relationship between the net energy concentration, for maintenance or gain, respectively, and the metabolizable energy (ME) content of the diet. The amount of energy and fat in the gain increased as the body weight of the animals increased. The net energy requirements for gain (Neg) of zebu steers can be obtained by the equation: $Neg = ER = 0,0617 * BW^{0,75} * EBG^{1,0564}$. The daily energy requirement for maintenance was 64,00 kcal/LW^{0.75}. The estimated value for k_m was 0.64 and the calculated k_g was 0.26. The protein requirements for gain decreased as the LW increased. The protein requirement found for an animal with 200 kg, was 153.71 g/kg EBW, while for an animal of 400 kg of live weight was 141.86 g/kg EBG. An equation was obtained to estimate the retained protein (RP) in function the live weight gain (LWG) and the retained energy (RE): $RP = -34.6109 + 257.956 * LWG - 17.01 * RE$. Considering a steer with 400 kg of live weight, the estimated metabolizable requirements of protein for maintenance and gain were, 357.77 and 288.33 g/kg LW, respectively. The animals that were fed with protein supplementation presented large protein requirements than animals not supplemented, due the largest intake of total digestible nutrients (TDN). An animal with 400 kg of LW fed protein supplementation, the daily protein requirements in terms of degradable and no degradable protein were, respectively, 764.22 and 73.89 g. The requirement of crude protein was 838.10 g/day. There was a decrease in the empty body and in the gain of empty body concentrations of the five macrominerals studied, with the elevation of the live weight. The relationships g Ca/100g of retained protein and g P/100g of retained protein were 10.92 and 5.26, respectively. Total dietary requirements of calcium was smaller than recommended by (NRC, 2000), however the one of phosphorus was close.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de carne bovina no Brasil apresentam o fato comum de utilizarem as pastagens como substrato básico, constituindo 99,0% da dieta dos animais (Paulino et al., 2003). Neste contexto, verifica-se que a produção de carne a pasto segue a sazonalidade da produção das forrageiras. Verifica-se uma característica marcante na curva de crescimento dos animais, com períodos de ganho de peso satisfatório durante a estação chuvosa e dificuldades em ganhar ou mesmo manter o peso corporal durante a estação seca do ano. Assim sendo, a flutuação na oferta e/ou na qualidade de forragem para os animais mantidos a pasto são fatores limitantes, refletindo-se na produção animal, levando a menores índices zootécnicos.

Entretanto, com a crescente demanda de produtos de origem animal faz-se necessária a maximização da produção animal a pasto. Desta forma, em programas de produção contínua de carne eficientes e competitivos, torna-se essencial eliminar as fases negativas do desenvolvimento, proporcionando ao animal condições para se desenvolver continuamente, durante todo o ano, a fim de que se alcancem as condições de abate mais precocemente. Para isto, faz-se necessário manter o suprimento de alimento em equilíbrio com os requerimentos dos animais.

Em sistemas de produção de bovinos em pastejo, considerando-se as variações sazonais inerentes aos trópicos e subtropicais e aspectos fenológicos próprios das plantas forrageiras, soluções alternativas devem ser delineadas para sincronização das necessidades de pastejo com as variações quantitativas e qualitativas da forragem (Paulino et al., 2002).

No período das águas, verifica-se que as pastagens tropicais possibilitam desempenhos inferiores aos observados em regiões de clima temperado (Poppi e McLennan, 1995). No final das chuvas e início da estação seca (transição águas/seca) verifica-se redução na oportunidade de seleção de pastejo. Adicionalmente, à medida que as plantas começam a amadurecer, os teores de alguns nutrientes reduzem abruptamente e deficiências dietéticas podem ocorrer (Paulino et al., 2002), afetando negativamente o desempenho animal.

Já no período da seca, a queda na qualidade da forragem em função do aumento da lignificação (Minson, 1990), influencia negativamente a digestibilidade da matéria seca (MS) e o consumo. Observa-se que, os teores protéicos destas gramíneas não atingem o valor mínimo de 7,0% de proteína bruta (PB) relatado por Minson (1990) como limitante

para a atividade dos microrganismos do rúmen, prejudicando assim, a digestibilidade de forragem altamente fibrosa (Mathis et al., 2001).

No final do período seco e início da estação das chuvas (transição seca/águas), observa-se o aparecimento de novos perfilhos na pastagem que, segundo Poppi e McLennan (1995) seria constituída de proteína de alta degradabilidade. Assim, muito desta se perderia na forma de amônia, gerando déficit protéico em relação às exigências para ganhos elevados. Por outro lado, ocorre mobilização de nitrogênio (N) presente sob forma de proteínas solúveis para formas insolúveis geralmente associadas à parede celular. Assim, as magnitudes da digestibilidade e conteúdo de N nas gramíneas tropicais e as taxas de declínio com a maturidade crescente são acentuadas (Paulino et al., 2003). Desta forma, animais em pastejo nessas condições, podem responder ao aumento no fornecimento de proteína (Moraes et al., 2006).

Para propiciar crescimento contínuo de animais sob pastejo, visualiza-se a necessidade de suplementações estratégicas durante as diferentes épocas do ano, suprindo-se os nutrientes limitantes e aumentando a eficiência de utilização das pastagens. Assim, maiores serão, a eficiência, o giro de capital e a rentabilidade do sistema de produção.

Dentre os custos envolvidos no processo de suplementação, o transporte e a distribuição diária dos suplementos para animais em pastejo são de grande expressão. Assim, quando se procura reduzir a frequência de fornecimento do suplemento, o produtor terá oportunidade de reduzir gastos com mão-de-obra e equipamentos ligados à suplementação.

Além destas vantagens, a suplementação de bovinos em uma menor frequência também diminui a variação de ganho de peso entre os animais que segundo Huston et al. (1999), se deve ao fato da menor competição pelo suplemento quando fornecido em maiores quantidades.

Têm-se demonstrado que o desempenho animal não é prejudicado quando suplementos protéicos são fornecidos em diferentes frequências (Beaty et al., 1994; Bohnert et al., 2002). Entretanto, em contraste com as observações anteriores, o fornecimento de suplementos baseados em grãos e com baixa concentração protéica, em diferentes frequências, têm produzido resultados variáveis (Farmer et al., 2001).

Avaliando os efeitos da frequência de suplementação de bovinos de corte, Zervoudakis (2003) não verificou diferenças significativas entre as frequências estudadas sobre o ganho de peso dos animais em pastagens de *Panicum maximum* cv. Mombaça, nos períodos das águas e transição águas/seca.

Desta forma observa-se que em condições tropicais é possível que ruminantes possam ser eficientes em manter o desempenho quando suplementados com menor frequência, possibilitando maior racionalização da mão-de-obra. No entanto, verifica-se, na literatura, poucos estudos avaliando os efeitos de diferentes frequências de suplementação sob o desempenho de animais sob pastejo em condições tropicais durante as diferentes épocas do ano (seca, transição seca/águas, águas e transição águas/seca).

Segundo Nolan & Leng (1972), citados por Krehbiel et al. (1998), a reciclagem de amônia absorvida no rúmen pode suportar padrões adequados no ambiente ruminal entre tempos de suplementação. A teoria mais aceita para a melhoria na eficiência de utilização da proteína seria que a suplementação em menor frequência estimularia a reciclagem de nitrogênio endógeno no rúmen. No entanto, verifica-se que os mecanismos fisiológicos associados com a manutenção do desempenho com a suplementação em intervalos não frequentes não têm sido ainda bem elucidados, necessitando maiores investigações, principalmente em condições tropicais.

O bovino em pastejo se insere em um ciclo que se altera dinamicamente, influenciado pelo ambiente e por mudanças nos requerimentos e no suprimento de forragem (Noller et al., 1996). Desta forma, para que os animais possam apresentar desempenhos favoráveis, suas exigências nutricionais devem ser atendidas. Para cada tipo de produção animal existe determinada exigência nutricional que varia conforme o estágio de produção. Ainda que seu conhecimento seja de suma importância, pois através dele é possível proporcionar aos animais as condições adequadas para atingirem a sua máxima produção, poucas são as informações sobre as exigências nutricionais de animais em regime de pastejo no Brasil, resumindo-se a trabalhos realizados por Zervoudakis et al. (2002), Fontes et al. (2005a,b) e Fregadolli (2005).

A maioria dos dados publicados refere-se a animais confinados e os sistemas mais utilizados para a determinação das exigências não são baseados em dados brasileiros, e sim em recomendações internacionais (ARC, 1980; CSIRO, 1990; AFRC, 1993; e NRC, 1996), desenvolvidas sobre bovinos diferentes daqueles que representam a pecuária brasileira.

Neste sentido, a adequação do suprimento e da demanda por alimentos é a única maneira de maximizar a produção animal. Essa adequação só pode ser alcançada conhecendo-se as exigências dos animais a pasto, em condições tropicais. Portanto, verifica-se a necessidade de maiores informações sobre as exigências nutricionais de bovinos de corte em regime de pastejo nos trópicos.

Desta forma, este trabalho foi conduzido com os objetivos de: (a) Avaliar os efeitos de diferentes estratégias de suplementação sobre o desempenho produtivo e as características nutricionais de bovinos de corte suplementados durante os períodos da seca, águas e transição águas/seca em pastagens de *Brachiaria decumbens* e (b) Estimar a composição corporal e as exigências nutricionais de bovinos de corte sob pastejo durante o período das águas e transição águas/seca.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. Technical committee on responses to nutrients, Report 9. Nutritive requirements of ruminant animals: protein. **Nutrition Abstract Review**, v.62, n.12, p.787-835, 1993.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.
- BEATY, J. L., COCHRAN, R. C., B. A. LINTZENICH, B. A. et al. Effect of frequency of supplementation and protein concentration in supplements on performance and digestion characteristics of beef cattle consuming low-quality forages. **Journal of Animal Science**, 72: 2475–2486, 1994.
- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; DELCURTO, T. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on performance and nitrogen use in ruminants consuming low-quality forage: Cow performance and efficiency of nitrogen use in wethers. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1629-1637, 2002.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. 1990. **Feeding standards for Australian livestock - ruminants**. Victoria: Australia Agricultural Council. 266p.
- FARMER, C.G.; COCHRAN, R.C.; SIMMS, D.D. et al. The effects of several supplementation frequencies on forage use and the performance of beef cattle consuming dormant tallgrass prairie forage. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2276-2285, 2001.
- FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.D. et al. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim-elefante e mudanças na composição corporal de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1711-1720, 2005.
- FREGADOLLI, F.L. **Composição corporal e exigências nutricionais de novilhos de tres grupos genéticos em pastejo**. Jaboticabal, SP. UNESP, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005.
- HUSTON, F. E., LIPPKE, H., FORBES, T.D.A et al. Effects of supplemental feeding interval on adult cows in western Texas. **Journal of Animal Science**, v.77, p.3057-3067. 1999
- KREHBIEL, C.R.; FERRELL, C.L.; FREETLY, H.C. et al. Effects of frequency of supplementation on Dry matter intake and net portal and hepatic flux of nutrients in

- mature ewes that consume low-quality forage. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2464-2473, 1998.
- MATHIS, C.P., COCHRAN, R.C., HELDT, J.S. et al. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium-to low-quality forages. **Journal of Animal Science**, v.78, n.1,p.224-232, 2001.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press: New York, 483p, 1990.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.P.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Níveis de proteína em suplementos para novilhos mestiços em pastejo durante o período de transição seca/águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, 2006.
- NOLLER, C.H.; NASCIMENTO Jr, D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: **Simpósio sobre manejo de pastagem**, 13. 1996, Piracicaba. Anais...Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, p.151-184, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, DC.: National Academy Press. 242p.
- PAULINO, M. F.; ACEDO, T.S; SALES, M.F.L. et al. Suplementação como estratégia de manejo das pastagens. In: Volumosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens. Jaboticabal. **Anais...** p87-100. 2003.
- PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; MORAES, E. H. B. K.; et al. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. IN: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2002. p.153-196.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 278-290, 1995.
- VAN SOEST, P.J. 1994 **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. Ithaca: Cornell University. 476 p.
- ZERVOUDAKIS, J.T. **Suplementos múltiplos de autocontrole de consumo e frequência de suplementação na recria de novilhos durante os períodos das águas e transição águas-seca**. Viçosa, MG: UFV, 2003 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.530-537, 2002.

Efeito da Estratégia de Suplementação Sobre o Desempenho e Características Nutricionais de Bovinos em Pastejo no Período da Seca

Resumo - Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de distribuição de suplementos protéicos sobre o ganho de peso e as características nutricionais de bovinos de corte sob pastejo durante o período de seca. Para avaliar o desempenho produtivo, foram utilizados 25 bezerros anelados não-castrados com idade e pesos médios iniciais, respectivamente, de 7,5 meses e 194,5 kg distribuídos em cinco piquetes de *Brachiaria decumbens* com 2,0 ha cada. As estratégias estudadas foram: suplemento de autocontrole de consumo (AC) e suplementação ofertados em diferentes frequências e em quantidades equivalentes a 1,0 kg/dia. As frequências estudadas foram: três vezes/semana (segunda, quarta e sexta), cinco vezes/semana (segunda a sexta), seis vezes/semana (segunda a sábado) e diariamente. O consumo médio diário de matéria seca (MS) de suplemento dos animais que receberam suplemento do tipo AC de consumo, foi de 913,60 g, próximos ao consumo de 1.000 g preconizados durante a formulação do suplemento. Não foram observadas diferenças ($P>0,10$) entre as estratégias de suplementação e para as frequências de fornecimento dos suplemento, tanto para o ganho médio diário quanto para o PV final dos animais. Para avaliar as características nutricionais, foram utilizados cinco novilhos mestiços Holandês-Zebu, não-castrados, com peso médio inicial de 290 kg, fistulados no esôfago e rúmen. A área experimental constituiu-se de cinco piquetes de 0,40 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens*. O experimento foi composto por cinco períodos experimentais com 15 dias de duração, sendo os sete primeiros destinados à adaptação dos animais. Não houve efeito ($P>0,10$) dos tratamentos sobre os consumos expressos em kg/dia ou % PV. Observou-se efeito significativo da estratégia de suplementação ($P<0,10$) para a digestibilidade aparente total da MS e ruminal da PB, sendo maiores nos animais que consumiram o suplemento tipo AC. As concentrações de N na urina e no soro sanguíneo foram afetadas ($P<0,10$) pelas estratégias estudadas e foram maiores nos animais que consumiram suplemento AC.

Palavras-chave: Consumo, digestibilidade, infrequência de suplementação, pasto, suplemento de autocontrole.

Effect of Supplementation Strategies in Performance and Nutritional Characteristics of Beef Cattle at Pasture During Dry Season

Abstract – The objective was to evaluate different supplementation strategies on performance and nutritional characteristics of zebu beef calves during dry season. Twenty five weaned zebu calves with initial age and live weight (LW), respectively, 7.5 months old and 194.5 kg grazing in five paddocks of *Brachiaria decumbens* were used for evaluate the performance. The different supplementation strategies evaluated were: self-feed supplementation (SF) and infrequent supplementation (1.0 kg/animal/day). The frequencies of supplementation evaluates were: three times/week (Monday, Wednesday and Friday), five times/week (Monday to Friday), six times/week (Monday to Saturday) and daily. Supplement dry matter (DM) intake on animals that receive self-feed supplementation was 913.60 g. Supplementation strategies and different frequencies studied did not affect ($P>0.10$) the average daily gain and final LW. Five Holstein-Zebu steers fistulated in rumen and esophagus, with 290.0 kg of LW, grazing in *Brachiaria decumbens* pasture, were used to evaluate nutritional characteristics. There were no effects of different strategies ($P>0.10$) on intake expressed in kg/day or perceptual of LW. However, DM total apparent digestibility and crude protein ruminal apparent digestibility were higher in SF strategic. No differences ($P>0.10$) were observed on microbial N and DM flux and its efficiency. Serum and urine concentrations were higher in animals consuming SF strategic.

Key Words: Digestibility, infrequent supplementation, intake, pasture, self-feed supplementation

Introdução

Durante a estação seca do ano, a produção de ruminantes em pastagens tropicais é caracterizada por baixo desempenho. Nestas condições, as gramíneas possuem baixo valor nutritivo e apresentam teor protéico inferiores ao valor mínimo de 7,0% para que os microrganismos tenham condições de utilização dos substratos energéticos fibrosos da forragem ingerida (Lazzarini et al., 2006). Assim, frente ao desempenho não satisfatório, verifica-se a necessidade do fornecimento de suplementos concentrados, levando sempre em consideração o ponto de vista técnico-econômico. A correção das deficiências nutricionais do pasto via suplementação permite melhores desempenhos propiciando a redução do ciclo de produção e da idade de abate dos animais.

O melhoramento da eficiência bio-econômica da produção de bovinos de corte é uma necessidade para que a cadeia produtiva da carne bovina seja competitiva (Paulino et al., 2004). Nos últimos anos, tem-se verificado que a viabilidade da pecuária de corte depende diretamente da economia em escala, pois vem sendo obrigada a operar com margens de lucro mais reduzidas. Desta forma, a busca pela redução dos custos de produção deve advir não apenas do menor custo de alimentação, mas também de estruturas mais simples em termos de transporte e de distribuição dos suplementos.

Assim, a utilização de estratégias de suplementação do tipo autocontrole de consumo ou infreqüente aparecem como alternativas de manejo de suplementos em sistemas de suplementação de bovinos a pasto, possibilitando ao produtor redução de gastos com mão-de-obra e equipamentos ligados à suplementação.

Suplementos tipo autocontrole de consumo são formulados utilizando-se a uréia e o cloreto de sódio como principais controladores do consumo, devido tanto a aspectos sensoriais quanto fisiológicos. A distribuição destes suplementos pode ser realizada em uma periodicidade semanal ou mesmo quinzenal. O animal não cria dependência pelo suplemento e apresenta aspectos positivos sob o ponto de vista nutricional, tais como equilíbrios no pH e na concentração de amônia ruminais (Paulino et al., 2001).

Por outro lado, no sistema de suplementação do tipo infreqüente, a uréia e o cloreto de sódio são utilizados não como controladores, mas sim para satisfazer os requerimentos dos animais. Diferentemente da suplementação do tipo autocontrole, a freqüência de suplementação permite maior controle da quantidade consumida pelos animais.

A suplementação de bovinos em menor freqüência diminui a variação de ganho de peso entre os animais e segundo Huston et al. (1999), esta menor variação ocorre pela

menor competição pelo suplemento quando fornecido em maiores quantidades. Segundo Nolan e Leng (1972) citados por Krebbiel et al. (1998), a reciclagem de amônia absorvida no rúmen pode suportar padrões adequados no ambiente ruminal entre tempos de suplementação. A teoria mais aceita para a melhoria na eficiência de utilização da proteína seria que a suplementação em menor frequência estimularia maior retenção do N. No entanto, verifica-se que os mecanismos fisiológicos associados com a manutenção do desempenho com a suplementação em intervalos não frequentes não têm sido ainda bem elucidados, necessitando maiores investigações, principalmente nas condições tropicais.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de suplementação sobre o desempenho produtivo de bovinos manejados em pastagem de *Brachiaria decumbens* no período da seca.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, durante o período da seca, entre os meses de junho e setembro de 2003.

Foram utilizados 25 bezerros anelados recém-desmamados, não-castrados, com idade e pesos médios iniciais, respectivamente, de 7,5 meses e 194,5 kg, para a avaliação do desempenho. Ao início do experimento, todos os animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas e durante o período experimental, quando necessário, realizaram-se combates contra infestações de carrapatos e mosca-do-chifre.

A área experimental destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouros e comedouros cobertos.

Avaliaram-se suplementos com mesma composição, fornecidos em quantidades equivalentes a 1,0 kg/animal/dia, em diferentes frequências semanais, sendo também avaliado um tratamento do tipo autocontrole de consumo (Tabela 1). Ambos os suplementos foram formulados para apresentarem 30% de PB.

Após a pesagem inicial, os animais receberam de forma aleatória os tratamentos: autocontrole e as quatro frequências: três vezes/semana (segunda, quarta e sexta - 3X), cinco vezes/semana (segunda a sexta - 5X), seis vezes/semana (segunda a sábado - 6X) e diariamente (7X) (Tabela 2).

Com o objetivo de minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca (MS) de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias e

após este período procedeu-se o rodízio dos animais (mantendo-se a aplicação dos mesmos tratamentos aos animais) entre os piquetes.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos, com base na matéria natural

| Ingredientes | Suplementos | |
|-------------------------------|--------------|------------|
| | Autocontrole | Frequência |
| Mistura mineral ¹ | 4,0 | 4,0 |
| Fosfato bicálcico | 1,0 | 1,0 |
| Calcário calcítico | 1,0 | 1,0 |
| Uréia/Sulfato de amônia (9:1) | 6,0 | 3,5 |
| Farelo de algodão | --- | 30,0 |
| Farelo de trigo | 88,0 | 60,5 |

¹Composição: Sal comum, 98%; sulfato de zinco 1,5%; sulfato de cobre, 0,40%; sulfato de cobalto, 0,05%; sulfato de magnésio, 0,03% e iodato de potássio, 0,03%.

O experimento teve duração de 84 dias e os animais foram pesados a cada 28 dias com o objetivo de se monitorar o desempenho, sendo o ganho médio diário estimado com base nos pesos vivos inicial e final.

No primeiro dia de cada período experimental realizou-se a coleta de amostras da forragem nos diferentes piquetes através do corte, a 10 cm do solo, de cinco áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,5 x 0,5 m, escolhidas aleatoriamente em cada piquete experimental. Após a pesagem, as amostras de cada piquete foram pesadas e homogeneizadas, e a partir dessas retiraram-se duas alíquotas compostas: uma para avaliação da disponibilidade total de MS/ha e outra para análise das disponibilidades por hectare de MS de folha verde, folha seca, colmo verde e colmo seco.

Tabela 2 - Esquema de distribuição de suplementos aos animais

| Dias da semana | Frequência ¹ | | | |
|-------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 3X ² | 5X ³ | 6X ⁴ | 7X ⁵ |
| Domingo | --- | --- | --- | 1,000 |
| Segunda | 2,334 | 1,400 | 1,167 | 1,000 |
| Terça | --- | 1,400 | 1,167 | 1,000 |
| Quarta | 2,334 | 1,400 | 1,167 | 1,000 |
| Quinta | --- | 1,400 | 1,167 | 1,000 |
| Sexta | 2,334 | 1,400 | 1,167 | 1,000 |
| Sábado | --- | --- | 1,167 | 1,000 |
| Total/semana (kg) | 7,000 | 7,000 | 7,000 | 7,000 |

¹Referente ao consumo de 1,0 kg/animal/dia com base na matéria natural; ²3X = três vezes/semana; ³5X=cinco vezes/semana; ⁴seis vezes/semana; ⁵7X = diariamente

Das amostras destinadas à estimação da disponibilidade total de MS de forragem, foi calculado o percentual de MS potencialmente digestível (MSpD) ofertada aos animais. Esse resultado foi obtido por intermédio do resíduo insolúvel em detergente neutro avaliado após incubação *in situ* das amostras por 144 horas, segundo a equação:

$$MSpD = 0,98 X (100 - FDN) + (FDN - FDNi);$$

em que: 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeiro do conteúdo celular; FDNi = FDN indigestível.

Para as avaliações nutricionais, foram utilizados cinco novilhos mestiços Holandês x Zebu, não-castrados, com peso médio inicial de 290 kg, fistulados no esôfago e no rúmen. A área experimental constituiu-se de cinco piquetes de 0,40 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens*, providos de bebedouro e comedouro.

Os tratamentos empregados aos animais fistulados e a quantidade ofertada foram os mesmos que os do desempenho. O experimento foi composto por cinco períodos experimentais com 15 dias de duração, sendo os sete primeiros destinados à adaptação dos animais.

A avaliação da forragem ingerida foi realizada por intermédio de extrusa esofágica coletada no quarto dia de cada período experimental. Os animais ficaram em jejum por 12 horas no dia anterior à coleta com objetivo de evitar possível regurgitação e contaminação da amostra colhida. A coleta de extrusa foi realizada às 7h00 através de bolsas coletoras, com fundo telado, adaptadas em torno da fistula no pescoço dos animais que foram mantidos em seus respectivos piquetes por aproximadamente 30 minutos.

Coletaram-se amostras de fezes entre o oitavo e décimo quarto dia do período experimental seguindo distribuição: oitavo dia (18h00), nono dia (16h00), 10º dia (14h00), 11º dia (12h00), 12º dia (10h00), 13º dia (8h00) e 14º (6h00), sendo as de digesta omasal coletadas no 9º dia (16h00), 10º dia (14h00), 12º dia (10h00) e 13º dia (8h00). As fezes foram coletadas diretamente no reto dos animais em quantidades de 200 g e as de digesta omasal em quantidades de 500 mL, segundo Leão (2002).

Após as coletas, as amostras fecais, omasais e de extrusa foram pré-secas em estufa de ventilação forçada (60°C) por 72 horas, sendo moídas em moinho de facas com peneira com malha de 1,0 mm, compostas por animal/período e armazenadas em frascos de vidros devidamente identificados.

As coletas de urina e sangue para determinação de uréia e creatinina, e de líquido ruminal para avaliação da concentração de amônia, foram realizadas no 13º dia experimental quatro horas após o fornecimento do suplemento. As amostras “spot” de

urina foram obtidas em micção espontânea dos animais sendo diluídas em 40 mL de H₂SO₄ (0,036 N). O sangue foi coletado simultaneamente à coleta de urina, por punção da veia jugular, usando kits comerciais a vácuo, com gel acelerador da coagulação. Em seguida, procedeu-se à centrifugação das amostras a 4000 rpm, durante 15 minutos. O soro sangüíneo e a urina foram congelados a -20°C para posterior quantificação dos teores de creatinina e uréia.

As leituras de pH do líquido ruminal foram realizadas imediatamente após a coleta por intermédio de potenciômetro digital. Para a determinação de amônia, separou-se uma alíquota de 50 mL, fixada com 1,0 mL de H₂SO₄ (1:1) e acondicionada em recipiente de plástico, identificada e congelada a -20°C para posterior análise laboratorial.

A excreção fecal foi estimada utilizando-se o óxido crômico (Burns et al., 1994), aplicado em dose única diária (10 g/animal), entre o terceiro e 12º dia experimental, sendo calculada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecido e sua concentração nas fezes:

$$\text{Excreção Fecal (kg / dia)} = \frac{\text{Quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g / kgMS)}} \times 100$$

As estimativas do consumo voluntário e fluxo de MS omasal foram obtidas empregando-se como indicador interno a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), utilizando-se as seguintes equações:

$$CMS = \frac{[(EF \times CIF) - IS]}{CIFO} + CMSS$$

$$FMO = \frac{EF \times CIF}{CIO}$$

em que: EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); IS = indicador presente no suplemento (kg/dia); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg) e CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); FMO = fluxo de matéria seca omasal (kg/dia); e CIO = concentração do indicador na digesta omasal (kg/kg).

Para relacionar o consumo ao PV dos animais, utilizou-se como referência o peso médio no período, estimado pela média entre os valores inicial e final de cada período.

A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi feita de acordo com adaptação de Hall (2000). As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com descrições de Silva & Queiroz (2002) com exceção das avaliações de FDN e FDA que

seguiram os métodos descritos por Mertens (2002) e Van Soest & Robertson (1985), respectivamente.

As amostras de urina foram analisadas quanto aos teores nitrogênio e de creatinina, empregando-se kits comerciais. Calculou-se o volume urinário diário pela relação entre a excreção diária de creatinina (EC), adotando-se como referência a equação proposta por Chizzotti (2004) e a sua concentração nas amostras spot:

$$EC_{(mg/kgPV)} = 32,27 - 0,01093xPV$$

Desta forma, assumiu-se a excreção urinária diária de compostos nitrogenados como o produto entre sua concentração nas amostras “spot” e o valor estimado de volume urinário.

As análises de alantoína e de ácido úrico na urina foram feitas pelo método colorimétrico, conforme método de Fujihara et al. (1987), citados por Chen & Gomes (1992). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (Y, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (X, mmol/dia), por intermédio da equação $Y = (X - 0,385 PV^{0,75}) / 0,85$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e $0,385PV^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al.,1990).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, g Nmic/dia), foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação descrita por Chen & Gomes (1992), com exceção da relação N purinas:N total das bactérias de 0,134, conforme Valadares et al. (1999): $Y = 70X/0,83x0,134x1000$, em que 70 é o conteúdo de N de purinas (mgN/mol); 0,134, a relação N purinas:N total nas bactérias; e 0,83, a digestibilidade das purinas bacterianas.

A eficiência microbiana foi expressa através das unidades: g N microbiano/kg de matéria orgânica degradada no rúmen (g Nmic/kg MODR), g N microbiano/kg de carboidratos degradados no rúmen (g Nmic/kg CHODR) e g PB microbiana/kg de nutrientes digestíveis totais (g PBmic/kg NDT).

As análises referentes ao desempenho dos animais foram conduzidas em delineamento inteiramente casualizado seguindo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + \varepsilon_{ij}$$

em que: μ = constante geral; t_i = efeito referente ao tratamento i; β = coeficiente de regressão residual entre a variável resposta Y e a variável concomitante X; X_{ij} = peso vivo

inicial do animal j no tratamento i ; \bar{X} = peso vivo inicial médio; e ε_{ij} = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID (0; σ^2).

Os animais fistulados foram distribuídos em delineamento em quadrado latino (5x5), com cinco tratamentos e cinco períodos experimentais conforme o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + a_j + p_k + \varepsilon_{ijk};$$

em que: μ = constante geral; t_i = efeito referente ao tratamento i ; a_j = efeito referente ao animal j ; p_k = efeito referente ao período experimental k ; e ε_{ijk} = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID (0; σ^2).

A comparação entre tratamentos foi realizada por intermédio de contrastes não-ortogonais. Os contrastes estabelecidos foram: autocontrole *versus* não autocontrole; e os efeitos de ordem linear, quadrático e cúbico da frequência de suplementação. Ressalta-se que, em nenhuma das variáveis estudadas detectou-se efeitos de ordem cúbica, sendo, portanto, suprimidos da discussão. Para todos os procedimentos estatísticos adotou-se $\alpha = 0,10$.

Resultados e Discussão

A composição química dos suplementos e da *Brachiaria decumbens* é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Teores médios de MS (MS%), MO, PB, NNP, nitrogênio insolúvel em detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA), PDR, EE, CT, FDN, FDNi, CNF, FDA, lignina, DIVMS e NDT dos suplementos e do pasto

| Item | Tratamento | | <i>B. decumbens</i> ¹ |
|----------------------|--------------|------------|----------------------------------|
| | Autocontrole | Frequência | |
| MS (%) | 91,36 | 90,35 | 11,24 |
| MO ² | 94,66 | 93,66 | 88,76 |
| PB ² | 30,33 | 31,70 | 5,66 |
| NNP ³ | 69,86 | 33,89 | 38,72 |
| NIDN ³ | 17,76 | 15,34 | 57,68 |
| NIDA ³ | 3,95 | 4,47 | 10,46 |
| PDR ^{3,4} | 76,40 | 69,00 | --- |
| EE ² | 2,39 | 1,65 | 0,98 |
| CT ² | 60,31 | 61,94 | 82,12 |
| FDN ² | 39,82 | 39,15 | 73,67 |
| FDNi ² | 1,48 | 1,75 | 40,35 |
| CNF ² | 22,12 | 21,17 | 8,45 |
| FDA ² | 11,86 | 17,18 | 49,07 |
| Lignina ² | 3,67 | 3,61 | 6,00 |
| DIVMS ² | 64,20 | 64,54 | 47,65 |
| NDT ⁴ | 63,74 | 64,31 | --- |

¹Extrusa; ²% MS; ³% do N total; ⁴Estimado segundo Valadares Filho et al. (2006)

A elevada maturidade fisiológica das plantas, a depleção do estrato folhoso do relvado, em razão de sua utilização pelos animais e a baixa rebrotação do pasto, em virtude do período seco, resultaram em baixa qualidade nutricional da forragem.

Tal fato é evidenciado pelo teor de PB o qual sempre esteve abaixo do valor de 7,0%. Este fato ocorre porque na maturidade da planta, a atividade metabólica reduz, diminuindo a síntese de compostos nitrogenados nas folhas e colmos. A digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) da *Brachiaria decumbens* média no período experimental foi de 47,65% e é reflexo dos altos valores de FDNi, FDA e lignina decorrentes da avançada maturidade fisiológica das forrageiras. De fato, à medida que a idade fisiológica da planta avança ocorre aumento da concentração de carboidratos estruturais e maior participação da lignina os quais passam a corresponder a 80% dos carboidratos totais (Moraes et al., 2006). Segundo Noller et al. (1997), a digestibilidade de gramíneas tropicais cultivadas está em torno de 50 a 65% e decresce cerca de 0,1 a 0,2% por dia, com o aumento da idade fisiológica das plantas forrageiras.

Os valores de disponibilidade de MS total (MST), MS potencialmente digestível (MSPD), MS de folha verde (MSFOV), MS de folha seca (MSFOS), MS de colmo verde (MSCOV) e MS de colmo seco (MSCOS) da *Brachiaria decumbens* nos períodos de coleta são apresentados na Figura 1.

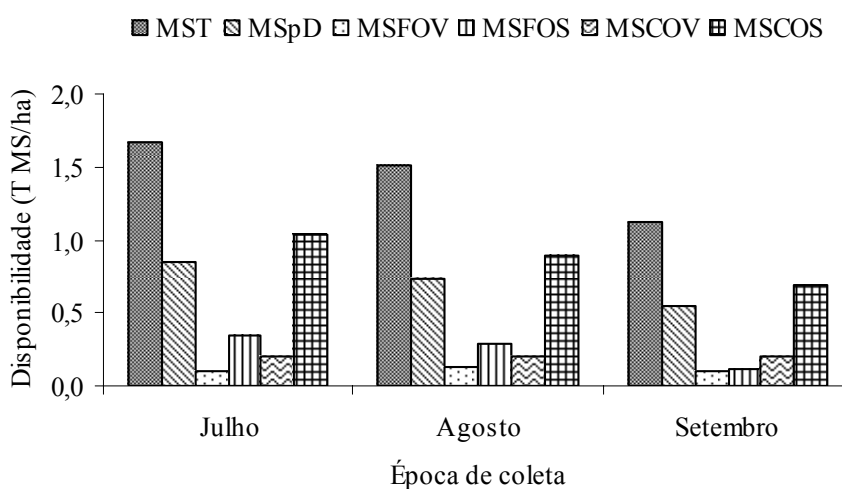


Figura 1 - Disponibilidade de matéria seca total (MST), potencialmente digestível (MSPD), de folha verde (MSFOV), de folha seca (MSFOS), de colmo verde (MSCOV) e de colmo seco (MSCOS) da *Brachiaria decumbens* no período experimental

As médias observadas durante o período experimental foram 1,433 t/ha, 0,710 t/ha, 0,110 t/ha, 0,251 t/ha, 0,201 t/ha e 0,872 t/ha, respectivamente, para MST, MSPD,

MSFOV, MSFOS, MSCOV, MSCOS. É sabido que em sistemas de produção animal a pasto, o consumo está sob forte influência da disponibilidade, assim o baixo valor encontrado no presente estudo pode ter prejudicado a capacidade seletiva dos animais em todos os períodos experimentais, não permitindo a maximização do consumo de MS.

Segundo Euclides et al. (1989) para pastagens tropicais, onde há um grande acúmulo de material morto, a pressão de pastejo deve ser expressa em MS seca verde (MSV) e especialmente folhas verdes, pois não há relação entre o desempenho animal e produção por hectare quando a pressão de pastejo é calculada com base na MST mas é positiva com o cálculo em MSV. De fato, quando disponível, o animal tende a selecionar apenas folhas verdes, recusando as folhas secas e os colmos. No entanto, conforme apresentado na Figura 1, durante o período da seca apenas 21,68% do pasto foi constituído por MSV. Santos et al. (2004b) ao avaliarem a *Brachiaria decumbens* durante o período da seca, também encontraram menor participação da MSV no pasto. Assim, verifica-se limitações para o uso da disponibilidade de MSV como base para determinação da pressão de pastejo durante o período da seca.

Neste contexto, segundo Paulino et al. (2004), a evolução natural de conceitos é a condução do manejo de pastagem com base na oferta de MSpD, posto que envolve a estrutura do pasto (massa de forragens, altura do pasto, relação folha:colmo) e qualidade do pasto, independentemente da época do ano. No presente estudo, a disponibilidade de MSpD, devido à grande participação de folhas secas e, principalmente, colmo secos (maduros), foi de apenas 49,59%, sendo considerado um baixo estoque de energia potencialmente digestível (latente) para os animais.

Segundo Santos et al. (2004a), uma vez que a disponibilidade, proporção, distribuição e qualidade de folha verde (FOV), folha seca (FOS), colmo verde (COV) e colmo seco (COS) no relvado influenciam o CMS e o desempenho dos animais em pastejo, a separação e a análise química desses componentes do relvado podem, de certa forma, caracterizar melhor a forragem disponível. Assim, na Tabela 4, é apresentada a composição química dos componentes da *Brachiaria decumbens*.

Destacam-se os maiores valores de PB e DIVMS para o componente FOV, o qual apresentou menores conteúdos de FDN, FDNcp, FDNi e FDA que os outros componentes do pasto. Verificou-se que somente a FOV apresentou teor de N superior a 1% da MS. No entanto, conforme apresentado na Figura 1, este componente apresentou pequena participação na estrutura do pasto. Desta forma, com o consumo de maiores proporções dos outros componentes, principalmente FOS, poderia resultar em maior efeito de repleção

ruminal e diminuição da disponibilidade energética, por sua característica de indigestibilidade ao longo do trato gastrointestinal. Neste sentido, o fornecimento de substratos essenciais limitantes via suplementação contribui para contornar este problema, ao acelerar a digestibilidade da fração potencialmente digestível e aumentar a taxa de passagem da fração indigestível da forragem com reflexos positivos sobre o consumo, podendo assim, potencializar o desempenho dos animais (Moraes et al., 2006).

Tabela 4 - Teores médios de MS (MS%), MO, PB, NNP, nitrogênio insolúvel em detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA), EE, CT, FDN, FDNi, CNF, FDA, lignina e DIVMS da folha verde, colmo verde, folha seca e colmo seco da *Brachiaria decumbens*

| Item | Folha verde | Folha seca | Colmo verde | Colmo seco |
|----------------------|-------------|------------|-------------|------------|
| MS (%) | 28,44 | 84,30 | 29,62 | 79,84 |
| MO ¹ | 90,76 | 88,67 | 92,04 | 95,08 |
| PB ¹ | 9,51 | 3,57 | 4,72 | 1,61 |
| NNP ² | 27,92 | 34,45 | 27,58 | 37,91 |
| NIDN ² | 36,06 | 39,45 | 46,54 | 70,74 |
| NIDA ² | 26,97 | 20,05 | 37,84 | 61,69 |
| EE ¹ | 1,82 | 0,77 | 1,13 | 0,56 |
| CT ¹ | 79,43 | 84,33 | 86,19 | 92,91 |
| FDN ¹ | 70,77 | 77,43 | 77,51 | 87,66 |
| FDNi ¹ | 24,21 | 38,89 | 45,01 | 62,01 |
| CNF ¹ | 8,66 | 6,90 | 8,68 | 5,25 |
| FDA ¹ | 32,20 | 42,64 | 48,24 | 63,34 |
| Lignina ¹ | 3,29 | 4,84 | 4,70 | 6,65 |
| DIVMS | 67,59 | 56,82 | 52,48 | 47,51 |

¹% MS; ²% do nitrogênio total

Com base nos dados apresentados na Tabela 4 ao comparar FOV com FOS e COV com COS, verifica-se que o fenômeno da translocação de substâncias celulares pode fazer com que a concentração daquelas que são poucos, ou não são, translocadas, aumente nos tecidos vegetais senescentes, como verificado em relação a FDN, FDNcp, FDNi e FDA.

Na Tabela 5 são apresentados os valores referentes ao consumo de matéria seca de suplemento (CMSS), ganho médio diário (GMD) e peso vivo final (PVF), obtidos para os diferentes tratamentos. O CMSS dos animais que receberam suplemento do tipo autocontrole de consumo, foi de 913,60 g/animal/dia, próximos ao consumo de 1000 g/dia preconizados durante a formulação do suplemento. Não foram observadas diferenças (P>0,10) entre as diferentes estratégias de suplementação (autocontrole de consumo *versus* frequência de suplementação) e para as diferentes frequências de fornecimento dos suplemento, tanto para o GMD quanto para o PVF dos animais. Desta forma, pode-se inferir que tanto sistemas de suplementação de bovinos a pasto do tipo autocontrole de

consumo, quanto do tipo infreqüente são alternativas eficientes para facilitar o manejo e racionalização na utilização da mão-de-obra no fornecimento dos suplementos aos animais.

Tabela 5 - Efeito da estratégia de suplementação sobre o peso vivo final (PVF - kg) e ganho médio diário (GMD - g/dia) de bovinos em pastejo

| Item | Tratamento | | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | |
|-------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------|-------|-------|
| | AC | 3X | 5X | 6X | 7X | | ACF | L | Q |
| CMSS ² | 913,60 | 903,50 | 903,50 | 903,50 | 903,50 | --- | --- | --- | --- |
| PVI ³ | 195,50 | 194,75 | 190,50 | 193,75 | 195,75 | 16,7 | --- | --- | --- |
| PVF ⁴ | 211,9 | 214,9 | 213,47 | 213,9 | 216,7 | 4,7 | 0,632 | 0,975 | 0,976 |
| GMD ⁴ | 247,0 | 240,0 | 254,0 | 253,0 | 261,0 | 15,0 | 0,640 | 0,947 | 0,997 |

¹/ACF = Autocontrole *versus* freqüência de suplementação; L e Q = efeitos de ordem linear e quadrático da freqüência de suplementação; ²/Consumo de matéria seca de suplemento (g/animal/dia); ³/Peso vivo inicial (kg); ⁴/Médias ajustadas por covariância

Ao se considerar que qualquer decréscimo no consumo voluntário tem efeito significativo sobre a eficiência de produção, ressalta-se o baixo desempenho dos animais em todos os tratamentos o qual pode ser atribuído à baixa disponibilidade e estrutura do pasto durante todo período experimental, conforme apresentado anteriormente. De fato, segundo Carvalho et al. (2001), inadequadas disponibilidades de forragem e alterações na estrutura e/ou qualidade da pastagem podem ocasionar diminuição no consumo pela redução na profundidade do bocado e aumento no tempo de pastejo, prejudicando o ganho de peso dos animais. Em adição, se o animal tiver que se movimentar para uma nova área, neste deslocamento existe um dispêndio energético que, se não for crítico, do ponto de vista da demanda total de energia, pode aumentar os requerimentos de manutenção particularmente em situações de baixa oferta de forragem (DiMarco et al., 1996).

Apesar destas observações, a diferença entre o desempenho dos animais suplementados três vezes/semana foi de apenas 21,0 g/dia (8,7%) quando comparados ao desempenho dos animais suplementados diariamente, demonstrando que a suplementação infreqüente mesmo em condições de baixa qualidade e disponibilidade de forragem possibilita ganhos próximos aos suplementados diariamente.

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram aos observados por Canesin et al. (2005) ao trabalharem com bovinos no período da seca suplementados de forma infreqüente. No entanto, Garcia et al. (2005) observaram menor ganho de peso nos animais suplementados três vezes por semana quando comparados com a suplementação diária. Assim, verifica-se a necessidade de mais informações sobre os efeitos da suplementação infreqüente sobre o desempenho de bovinos de corte em pastejo durante a estação de seca do ano. A manutenção do ganho de peso dos animais suplementados em

menor frequência pode ser devido à capacidade de manutenção de um ambiente ruminal adequado para a digestão da fibra e cinética de trânsito de partículas. De fato, segundo Beaty et al. (1994), animais suplementados em menor frequência são eficientes em sustentar níveis altos de amônia ruminal mesmo em dias que não consomem suplemento.

Os valores estimados de consumo médio diário em função dos tratamentos são apresentados na Tabela 6. Não houve efeito ($P>0,10$) dos tratamentos sobre os consumos expressos em kg/dia ou em percentual do peso vivo. Resultados semelhantes também foram observados por Krehbiel et al. (1998), Shirley et al. (2002) e Farmer et al. (2004). Possível explicação para este fato, segundo Beaty et al. (1994), seria que animais suplementados diariamente ou três vezes por semana não apresentarem diferenças quanto ao tempo dispendido com atividade de pastejo. Em contraste, outros autores observaram redução no consumo de matéria seca total (MST) e de pasto (MSP) à medida que a frequência de fornecimento do suplemento reduziu (Huston et al., 1999; Farmer et al., 2001; Bohnert et al., 2002b), principalmente quando maior for o intervalo entre a suplementação.

Tabela 6 - Efeito da estratégia de suplementação sobre o consumo de MS total (MST), MS de pasto (MSP), MO, MO de pasto (MOP), PB, EE, FDN, CT e CNF de bovinos sob pastejo

| Item | Tratamento | | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | |
|------|----------------|------|------|------|------|--------|------------------------|-------|-------|
| | AC | 3X | 5X | 6X | 7X | | ACF | L | Q |
| | Kg/dia | | | | | | | | |
| MST | 6,18 | 6,12 | 6,18 | 6,17 | 6,20 | 8,7 | 0,972 | 0,826 | 0,938 |
| MSP | 5,23 | 5,25 | 5,26 | 5,26 | 5,27 | 10,4 | 0,848 | 0,440 | 0,536 |
| MO | 5,58 | 5,50 | 5,51 | 5,51 | 5,52 | 8,8 | 0,575 | 0,443 | 0,532 |
| MOP | 4,64 | 4,66 | 4,66 | 4,67 | 4,67 | 10,3 | 0,852 | 0,437 | 0,523 |
| PB | 0,63 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,63 | 6,3 | 0,506 | 0,570 | 0,698 |
| EE | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 8,6 | 0,804 | 0,867 | 0,708 |
| CT | 5,20 | 5,15 | 5,16 | 5,16 | 5,16 | 9,2 | 0,643 | 0,438 | 0,531 |
| FDN | 4,25 | 4,22 | 4,23 | 4,23 | 4,23 | 9,5 | 0,697 | 0,441 | 0,525 |
| CNF | 0,96 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 8,1 | 0,378 | 0,449 | 0,508 |
| | % do Peso vivo | | | | | | | | |
| MST | 2,21 | 2,22 | 2,21 | 2,17 | 2,20 | 9,1 | 0,927 | 0,747 | 0,514 |
| MSP | 1,87 | 1,91 | 1,88 | 1,85 | 1,87 | 9,9 | 0,933 | 0,747 | 0,514 |
| MO | 1,99 | 2,00 | 1,97 | 1,94 | 1,96 | 8,5 | 0,757 | 0,621 | 0,744 |
| MOP | 1,66 | 1,70 | 1,66 | 1,64 | 1,66 | 9,9 | 0,934 | 0,681 | 0,772 |
| FDN | 1,53 | 1,54 | 1,51 | 1,49 | 1,50 | 9,1 | 0,898 | 0,649 | 0,774 |

¹/ACF = Autocontrole *versus* frequência; L e Q = efeitos de ordem linear e quadrático da frequência de suplementação

Os efeitos das diferentes estratégias de suplementação sobre a digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal da MS, MO, PB, CT, FDN e CNF encontram-se na

Tabela 7. Observou-se efeito significativo da estratégia de suplementação ($P < 0,10$) somente sobre a digestibilidade aparente total da MS, sendo maior nos animais que consumiram o suplemento tipo autocontrole. Conforme apresentado na Tabela 1, este suplemento apresentou em sua formulação maior nível de uréia. Assim, os requerimentos de amônia dos microrganismos ruminais podem ter sido atendidos de forma mais rápida em razão da alta degradabilidade da uréia, que ao chegar no rúmen é rapidamente hidrolisada a amônia.

Tabela 7 - Efeito da estratégia de suplementação sobre a digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal da MS, MO, PB, CT, FDN e CNF de bovinos sob pastejo

| Item | Tratamento | | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | |
|-------------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|--------|------------------------|-------|-------|
| | AC | 3X | 5X | 6X | 7X | | ACF | L | Q |
| Digestibilidade aparente total | | | | | | | | | |
| MS | 62,28 | 60,94 | 58,70 | 57,70 | 59,12 | 3,5 | 0,062 | 0,103 | 0,105 |
| MO | 60,78 | 62,34 | 58,88 | 56,51 | 55,83 | 5,8 | 0,187 | 0,274 | 0,275 |
| PB | 72,43 | 70,21 | 68,23 | 64,73 | 66,23 | 5,8 | 0,205 | 0,243 | 0,275 |
| CT | 64,97 | 66,97 | 65,22 | 62,84 | 65,10 | 2,4 | 0,654 | 0,121 | 0,104 |
| FDN | 68,66 | 70,12 | 68,47 | 66,36 | 68,20 | 3,4 | 0,956 | 0,127 | 0,139 |
| CNF | 85,00 | 84,35 | 83,08 | 82,29 | 82,23 | 4,8 | 0,329 | 0,385 | 0,738 |
| Digestibilidade aparente ruminal | | | | | | | | | |
| MS ² | 68,33 | 69,09 | 69,11 | 68,48 | 69,05 | 13,7 | 0,901 | 0,967 | 0,947 |
| MO ² | 72,21 | 73,16 | 72,86 | 72,66 | 71,72 | 1,1 | 0,264 | 0,241 | 0,536 |
| PB ³ | 38,41 | 34,20 | 33,15 | 29,75 | 30,13 | 8,7 | 0,080 | 0,588 | 0,798 |
| CT ² | 86,24 | 87,70 | 86,95 | 87,02 | 87,14 | 1,8 | 0,593 | 0,784 | 0,758 |
| FDN ² | 85,66 | 85,50 | 85,35 | 84,84 | 85,28 | 5,4 | 0,691 | 0,708 | 0,646 |
| CNF ² | 75,73 | 76,98 | 76,65 | 77,60 | 75,66 | 9,6 | 0,796 | 0,672 | 0,630 |
| Digestibilidade aparente intestinal | | | | | | | | | |
| MS ² | 31,67 | 30,91 | 30,89 | 31,52 | 30,95 | 30,3 | 0,901 | 0,860 | 0,778 |
| MO ² | 3,79 | 3,84 | 4,14 | 4,34 | 4,28 | 14,6 | 0,264 | 0,833 | 0,913 |
| PB ³ | 52,32 | 51,50 | 51,33 | 52,44 | 52,06 | 14,1 | 0,150 | 0,401 | 0,649 |
| CT ² | 13,76 | 12,30 | 13,05 | 12,98 | 12,86 | 31,3 | 0,796 | 0,124 | 0,464 |
| FDN ² | 14,34 | 14,50 | 14,65 | 15,16 | 14,75 | 36,0 | 0,691 | 0,708 | 0,646 |
| CNF ² | 24,74 | 23,02 | 23,35 | 22,40 | 24,34 | 10,4 | 0,593 | 0,865 | 0,849 |

¹/ACF = Autocontrole *versus* frequência; L e Q = efeitos de ordem linear e quadrático da frequência de suplementação; ²/ % do total digerido. ³/ % da quantidade que chegou no local.

Observou-se que as diferentes frequências de suplementação estudadas não afetaram ($P > 0,10$) a digestibilidade aparente total dos diferentes componentes. Resultados variados sobre os efeitos da frequência de suplementação sobre a digestibilidade total da MS têm sido observados na literatura. Farmer et al. (2001) e Luden et al. (2002) observaram redução linear na digestibilidade quando os suplementos foram distribuídos aos animais em menor frequência. De forma contrária, Beaty et al. (1994) verificaram maior coeficiente de digestibilidade nos animais suplementados três vezes por semana

quando comparados com a distribuição diária. De forma similar às observações do presente estudo, Bohnert et al. (2002a) e Farmer et al. (2004) não verificaram nenhum efeito da infreqüência de suplementação sobre a digestibilidade da MS. O incremento na digestibilidade observado por Beaty et al. (1994) foi associado com o menor consumo de forragem e conseqüente maior tempo de retenção do alimento no trato gastrintestinal. Por outro lado, a sustentação da digestibilidade total da MS demonstra a capacidade dos ruminantes em tamponar os efeitos do suprimento de nutrientes em uma menor freqüência (Farmer et al. 2004). Neste contexto, segundo Bohnert et al. (2002b) quando comparado à fontes ricas em proteína não degradável no rúmen, o fornecimento de alimentos ricos em proteína degradável no rúmen pode ajudar a minimizar as flutuações do status de N ruminal que possam ocorrer quando grandes quantidades de suplemento são fornecidos, como no caso da menor freqüência de suplementação.

O fornecimento de suplemento autocontrole propiciou maior digestibilidade aparente ruminal de PB ($P < 0,10$) do que as freqüências estudadas. Este fato pode indicar que neste tratamento os animais apresentaram maiores perdas de proteína na forma de amônia, o que pode ser indicativo de excesso de consumo de PDR. De fato, conforme apresentado na Tabela 8 as maiores concentrações de amônia ruminal foram observadas com a suplementação autocontrole e com conseqüente maior excreção urinária de nitrogênio na forma de uréia (Tabela 10). Entretanto, conforme já discorrido o desempenho dos animais não foi afetado negativamente (Tabela 5) A digestibilidade aparente intestinal dos nutrientes não foi afetada ($P > 0,10$) tanto pela estratégia de suplementação quanto pelas diferentes freqüências estudadas.

O pH do líquido ruminal é mostrado na Figura 2. De acordo com Ørskov & Tyler (1990) substratos disponíveis para a fermentação, juntamente com o pH ruminal são os principais fatores determinantes da sobrevivência dos microrganismos no ecossistema ruminal, destacando-se a redução do pH como a principal causa isolada dos efeitos associativos negativos de diversos componentes da dieta sobre a digestibilidade da ração. Os valores médios estiveram sempre acima do limite de 5,0 a 5,5 (Hoover, 1986) como inibitório à atividade dos microrganismos celulolíticos. Estudando diferentes freqüências de suplementação, Bohnert et al. (2002c) e Farmer et al. (2004) também encontraram resultados semelhantes.

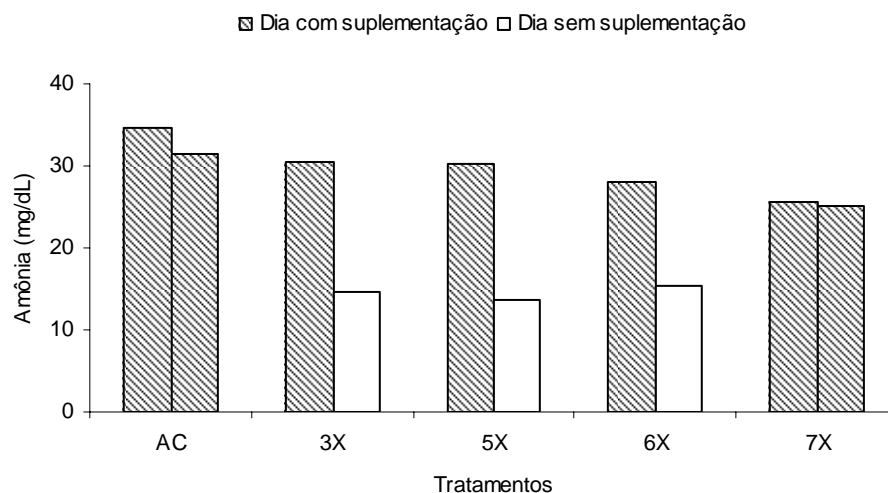


Figura 2 - Estimativa do pH do líquido ruminal obtida no dia do fornecimento do suplemento e no dia sem o fornecimento do suplemento

Os valores médios observados no dia em que os animais foram suplementados foram de $6,78 \pm 0,07$; $6,76 \pm 0,12$; $6,68 \pm 0,14$, $6,72 \pm 0,06$ e $6,68 \pm 0,11$, respectivamente, para AC, 3X, 5X, 6X e 7X. Quando a mensuração do pH foi realizada nos dias em que os animais não receberam suplementos (suplementação em menor frequência), os valores foram de: $6,54 \pm 0,13$; $6,48 \pm 0,15$ e $6,61 \pm 0,07$, respectivamente, para as frequências 3X, 5X e 6X.

As concentrações de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) em função dos tratamentos são apresentadas na Figura 3. As concentrações médias observadas no dia em que os animais foram suplementados foram de $34,57 \pm 10,98$; $30,37 \pm 11,46$; $30,32 \pm 9,73$; $28,00 \pm 11,78$ e $25,53 \pm 6,54$ mg/dL de líquido ruminal, respectivamente, para AC, 3X, 5X, 6X e 7X. Quando a estimativa da concentração do $N-NH_3$ foi realizada nos dias em que os animais não receberam suplementos (suplementação em menor frequência), os valores foram de: $14,65 \pm 5,78$; $13,57 \pm 5,30$ e $15,30 \pm 4,98$ mg/dL de líquido ruminal, respectivamente, para as frequências 3X, 5X e 6X.

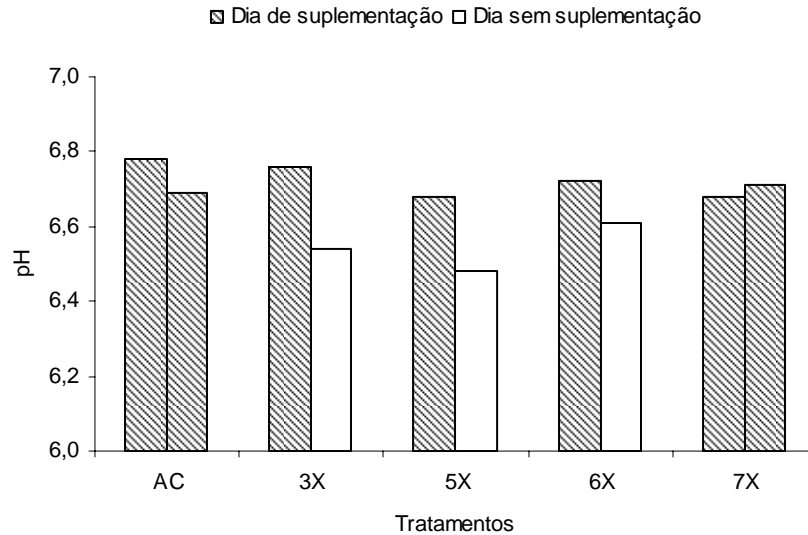


Figura 3 - Estimativa da concentração de amônia do líquido ruminal obtida no dia do fornecimento do suplemento e no dia sem o fornecimento do suplemento

Destaca-se que em todos os tratamentos e mesmo nos dias em que os animais não receberam a suplementação, o valor médio esteve acima de 5,0 mg/dL de N-NH₃ (Griswold et al., 2003) indicando que a amônia ruminal não limitou o crescimento microbiano em nenhum dos tratamentos. Percebe-se que mesmo nos dias em que os animais dos tratamentos 3X, 5X e 6X em que não receberam suplementos, os níveis estiveram acima de 10,0 mg/dL de líquido ruminal sugeridos por Leng (1990) como ótimo para apropriada fermentação em condições tropicais. Desta forma, pode-se inferir que a suplementação de forma descontínua possibilita a manutenção da concentração de N-NH₃ do líquido ruminal em níveis adequados para o crescimento e a atividade microbiana. Este comportamento está de acordo com os observados por Collins & Pritchard (1992), Beaty et al. (1994) e Bohnert et al. (2002c).

A maior concentração de N-NH₃ ruminal encontrada nos animais que consumiram suplemento autocontrole pode ser atribuída à alta taxa de hidrólise da uréia. O fornecimento de suplemento com maior degradabilidade contendo fonte prontamente disponível de N, via uréia, foi responsável pelas maiores concentrações de N-NH₃ ruminal. Aparentemente, a degradabilidade é mais importante do que a quantidade de suplemento para determinar aumento da concentração de N-NH₃ (Franco et al., 2004).

Na Tabela 8 encontram-se as médias para os fluxos de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana obtidas para os cinco tratamentos. Não

houve efeito ($P>0,10$) tanto da estratégia de suplementação quanto da frequência de suplementação sobre o Nmic e eficiência microbiana. Resultado similar também foi encontrado por Bohnert et al. (2002a) ao avaliar diferentes em frequências de suplementação.

Tabela 8 - Efeito da estratégia de suplementação sobre os fluxos de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), matéria seca microbiana (MSmic), e eficiência microbiana em bovinos sob pastejo

| Item | Tratamento | | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | |
|-----------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------|-------|-------|
| | AC | 3X | 5X | 6X | 7X | | ACF | L | Q |
| Nmic ² | 56,63 | 56,09 | 56,14 | 55,99 | 55,98 | 25,5 | 0,937 | 0,989 | 0,993 |
| Eficiência Microbiana | | | | | | | | | |
| EFIMO ³ | 20,64 | 21,02 | 21,37 | 21,09 | 20,74 | 25,9 | 0,990 | 0,997 | 0,974 |
| EFICT ⁴ | 24,08 | 24,73 | 24,97 | 24,73 | 24,40 | 26,8 | 0,978 | 0,998 | 0,992 |
| EFINDT ⁵ | 117,58 | 119,37 | 120,82 | 119,24 | 117,52 | 25,5 | 0,986 | 0,989 | 0,994 |

¹/ACF = Autocontrole *versus* frequência; L e Q = efeitos de ordem linear e quadrático da frequência de suplementação; ²/g/dia; ³/g Nmic/Kg MODR, ⁴/g Nmic/Kg CTDR; ⁵/g PBmic/kg NDT

O valor médio para eficiência microbiana, quando expresso em g de PBmic/kg de NDT consumido, foi 118,90 g PBmic/kg de NDT, que foi inferior aos valores de 130 g PBmic/kg de NDT empregado pelo NRC (2000). No entanto, foi bem próximo ao valor de 120 g PBmi/kg de NDT recomendado por Valadares Filho et al. (2006) como referência para condições tropicais. Ressalta-se que a recomendação do NRC (2000) é uma generalização que nem sempre se aplica a todas condições. Com base no próprio NRC (2000), dietas com níveis de consumo variando entre 1,9 a 2,1% do PV e NDT entre 50 a 60%, como as do presente estudo, a eficiência de síntese de proteína microbiana seria próxima de 80,0 g PB/Kg de NDT. Desta forma, infere-se que os valores médios estimados de síntese de proteína microbiana são adequados e aplicáveis.

Na Tabela 9 encontram-se as médias para compostos nitrogenados ingeridos (NI), excretados na urina (NUR), nas fezes (NF), sérico (NS), balanço de compostos nitrogenados (BN) e BN em função do ingerido (BNI). Observou-se efeito da estratégia de suplementação ($P<0,10$) sobre a NUR, NS sendo maiores valores encontrados nos animais que consumiram suplemento autocontrole. Apesar de não significativo, a suplementação tipo autocontrole propiciou maior ingestão de N que a suplementação freqüente e conseqüentemente maior concentração de N-NH₃, o que levou à maior excreção urinária de compostos nitrogenados. De fato, segundo Russell et al. (1992), a produção excessiva de N-NH₃ e sua conseqüente absorção ruminal aumentam a excreção de N via urina. A quantidade e, principalmente, a degradabilidade da proteína dietética

afeta o metabolismo da uréia (Huntington et al., 2001), fato este evidenciado através de alterações nas concentrações de NS e na excreção de NUR.

Tabela 9 - Efeito da estratégia de suplementação sobre os compostos nitrogenados totais ingeridos (NI), excretados na urina (NUR), nas fezes (NF) nitrogênio uréico sérico (NS), balanço de compostos nitrogenados (BN) e BN em função do ingerido (BNI) em bovinos sob pastejo

| Item | Tratamento | | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | |
|------------------|------------|-------|-------|-------|-------|--------|------------------------|-------|-------|
| | AC | 3X | 5X | 6X | 7X | | ACF | L | Q |
| NI ² | 101,49 | 98,67 | 98,84 | 98,70 | 97,69 | 5,0 | 0,247 | 0,792 | 0,768 |
| NUR ² | 49,09 | 46,09 | 47,74 | 45,27 | 44,21 | 16,0 | 0,098 | 0,895 | 0,774 |
| NF ² | 29,46 | 31,84 | 32,12 | 32,61 | 32,67 | 12,8 | 0,251 | 0,501 | 0,771 |
| NS ³ | 16,71 | 15,63 | 15,67 | 15,62 | 15,63 | 22,0 | 0,097 | 0,997 | 0,988 |
| BN ² | 22,84 | 20,74 | 19,98 | 20,82 | 20,81 | 23,6 | 0,905 | 0,778 | 0,576 |
| BNI ⁴ | 22,50 | 21,02 | 20,21 | 21,09 | 21,30 | 21,8 | 0,707 | 0,801 | 0,484 |

¹/ACF = Autocontrole *versus* frequência; L e Q = efeitos de ordem linear e quadrático da frequência de suplementação; ²/g/dia; ³/mg/dL, ⁴/%.

Segundo Broderick (1995), a concentração elevada de uréia sérica está relacionada com sensível queda no aproveitamento dietético do N, o que poderia afetar negativamente o desempenho dos animais. O excesso de amônia produzido no rúmen precisa ser transformado no fígado em uréia, sendo que este processo causa um custo energético, além de depleção de alguns intermediários do ciclo de Krebs (α -cetogluturato), diminuindo o metabolismo energético do animal bem como a gliconeogênese (Brody, 1993). No entanto, a não observação deste comportamento (Tabela 5) pode ser em parte explicado pelo maior BN (7,5% maior que a média dos animais suplementados de forma infrequente).

As variáveis apresentadas na Tabela 10 não foram afetadas ($P>0,10$) pelas frequências de suplementação. Em virtude do consumo de MST não ter diferido (Tabela 6), o NI também não diferiu entre as diferentes frequências. Com relação à excreção de NF, Currier et al. (2004) também não encontraram efeito da suplementação infrequente. Segundo Bohnert et al. (2002b) a infrequência de suplementação tem pequeno efeito sobre a excreção de NF.

A não observação de efeitos sobre a excreção de NF pode ser em razão das frequências de suplementação propiciarem digestibilidade total do N similar. No entanto, Ludden et al. (2002) ao suplementarem ovinos em dias alternados verificaram maior excreção de N, o que levou ao incremento na digestibilidade total do N. Em adição, verificaram que a suplementação em dias alternados reduz a excreção de NUR, contribuindo para o aumento na retenção de N quando comparados com ovinos

alimentados diariamente. Segundo os autores, embora incrementos na digestibilidade total do N contribua para aumentar o N retido, a maior parte desta resposta é devido à redução na excreção de NUR.

Desta forma, o fornecimento de suplementos em menor frequência de distribuição aumenta a síntese endógena de uréia para ser reciclada e retornar ao ambiente ruminal para ser usada pelos microrganismos, particularmente em dias de não suplementação (Ludden et al., 2002). Assim, com base nesta afirmativa, se maior quantidade de NS for desviada para esta função produtiva, a excreção de NUR é diminuída. Desta forma, visto que as excreções de NF e NUR, não diferiram para as diferentes frequências, o BN nas duas formas apresentadas também não diferem ($P > 0,10$).

A concentração de NS está positivamente correlacionada com a ingestão de N (Harmeyer & Martens, 1980), assim o comportamento da NS seguiu o mesmo da NI para as diferentes frequências avaliadas. Tal observação também foi encontrada por Collins & Pritchard (1992). De forma contrária, Huston et al. (1999), Bohnert et al. (2002b) e Currier et al. (2004) observaram queda no teor de NS em animais suplementados em menor frequência. Segundo Currier et al. (2004), a resposta geral observada com a suplementação infrequente é a presença do pico de NS logo após o consumo do suplemento quando comparado com a suplementação diária. Este fato ocorre normalmente 24 horas pós-suplementação e é proporcional à quantidade consumida. Até o próximo evento da suplementação o NS tende a decrescer (Huston et al., 1999; Bohnert et al., 2002b).

Em revisão sobre metabolismo da uréia em ruminantes, Harmeyer & Martens (1980) e Kennedy & Milligan (1980) indicaram que mudanças na dieta, tais como alimentação restrita e/ou dietas com baixo teor protéico, podem alterar a permeabilidade do trato gastrointestinal para a uréia e mudar a regulação renal para sua excreção, o que pode ocorrer quando bovinos são suplementados de forma infrequente.

Conclusões

A suplementação tipo autocontrole de consumo incrementa a digestibilidade total da matéria seca, possivelmente pela maior concentração de amônia ruminal que, apesar de propiciar maiores teores de nitrogênio no soro e na urina, não afeta negativamente o balanço de compostos nitrogenados.

O fornecimento descontínuo de suplementos através da suplementação autocontrole ou em frequência de três vezes por semana são alternativas viáveis de manejo de

suplementos protéicos, visto que não prejudica o desempenho, características ingestivas e digestivas, eficiência de síntese de proteína microbiana e balanço de compostos nitrogenados dos animais.

A escolha da estratégia de manejo de suplementos protéicos para bovinos de corte criados no sistema pasto-suplemento durante a estação seca dependerá da logística do sistema de produção e disponibilidade de ingredientes.

Literatura Citada

- BEATY, J. L., COCHRAN, R. C., B. A. LINTZENICH, B. A. et al. Effect of frequency of supplementation and protein concentration in supplements on performance and digestion characteristics of beef cattle consuming low-quality forages. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2475–2486, 1994.
- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; BAUER, M.L. et al. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality low-quality forage: I-Site of digestion and microbial efficiency. **Journal of Animal Science**. v.80, p.2967-2967, 2002a.
- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; DELCURTO, T. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on performance and nitrogen use in ruminants consuming low-quality forage: Cow performance and efficiency of nitrogen use in wethers. **Journal of Animal Science**. v.80, p.1629-1637, 2002b.
- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; FALECK, S.J. et al. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality low-quality forage: II-Ruminal fermentation characteristics. **Journal of Animal Science**. v.80, p.2978-2988, 2002c.
- BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. San Diego: Academic Press. 658p, 1993.
- BRODERICK, G.A. Methodology for the determining ruminal degradability of feed proteins. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes. Viçosa, 1995. **Anais...** Viçosa: UFV/DZO. 1995. p.139-176.
- 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, p.494-531, 1994.
- CANESIN, R.C.; BERCHIELLE, T.T.; ANDRADE, P. et al. Desempenho de bovinos mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos a diferentes estratégias de suplementação no período da seca. In: 42^a Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, Goiânia-GO, **Anais...** Goiânia-GO:SBZ, 2005 (CD-ROM, Nutrição de Ruminantes).
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N; POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba:SBZ, 2001. (CD-ROM).

- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details. Occasional publication. **Buchsburnd Aberdeen**. Ed. Rowett Research Institute. 21p., 1992.
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- COLLINS, R.M.; PRITCHARD, R.H. Alternate day supplementation of corn stalk diets with soybean meal or corn gluten meal fed to ruminants. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3899-3908, 1992.
- COLEMAN, S. W.; WYATT, R. D. Cottonseed meal or small grain forages as protein supplements fed at different intervals to cattle. **Journal of Animal Science**, v.55, p.11-17, 1982.
- CURRIER, T.A.; BOHNERT, D.W.; FALCK, S.J. et al. Daily and alternate day supplementation of urea or biuret to ruminants consuming low-quality forage: I. Effects on cow performance and the efficiency of nitrogen use in wethers. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1508-1517, 2004.
- DIMARCO, O. N.; AELLO, M. S.; MENDEZ, D. G. Energy expenditure of cattle grazing pasture of low and high availability. **Animal Science**. (UK) v.63, p.45–50, 1996.
- EUCLIDES, V.P.B., ZIMER, A.H., VIEIRA, J.M. Equilíbrio na utilização da forragem sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1989. p.271-313
- FARMER, C.G.; COCHRAN, R.C.; NAGARAJA, T.G. et al. Ruminant and host adaptations to change in frequency of protein supplementation **Journal of Animal Science**, v.82, p.895-903, 2004.
- FARMER, C.G.; COCHRAN, R.C.; SIMMS, D.D. et al. The effects of several supplementation frequencies on forage use and the performance of beef cattle consuming dormant tallgrass prairie forage. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2276-2285, 2001.
- FRANCO, A.V.M.; FRANCO, G.L.; ANDRADE, P. Parâmetros ruminais e desaparecimento da MS, PB e FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagem na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1316-1324, 2006.
- GARCIA, L.F.; FERNANDES, L.B.; JFRANCO, A.V.M. et al. Desempenho de bovinos em pastejo contínuo submetidos a dois intervalos de suplementação no período da seca. In: 42ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, Goiânia-GO, **Anais...** Goiânia-GO:SBZ, 2005 (CD-ROM, Nutrição de Ruminantes).
- GRISWOLD, K.E.; APGAR, G.A.; BOUTON, J. et al. Effects of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility and fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**. v.1, p.329-336, 2003.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000. p.A-25 (Bulletin 339, april, 2000).

- HARMEYER, J; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Animal Science**, v.63, p. 1707-1728, 1980
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**. v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.
- HUNTINGTON, G.B.; POORE, M; HOPKINS, B. et al. Effect of ruminal protein degradability on growth and N metabolism in growing beef steers **Journal of Animal Science**. v.79, p.533-541, 2001.
- HUSTON, F. E., LIPPKE, H., FORBES, T.D.A et al. Effects of supplemental feeding interval on adult cows in western Texas. **Journal of Animal Science**. v.77, p.3057-3067, 1999.
- KENNEDY, P. M.; MILLIGAN, L.P. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.60, p.205-221, 1980.
- KREHBIEL, C.R.; FERRELL, C.L.; FREETLY, H.C. et al. Effects of frequency of supplementation on Dry matter intake and net portal and hepatic flux of nutrients in mature ewes that consume low-quality forage. **Journal of Animal Science**, v.76. p.2464-2473, 1998.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Dinâmica de degradação ruminal in situ da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade suplementados com níveis crescentes de compostos nitrogenados. In: 42ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa. **Anais...João Pessoa, SBZ**, 2006 (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- LEÃO. M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana**. Belo Horizonte, MG – UFMG, 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**. v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- LUDDEN, P.A.; HESS, B.W.; NAYIGIHUGU, V. Effects of ruminal protein degradability and supplementation frequency on intake, diet digestibility, and nitrogen balance in forage-fed lambs, **University of Wyoming Annual Animal Science Research Report**, 2002
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. V.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press: New York, 1990. 483p.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.914-920, 2006.
- NOLLER, C.H., NASCIMENTO JÚNIOR, D. do, QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13, 1997, Piracicaba. **Anais... Piracicaba: FEALQ**, 1997. p.319-352.

- ØRSKOV, E.R.; TYLE, M. **Energy nutrition in ruminants**. Cambridge: Elsevier Science Publishers. 1990. 146p.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: II Simpósio de produção de gado de corte, II, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p.187-231.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: Uma visão sistêmica. In: IV Simpósio de produção de gado de corte, IV, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p.93-144.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, D.C.: 2000. 242p.
- RUSSELL, J.B., O’CONNOR, J.D., FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I – Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 3562-61, 1992.
- SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S. et al. Avaliação de pastagem diferida de *brachiaria decumbens* stapf: 1. Características químico-bromatológicas da forragem durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.203-213, 2004a.
- SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S. et al. Avaliação de pastagem diferida de *brachiaria decumbens* stapf. 2. Disponibilidade de forragem e desempenho animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.214-224, 2004b.
- SHIRLEY, T.R.; ACKERMAN, C.J.; PULSIPHER, G.D. et al. Daily vs alternate day supplementation of soybean mela or wheat middlings to steers consuming low quality hay. **Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science**. v.53, p.50-54, 2002.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2002. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª Edição. Viçosa:UFV, imp. univ. 165p.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.11, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana**. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte, 1.ed.-Viçosa: UFV, DZO, 2006. 142p.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. Ithaca; Cornell University Press, 1994, 476p.
- Van SOEST, P.J. e ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

Efeito da Estratégia de Suplementação Sobre o Desempenho Produtivo de Bovinos de Corte em Pastejo Durante o Período das Águas

Resumo - Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de distribuição de suplementos protéicos sobre o ganho de peso de bovinos de corte anelados sob pastejo durante o período das águas. O experimento teve duração de 84 dias e para avaliar o desempenho produtivo foram utilizados 25 novilhos anelados não-castrados com idade e pesos médios (PV) iniciais, respectivamente, de 10,5 meses e 222,4 kg distribuídos em cinco piquetes de *Brachiaria decumbens* com 2,0 ha cada. As estratégias de suplementação estudadas foram: suplementação mineral (SM) e suplementação protéica de autocontrole de consumo (AC) e infreqüente (0,500 g/animal). As freqüências estudadas foram: três vezes/semana (Segunda, Quarta e Sexta - 3X), cinco vezes por semana (Segunda a Sexta 5X) e diariamente (7X). O consumo diário de matéria seca (MS) de suplemento dos animais que receberam suplemento do tipo AC foi de 0,523 g, próximo ao consumo de 0,500 g preconizado durante a formulação do suplemento. Foram verificados menores ganho médios diários (GMD) e PV final para os animais que receberam apenas suplementação mineral ($P < 0,10$) quando comparados às estratégias de suplementação protéica que não diferiram entre si ($P > 0,10$). O GMD foi de 726,0; 891,0; 895,0; 885,0 e 892,0 g, respectivamente, para as estratégias SM, AC, 3X, 5X e 7X.

Palavras-chave: Infreqüência de suplementação, pasto suplemento de autocontrole, suplementação mineral.

Effect of Supplementation Strategies on Performance of Beef Cattle at Pasture During Rainy Season

Abstract – The objective was to evaluate different supplementation strategies on performance and nutritional characteristics of zebu steers during rainy season. Twenty five steers with initial age and live weight (LW), respectively, 10.5 months old and 222.4 kg grazing in five paddocks of *Brachiaria decumbens* were used for evaluate the performance. The different supplementation strategies evaluated were: mineral supplementation (MIS) self-feed supplementation (SF) and infrequent supplementation (0.500 kg/animal). The frequencies of supplementation evaluates were: three times/week (Monday, Wednesday and Friday – 3X), five times/week (Monday to Friday – 5X) and daily (7X). Supplement dry matter (DM) intake on animals that receive SF supplementation was 0.523 g/day. The ADG and final LW was smaller ($P<0.10$) on animals that just fed MIS when compared to protein supplementation that didn't differ to each other ($P>0.10$). The ADG was 726.0; 891.0; 895.0; 885.0 and 892.0 g, respectively, for strategies MIS, SF, 3X, 5X and 7X.

Key Words: infrequent supplementation, mineral supplementation, pasture, self-fed supplementation.

Introdução

Em sistemas de produção nos quais são almejados índices elevados de eficiência, somente em situações particulares, e por pouco tempo, as pastagens tropicais têm sido capazes de possibilitar que bovinos tenham suas exigências nutricionais atendidas durante o período das águas, visto que flutuações no valor nutritivo das forragens também ocorrem e são capazes de influenciar a produção animal.

Nesta época, apesar de não serem consideradas deficientes, em termos de proteína bruta (PB), as pastagens tropicais não permitem altas taxas de ganho constituindo uma das principais limitações no aumento do ganho de peso e na redução da idade de abate. De fato, nesta época, a média de ganho de peso de animais mantidos em pastejo recebendo apenas suplementação mineral tem sido inferior a 0,500 kg/dia (Euclides et al., 2001; Cavaguti et al., 2002; Marin et al., 2002 e Porto et al., 2005). Desta forma, dentro da ótica da pecuária de precisão, onde a eficiência constitui meta capital, o incremento no desempenho de bovinos criados em regime de pastejo pode requerer o uso de suplementação protéica durante o período das águas.

Por outro lado, o uso de suplementos energéticos pode gerar um tipo de interação com os microrganismos que induz um efeito negativo sobre o desaparecimento da fibra (Dixon & Stockdale, 1999) além de, quando fornecidos exclusivamente apresentam menor potencial de favorecer o ganho de peso quando comparado à suplementação protéica, podendo tornar a prática da suplementação antieconômica (Moraes et al., 2006). Neste contexto, apesar de sua importância vital, a energia pode ser considerada como atributo nutricional um nutriente de natureza secundária, dando-se maior ênfase à correção das deficiências protéicas das pastagens, mesmo no período das águas.

Dentre os custos envolvidos no processo de suplementação, o transporte e a distribuição diária de suplementos para bovinos em pastejo são bastante expressivos (Zervoudakis, 2003). Desta forma, a formulação de suplementos de autocontrole de consumo ou de distribuição infrequente surgem como estratégia de manejo em sistemas de suplementação de bovinos a pasto para melhor racionalização da mão-de-obra, transporte e equipamentos ligados à prática de suplementação. Além destas vantagens, a suplementação em maior intervalo de dias também diminui a variação do desempenho entre os animais por desfavorecer a interação dominante-subordinado pela menor competição pelo suplemento quando fornecido em maiores quantidades (Bowman & Sowell, 1997).

Com relação à frequência de suplementação, pesquisas têm proporcionado forte embasamento quanto ao fato de que raramente o desempenho animal é prejudicado quando suplementos protéicos são fornecidos em diferentes intervalos de suplementação (Wettmann & Lusby, 1994; Krebbiel et al., 1998; Bohnert et al., 2002a). Segundo Beaty et al. (1994), a manutenção do desempenho satisfatório indica que bovinos suplementados em com menor frequência, são eficientes em sustentar elevadas concentrações de amônia no rúmen mesmo em dias que não consomem suplemento.

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de suplementação sobre o desempenho de bovinos de corte sob pastejo na estação das águas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, durante o período das águas, entre os meses de dezembro de 2003 e fevereiro de 2004.

Foram utilizados 25 novilhos anelorados, com idade e peso médios, respectivamente, de 10,5 meses e 222,4 kg. Os tratamentos aplicados aos animais (Tabela 1), constituíram-se de mistura mineral (MM), suplemento do tipo autocontrole de consumo (A) e as diferentes frequências de suplementação: três vezes/semana (segunda, quarta e sexta - 3X), cinco vezes/semana (segunda a sexta - 5X) e diariamente (7X) sendo que ao final de sete dias cada animal teve à sua disposição a mesma quantidade de suplemento (Tabela 2). Os suplementos foram distribuídos às 10h00.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos, com base na matéria natural

| Ingredientes | Suplementos | | |
|-------------------------------|-------------|---------------|------------|
| | MM | Auto-controle | Frequência |
| Mistura mineral ¹ | 100 | 10 | 10 |
| Uréia/sulfato de amônia (9:1) | -- | 10 | -- |
| Farelo de soja | -- | --- | 90 |
| Farelo de trigo | -- | 80 | -- |

¹MM = Mistura mineral: Composição: fosfato bicálcico 50%; Sal comum 48%; Sulfato de zinco 1,5%; Sulfato de cobre 0,75%; Sulfato de cobalto 0,05% e Iodato de potássio 0,06%.

Ao início do experimento, todos animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas e durante o período experimental, quando necessário, realizaram-se combates contra infestações de carrapatos e mosca-do-chifre. O experimento teve duração

de 84 dias e os animais foram pesados a cada 28 dias sendo o ganho médio diário determinado com base no peso vivo inicial e final.

Tabela 2 - Esquema de distribuição de suplementos aos animais

| Dias da semana | Frequências ¹ | | |
|-------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|
| | 3X ² | 5X ³ | 7X ⁴ |
| Domingo | --- | --- | 0,500 |
| Segunda | 1,167 | 0,700 | 0,500 |
| Terça | --- | 0,700 | 0,500 |
| Quarta | 1,167 | 0,700 | 0,500 |
| Quinta | --- | 0,700 | 0,500 |
| Sexta | 1,167 | 0,700 | 0,500 |
| Sábado | --- | --- | 0,500 |
| Total/semana (kg) | 3,500 | 3,500 | 3,500 |

¹Referente ao consumo de 0,500 kg/animal/dia; ²3X = três vezes/semana; ³5X = cinco vezes/semana; ⁴7X = diariamente

A área experimental destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouros e comedouros cobertos. Visando minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca (MS) de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias e após este período procedeu-se o rodízio dos animais (mantendo-se a aplicação dos mesmos tratamentos aos animais) entre os piquetes

No primeiro dia de cada período experimental realizou-se a coleta de amostras da forragem nos diferentes piquetes através do corte, a 10 cm do solo, de cinco áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,5 x 0,5 m, escolhidas aleatoriamente em cada piquete experimental. Após a pesagem, as amostras de cada piquete foram pesadas e homogeneizadas, e a partir dessas retiraram-se duas alíquotas compostas: uma para avaliação da disponibilidade total de MS/ha e outra para análise das disponibilidades por hectare de MS de folha verde, folha seca, colmo verde e colmo seco.

Das amostras destinadas à estimatção da disponibilidade total de MS forragem, foi calculado o percentual de MS potencialmente digestível (MSpD) ofertada aos animais. Esse resultado foi obtido por intermédio do resíduo insolúvel em detergente neutro avaliado após incubação *in situ* das amostras por 144 horas, segundo a equação:

$$MSpD = 0,98 X (100 - FDN) + (FDN - FDNi);$$

em que: 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeira do conteúdo celular; FDNi = FDN indigestível.

Amostra da forragem consumida pelos animais foi realizada pela simulação manual de pastejo, a qual foi coletada por um único amostrador para evitar variação no material coletado.

A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi feita de acordo com adaptação de Hall (2000). As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com descrições de Silva e Queiroz (2002) com exceção das avaliações de FDN e FDA que seguiram os métodos descritos por Mertens (2002) e Van Soest & Robertson (1985), respectivamente.

As análises referentes ao desempenho dos animais foram conduzidas em delineamento inteiramente casualizado seguindo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + \varepsilon_{ij}$$

em que: μ = constante geral; t_i = efeito referente ao tratamento i ; β = coeficiente de regressão residual entre a variável resposta Y e a variável concomitante X ; X_{ij} = peso vivo inicial do animal j no tratamento i ; \bar{X} = peso vivo inicial médio; e $\varepsilon_{(i)j}$ = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID (0; σ^2).

A comparação entre tratamentos foi realizada por intermédio da decomposição da soma de quadrados relacionada a esta fonte por intermédio de contrastes ortogonais, conforme descrito na Tabela 3. Para todos os procedimentos estatísticos adotou-se $\alpha = 0,10$.

Tabela 3 - Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

| Contraste | Tratamentos | | | | |
|-----------|-------------|--------------|----|----|----|
| | MM | Autocontrole | 3X | 5X | 7X |
| A1 | +4 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| B2 | 0 | +3 | -1 | -1 | -1 |
| C3 | 0 | 0 | -1 | 0 | +1 |
| D4 | 0 | 0 | -1 | +2 | -1 |

¹/Tratamento controle (MM) versus Suplementação; ²/Autocontrole versus Não autocontrole; ³/Efeito linear da frequência de suplementação; ⁴/Efeito quadrático da frequência de suplementação

Resultados e Discussão

A composição química dos suplementos e da *Brachiaria decumbens* é apresentada na Tabela 4. O pasto apresentou teor médio de PB de 9,97 % sendo superior ao valor de 7,0% necessário para que os microrganismos tenham condições de utilização dos substratos energéticos fibrosos da forragem ingerida (Lazzarini et al., 2006). Segundo

Paulino et al. (2003), mesmo durante o período das águas o conteúdo de nitrogênio (N) nas gramíneas tropicais é geralmente moderado e as taxas de declínio com a maturidade crescente são acentuadas. De fato, como observado no presente estudo, parte do conteúdo protéico do pasto se apresentou na forma insolúvel, associada à parede celular tornando-a lenta e parcialmente disponível ao animal.

Tabela 4 - Teores médios de MS, MO, PB, NNP, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA), PDR, EE, CT, FDN, FDNi, CNF, FDA, lignina, DIVMS e NDT dos suplementos e do pasto

| Item | Tratamento | | | |
|----------------------|-----------------|--------------|------------|---------------------------------|
| | MM ¹ | Autocontrole | Frequência | <i>B.decumbens</i> ² |
| MS (%) | 98,75 | 89,93 | 89,06 | 23,19 |
| MO ³ | - | 83,78 | 75,37 | 92,10 |
| PB ³ | - | 39,36 | 40,91 | 9,97 |
| NNP ⁴ | - | 54,21 | 20,87 | 46,15 |
| NIDN ⁴ | - | 5,03 | 14,89 | 42,36 |
| NIDA ⁴ | - | 4,53 | 4,98 | 23,15 |
| PDR ^{4,5} | - | 74,00 | 58,82 | - |
| EE ³ | - | 3,0 | 1,46 | 1,78 |
| CT ³ | - | 59,10 | 41,41 | 80,35 |
| FDN ³ | - | 33,07 | 12,48 | 73,15 |
| FDNi ³ | - | 15,88 | 1,72 | 18,51 |
| CNF ³ | - | 26,03 | 28,93 | 7,20 |
| FDA ³ | - | 11,25 | 11,26 | 36,42 |
| Lignina ³ | - | 2,62 | 1,94 | 3,07 |
| DIVMS | - | 75,98 | 77,59 | 60,45 |
| NDT ⁵ | - | 57,98 | 73,39 | - |

¹/MM = Mistura mineral: 50,00% fosfato bicálcico, 47,64% cloreto de sódio, 1,50% sulfato de zinco, 0,75% sulfato de cobre, 0,05% sulfato de cobalto, 0,06 sulfato de potássio; ²/Simulação manual de pastejo; ³/% da MS; ⁴/% do nitrogênio total; ⁵Estimado segunda Valadares Filho et al. (2006)

Os valores de disponibilidade de MS total (MST), MS potencialmente digestível (MSPD), MS de folha verde (MSFOV), MS de folha seca (MSFOS), MS de colmo verde (MSCOV), MS de colmo seco (MSCOS) da *Brachiaria decumbens* nos períodos de coleta são apresentados na Figura 1. As médias observadas durante o período experimental foram 3,410 t/ha, 2,204 t/ha, 1,071 t/ha, 0,182 t/ha, 0,1,875 t/ha e 0,228 t/ha, respectivamente, para MST, MSPD, MSFOV, MSFOS, MSCOV, MSCOS. Durante todo período experimental os valores observados de MST e MSPD encontram-se acima dos valores de 7,0 a 11,0% do peso vivo dos animais, considerados por Barbosa et al. (2006), como necessários para garantir consumo máximo de forragem, menor tempo de pastejo e maior quantidade de forragem degradada no rúmen. Desta forma, com base nos valores

observados pode-se inferir sobre a inexistência de entraves sobre a seletividade, garantindo-se a possibilidade de maximização do consumo de MS da forragem disponível.

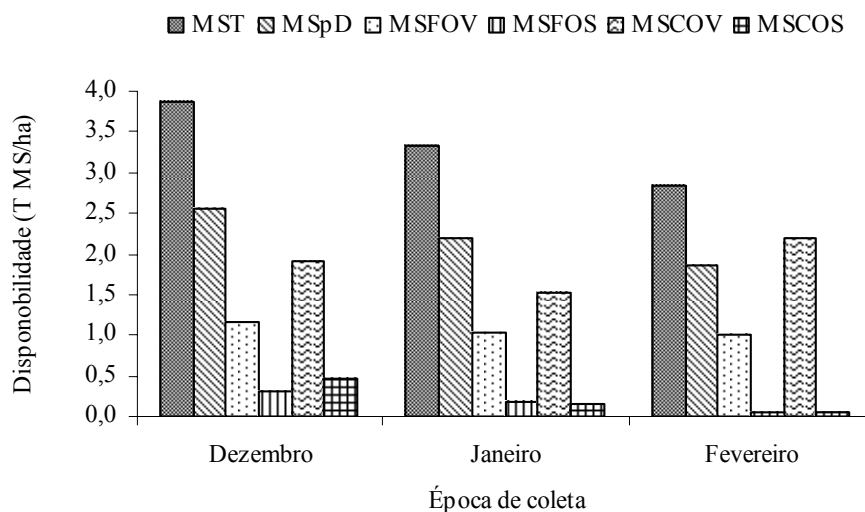


Figura 1 - Valores médios de disponibilidade de matéria seca total (MST), potencialmente digestível (MSpD), folha verde (MSFOV), folha seca (MSFOS), colmo verde (MSCOV), colmo seco (MSCOS) da *Brachiaria decumbens* no período experimental

Segundo Santos et al. (2004), uma vez que a disponibilidade, proporção, distribuição e qualidade de folha verde (FOV), folha seca (FOS), colmo verde (COV) e colmo seco (COS) no relvado influenciam o consumo de matéria seca e o desempenho dos animais em pastejo, a separação e a análise química desses componentes do relvado podem de certa forma caracterizar melhor a forragem disponível. Neste sentido, é apresentada na Tabela 5 a composição química dos componentes da *Brachiaria decumbens* durante o período experimental.

Nota-se que a fração folha (FOV + FOS) apresentou em média maior teor protéico que a fração caule (COV + COS), o que demonstra a importância deste componente na composição da dieta selecionada por bovinos em pastejo. De fato, Hoyos & Lascano (1985) ao trabalharem com bovinos em pastejo, observaram que 95,3% da dieta de bovinos em pastejo foi composta por folhas. Essa recusa por colmos durante o pastejo pode estar relacionada não só com o menor teor de PB e digestibilidade do componente colmo, como também em virtude da menor acessibilidade durante o período das chuvas e segundo Minson (1982) menor resistência à prensão da folha em relação ao colmo.

Desta forma, considerando que o aumento da proporção de colmo no relvado pode afetar negativamente o consumo da MS total oferecida, Paulino et al. (2004) salientaram

que o conceito de controle do processo de pastejo deve passar obrigatoriamente, pelas características estruturais do dossel forrageiro; e que estratégias de manejo do pastejo na qual procura-se substituir colmos e folhas senescentes, por caules jovens e folhas recém-expandidas, ricas em tecidos meristemáticos, possibilita a obtenção de dieta com quantidade aumentada de materiais de parede celular utilizáveis como fonte de energia para bovinos.

Tabela 5 - Teores médios de MS, MO, PB, NNP, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA), EE, CT, FDN, FDNi, CNF, FDA, lignina e DIVMS dos componentes folha verde, colmo verde, folha seca e colmo seco da *Brachiaria decumbens*

| Item | Folha verde | Folha seca | Colmo verde | Colmo seco |
|----------------------|-------------|------------|-------------|------------|
| MS (%) | 21,62 | 76,96 | 20,44 | 80,09 |
| MO ¹ | 89,13 | 89,81 | 90,42 | 90,97 |
| PB ¹ | 9,51 | 2,47 | 5,67 | 2,04 |
| NNP ^{1,2} | 27,71 | 34,99 | 27,50 | 37,97 |
| NIDN ^{1,2} | 37,43 | 34,33 | 43,91 | 56,23 |
| NIDA ^{1,2} | 15,32 | 23,57 | 32,90 | 41,24 |
| EE ¹ | 2,10 | 1,70 | 2,60 | 1,25 |
| CT ¹ | 78,52 | 85,64 | 82,85 | 87,68 |
| FDN ¹ | 72,40 | 76,23 | 79,56 | 84,66 |
| FDNi ¹ | 30,87 | 39,53 | 49,96 | 57,64 |
| CNF ¹ | 6,12 | 9,41 | 3,29 | 3,02 |
| FDA ¹ | 33,60 | 37,79 | 45,45 | 57,43 |
| Lignina ¹ | 3,25 | 5,59 | 5,05 | 9,41 |
| DIVMS | 69,89 | 54,52 | 45,88 | 40,68 |

¹% MS; ²% do nitrogênio total

Na Tabela 6 são apresentados os valores referentes ao consumo de matéria seca de suplemento (CMSS), ganho médio diário (GMD) e pesos vivos inicial (PVI) e final (PVF), obtidos para os diferentes tratamentos. O CMSS dos animais recebendo suplemento do tipo autocontrole de consumo, foi de 523,0 g/dia, próximo ao consumo de 500 g/animal/dia preconizado durante a formulação do suplemento. Verificou-se diferença significativa ($P < 0,10$) quanto ao PVF e GMD entre os animais não suplementados e os suplementados, demonstrando que animais em pastejo durante o período das chuvas também podem responder ao fornecimento de proteína via suplementação. Esta diferença pode ser explicada pela necessidade de balanceamento e/ou sincronismo adequado entre a matéria orgânica fermentável no rúmen e a utilização de nitrogênio pela microbiota ruminal para melhor síntese de proteína microbiana e maior disponibilidade de aminoácidos para absorção no intestino delgado (Sniffen et al., 1992).

Tabela 6 - Efeito da estratégia de suplementação de bovinos em pastejo sobre o peso vivo final (PVF - kg) e ganho médio diário (GMD - g/dia) de bovinos em pastejo

| Item | Tratamento | | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | | |
|-------------------|------------|-------|-------|-------|-------|--------|------------------------|-------|-------|-------|
| | MM | AC | 3X | 5X | 7X | | SNS | AF | L | Q |
| PVI ² | 222,3 | 224,6 | 217,8 | 222,6 | 223,8 | 20,7 | - | - | - | - |
| PVF ³ | 286,7 | 303,2 | 303,6 | 301,0 | 301,3 | 2,6 | 0,001 | 0,767 | 0,636 | 0,735 |
| GMD ³ | 726,0 | 891,0 | 895,0 | 885,0 | 892,0 | 10,4 | 0,002 | 0,989 | 0,967 | 0,854 |
| CMSS ⁴ | 0,070 | 523,0 | 500,0 | 500,0 | 500,0 | - | - | - | - | - |

¹/SNS = Suplementados *versus* não-suplementados; AF = Autocontrole *versus* frequência; L e Q = efeitos de ordem linear e quadrático da frequência de suplementação; ²/Peso vivo inicial (kg); ³/Médias ajustadas por covariância; ⁴/Consumo de matéria seca de suplemento (g/animal/dia)

Resultados positivos da suplementação durante o período das águas também foram observados por Zervoudakis et al. (2002a) e Porto et al. (2005). Por outro lado, França et al. (2004), Cabral et al. (2005) e Fernandes et al. (2005) não verificaram benefícios da suplementação protéica nesta fase do ano. Segundo Cabral et al. (2005) a suplementação durante o período das águas não tem proporcionado incremento significativo no desempenho dos animais particularmente em condições de elevada oferta de pasto e quando este apresenta bom valor nutritivo. No entanto, Zervoudakis et al. (2002a) encontraram efeito da suplementação protéica (0,500g/dia; 40%PB) sobre o desempenho de bovinos em pastagens com alta disponibilidade (14,2 T/ha) e com bom teor de PB (10,8%).

Portanto, na produção de animais em pastejo durante o período das águas, considerando as flutuações na qualidade da forragem, torna-se importante o uso da suplementação alimentar. No entanto, deve-se proceder a essa tecnologia adotando conhecimentos sólidos sobre o assunto, com o intuito de alcançar máxima eficiência técnica e econômica, ou seja, um manejo racional a baixo custo, objetivando máxima lucratividade.

Várias são as opções de alimentos disponíveis no mercado ou com possibilidade de produção na própria fazenda. Entretanto, para viabilizar o sucesso da tecnologia, recomenda-se substituir *commodities* regidas (comercializadas) por mercado internacional por produtos cujos preços são formados a nível regional e/ou local.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,10$) entre as estratégias de suplementação (autocontrole de consumo *versus* frequência de suplementação) e para as diferentes frequências de fornecimento do suplemento, tanto para o GMD quanto para o PVF dos animais, demonstrando serem alternativas eficientes para facilitar o manejo e racionalização da utilização da mão-de-obra no fornecimento destes produtos aos animais.

De forma similar, no período das águas, Zervoudakis et al., (2002b) e Polizel Neto et al., (2005) não verificaram diferenças entre as frequências de suplementação estudadas. No entanto, segundo Zervoudakis et al. (2002b), diferentes frequências de suplementação de bovinos em pastejo devem ser ainda avaliadas, caracterizando-se sempre a proteína das pastagens e dos suplementos, bem como as quantidades a serem fornecidas.

Em relação à frequência de suplementação, segundo Bohnert et al. (2002b), ruminantes são eficientes em manter níveis adequados de N entre períodos de suplementação, sendo esta manutenção do N atribuído à possíveis alterações na permeabilidade do trato gastrintestinal à uréia e/ou regulação da excreção de uréia. Isto resulta em maior capacidade de reciclagem de nitrogênio via transferência de uréia através da parede do rúmen ou saliva.

Conclusões

Durante o período das águas, bovinos de corte sob pastejo, respondem positivamente à suplementação proteica.

Bovinos de corte criados em sistema pasto-suplemento durante o período das águas, não precisam ser suplementados diariamente, sendo o fornecimento de suplementos protéicos do tipo autocontrole ou em frequência de três vezes por semana alternativas viáveis.

A escolha da estratégia de manejo da suplementação dependerá da logística do sistema de produção e da disponibilidade de ingredientes visto que não houve diferença entre o ganho de peso dos animais.

Literatura Citada

- BARBOSA, M.A.A.F; NASCIMENTO JÚNIOR, D.CECATO, U. Dinâmica da pastagem e desempenho de novilhos em pastagem de capim tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p.1594-1600, 2006 (supl.).
- BEATY, J. L., COCHRAN, R. C., B. A. LINTZENICH, B. A. et al. 1994. Effect of frequency of supplementation and protein concentration in supplements on performance and digestion characteristics of beef cattle consuming low-quality forages. **Journal of Animal Science**. v.72; p.2475–2486, 1994.
- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; DelCURTO, T. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on performance and nitrogen use in ruminants consuming low-quality forage: Cow performance and efficiency of nitrogen use in wethers. **Journal of Animal Science** v.80, p.1629-1637. 2002a.

- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; FALCK, S.J. et al. Influence of ruminal degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality forage: Ruminal fermentation characteristics. **Journal of Animal Science** v.80, p.2979-2988. 2002b.
- BOWMAN, J.G.P.; SOWELL, B.F. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: a review. **Journal of Animal Science**. v.75, p.543-550, 1997.
- CABRAL, L.S.; COPPEDÊ, C.M.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Desempenho de bovinos suplementados em pastagens de "*Panicum maximum*" cv tanzânia nas águas. In: 42ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Goiânia. **Anais...Goiânia, SBZ, 2005** (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- CAVAGUTI, E.; ZANETTI, M.A.; MORGULIS, S.C.F. Suplementação protéica para novilhas de corte mantidas a pasto no período das águas. In: 39ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Recife **Anais...Recife, SBZ, 2002**. (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- DIXON, R.M.; STOCKDALE, C.R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.3, p.757-773, 1999.
- EUCLIDES, V.P.B; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F.P. Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.2, p.470-481, 2001.
- FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; PAES, J.M.V. et al. Suplementação de bovinos de corte durante o período das águas manejados em sistema de pastejo rotacionado In: 42ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Goiânia. **Anais...Goiânia, SBZ, 2005** (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- FRANÇA, A.F.S.; CARNEIRO, R.B.; ORSINE, G.F. et al. Suplementação de novilhos nelore em pastagem de *Brachiaria brizantha* na estação chuvosa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Campo Grande. **Anais... Campo Grande:SBZ, 2004**. (CD-ROM). Nutrição de Ruminantes.
- HOYOS, P.; LASCANO, C. Calidad de *Brachiaria humidicola* en pastoreio en un ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional. **Pasturas Tropicales**. v.7, n.2, p. 3-5, 1985.
- KREHBIEL, C.R.; FERRELL, C.L.; FREETLY, H.C. Effects of frequency of supplementation on dry matter intake and net portal and hepatic flux of nutrients in mature ewes that consume low-quality forage. **Journal of Animal Science**. v.76. p.2464-2473.1998.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Dinâmica de degradação ruminal in situ da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade suplementados com níveis crescentes de compostos nitrogenados. In: 42ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa. **Anais...João Pessoa, SBZ, 2006** (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- MARIN, C.M.; ALVES, J.B.; BERNARDI, J.R.A. et al. Efeito da suplementação energético-protéica sobre o desempenho de bovinos de corte mantidos em pastagens de *brachiaria decumbens* durante o período das águas. In: 39ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Recife **Anais...Recife, SBZ, 2002**. (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).

- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. V.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- MINSON, D. J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Hacker, J. B. (ed.). **Nutritional Limits to animal production from pasture**. Queensland, Commonwealth Agricultural Bureaux. p.167-182, 1982.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press: New York, 1990. 483p
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Níveis de proteína em suplementos para novilhos mestiços, sob pastejo, durante o período de transição seca/águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2135-2143, 2006.
- PAULINO, M. F.; ACEDO, T.S; SALES, M.F.L. et al. Suplementação como estratégia de manejo das pastagens. In: Volumosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens. Jaboticabal. **Anais...** p.87-100. 2003.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2004b, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p.93-144.
- POLIZEL NETO, A.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S. et al. Frequência de suplementação de bovinos nelore durante o período das águas: desempenho. In: 42ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Goiânia. **Anais...**Goiânia, SBZ, 2005 (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- PORTO, M.O.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos nelore em recria em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. In: 42ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Goiânia. **Anais...**Goiânia, SBZ, 2005 (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S. et al. Avaliação de pastagem diferida de *brachiaria decumbens* Stapf: 1. Características químico-bromatológicas da forragem durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.203-213, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2002. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª Edição. Viçosa:UFV, imp. univ. 165p.
- 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**, 70:3562-3577, 1992.
- Van SOEST, P.J. e ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.
- WETTMANN, R.P.; LUSBY, K.S. Influence of interval of feeding protein supplementation to spring calving beef cows on body weight and body condition score during the winter. **Oklahoma Agricultural and Experimental Research Report**, v.939, p.123-125, 1994.
- ZERVOUDAKIS, J.T. **Suplementos múltiplos de auto-controle de consumo e frequência de suplementação na recria de novilhos durante os períodos das águas e transição águas-seca**. Viçosa, MG: UFV, 2003 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Desempenho de novilhas mestiças e parâmetros ruminais em novilhos suplementados durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1050-1058, 2002a (supl.).

ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Desempenho de novilhos recriados em pastagens de capim mombaça, submentidos a diferentes frequências de suplementação no período das águas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, Recife-PE, **Anais...Recife:SBZ**, 2002b (CD-ROM, Nutrição de Ruminantes).

Efeito da Estratégia de Suplementação Sobre o Desempenho e Características Nutricionais de Bovinos de Corte em Pastejo Durante o Período de Transição Águas/Seca

Resumo - Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de distribuição de suplementos protéicos sobre o ganho de peso e as características nutricionais de bovinos de corte anelados sob pastejo durante o período de transição águas/seca. Para avaliar o desempenho produtivo, foram utilizados 20 novilhos anelados não-castrados com idade e pesos médios (PV) iniciais, respectivamente, de 14 meses e 311,0 kg distribuídos em quatro piquetes de *Brachiaria decumbens* com 2,0 ha cada. As estratégias de suplementação estudadas foram: suplementação mineral (SM) e suplementação protéica de autocontrole de consumo (AC) e infreqüente (0,550 g/animal). As freqüências estudadas foram: três vezes/semana (segunda, quarta e sexta - 3X) e diariamente (7X). O consumo diário de matéria seca (MS) de suplemento dos animais que receberam suplemento do tipo AC de consumo, foi de 0,598 g, próximo ao consumo de 0,550 g preconizado durante a formulação do suplemento. Foi verificado menor ganho médio diário (GMD) e PV final para os animais que receberam apenas suplementação mineral ($P < 0,10$), quando comparados às estratégias de suplementação protéica que não diferiram entre si ($P > 0,10$). O GMD foi de 661,40; 812,7; 811,5 e 819,2 g, respectivamente, para as estratégias SM, AC, 3X e 7X. Para avaliar as características nutricionais, foram utilizados quatro novilhos mestiços Holandês-Zebu, não-castrados, com PV médio inicial de 367 kg, fistulados no esôfago e rúmen. A área experimental constituiu-se de cinco piquetes de 0,40 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens*. O experimento foi composto por quatro períodos experimentais com 15 dias de duração, sendo os sete primeiros destinados à adaptação dos animais. Independente da estratégia, a suplementação protéica propiciou aumento no consumo de nutrientes e de pasto ($P < 0,10$) tanto quando expresso em kg/dia quanto em % do peso vivo, quando comparados com a SM. O consumo médio de MS de pasto (MSP) dos animais da SM foi de 7,88 kg/dia enquanto que, nos que receberam suplementação protéica foi em média 8,17 kg/dia. Com exceção do consumo de proteína bruta (PB) ($P < 0,10$) não foram observadas diferenças quanto ao consumo de nutrientes e de pasto ($P > 0,10$) entre a suplementação tipo AC e a infreqüente. Quanto à digestibilidade, foram observados efeitos positivos ($P < 0,10$) da suplementação protéica para a digestibilidade aparente total da PB, da fibra em detergente neutro e dos carboidratos não fibrosos e intestinal da PB. Não foram observados efeitos significativos entre a suplementação tipo

AC e infreqüente, assim como para as freqüências estudadas ($P>0,10$) sobre as digestibilidades aparente total, ruminal e intestinal dos nutrientes. Não houve efeito ($P>0,10$) tanto da estratégia de suplementação quanto da infreqüência de suplementação sobre a concentração de nitrogênio microbiano e eficiência microbiana. Verificou-se que animais que receberam apenas suplementação mineral apresentaram menores valores ($P<0,10$) de balanço de compostos nitrogenados.

Palavras-chave: Consumo, digestibilidade, infreqüência de suplementação, pasto, suplementação mineral, suplemento de autocontrole.

Effect of Supplementation Strategies in Performance and Nutritional Characteristics of Beef Cattle at Pasture During Rainy/Dry Season

Abstract – The objective was to evaluate different supplementation strategies on performance and nutritional characteristics of zebu steers during rainy/dry season. Twenty steers with initial age and live weight (LW), respectively, 14.0 months old and 311.0 kg grazing in four paddocks of *Brachiaria decumbens* were used for evaluate the performance. The different supplementation strategies evaluated were: mineral supplementation (MIS), self-feed supplementation (SF) and infrequent supplementation (0.550 kg/animal). The frequencies of supplementation evaluates were: three times/week (Monday, Wednesday and Friday – 3X) and daily (7X). Supplement dry matter (DM) intake on animals that receive SF supplementation was 0.598 kg/day. The ADG and final LW was smaller ($P<0.10$) on animals that just fed MIS when compared to protein supplementation that didn't differ to each other ($P>0.10$). The ADG was 661.40; 812.7; 811.5 and 819.2 g, respectively, for strategies MIS, SF, 3X and 7X. Four Holstein-Zebu steers fistulated in rumen and abomasum, with 367 kg of LW, grazing in *Brachiaria decumbens* pasture, were used to evaluate nutritional characteristics. Independent of strategy, the protein supplementation increased nutrients and pasture intake ($P<0.10$) expressed in kg/day and in % of LW, when compared with MIS. Pasture DM intake was 7.88 kg/day for MIS and 8.17 kg/day in animals that received protein supplementation. Animals that received SF protein presented higher crude protein intake ($P<0.10$). In relationship of digestibility, animals that fed protein supplementation presented higher CP, NDF and NFC total apparent digestibility and CP intestinal apparent digestibility. No differences ($P>0.10$) were observed between SF and infrequent supplementation, as well as for different frequencies of supplementation on total, ruminal and intestinal apparent digestibility. No differences ($P>0.10$) were observed on microbial nitrogen and DM flux and its efficiency. Less nitrogen balance was observed in animals feeding only MIS ($P<0.10$).

Key Words: Digestibility, infrequent supplementation, intake, mineral supplementation, pasture, self-feed supplementation

Introdução

Durante o período de transição águas/seca, quando a taxa de remoção de componentes de alta qualidade do relvado excede a taxa de renovação, a necessidade de suplementação deve ser considerada ou as conseqüências da subnutrição aceitas, visto que quando as gramíneas começam a amadurecer, os teores de alguns nutrientes reduzem abruptamente e deficiências dietéticas podem ocorrer (Paulino et al., 2002). Em adição, à medida que a proporção de forragem seca ou morta aumenta no relvado para o fim da estação de crescimento, os animais se tornam mais seletivos e o consumo de nutrientes e energia podem ser reduzidos com conseqüente redução dos níveis de ganho de peso.

Zervoudakis et al. (2002), ao trabalharem com novilhos durante o período de transição águas/seca, constataram efeitos benéficos da suplementação protéica, que proporcionou acréscimo de 40% no ganho de peso, em relação à suplementação mineral. Desta forma, faz-se necessário o fornecimento adicional dos nutrientes limitantes via suplementação alimentar para o melhor aproveitamento da forragem disponível com conseqüentes incrementos no *status* de energia e no desempenho de bovinos criados em pastejo.

Embora a suplementação de bovinos em pastejo seja considerada uma das grandes aplicações do conhecimento de nutrição de ruminantes no Brasil (Valadares Filho et al., 2002), deve-se considerar que o incremento na produtividade não deve comprometer a sustentabilidade do sistema de produção (Moraes et al., 2006). Assim, aspectos relacionados com os custos de distribuição dos suplementos devem ser avaliados com a finalidade de otimizar o sistema de produção implantado. Neste contexto, seria desejável a redução do intervalo entre cada evento da suplementação como alternativa de redução dos custos envolvidos no processo de suplementação, onde o transporte e a distribuição diária de suplementos para bovinos em pastejo são bastante expressivos (Zervoudakis, 2003).

Neste sentido, a implementação de estratégias de suplementação do tipo autocontrole de consumo ou infreqüentes aparecem como alternativas de manejo alimentar em sistemas de suplementação de bovinos a pasto, facilitando a logística do fornecimento dos suplementos e redução de gastos com mão-de-obra e equipamentos ligados à suplementação.

Os suplementos fornecidos no sistema de autocontrole, os quais apresentam em sua formulação altas concentrações de uréia, permitem o controle de consumo pelo próprio animal. Entretanto, o consumo de suplemento regulado pelo próprio animal não pode ser

adequadamente predito, em virtude da gramínea pastejada, do sexo e do grupo genético afetarem o mesmo (Detmann et al., 2002). Segundo Paulino et al. (2002) suplementos tipo autocontrole possibilitam a distribuição do suplemento aos animais em uma periodicidade semanal ou mesmo quinzenal. O animal não cria dependência pelo suplemento, que é consumido em pequenas quantidades várias vezes ao longo do dia.

De acordo com Romero et al. (1976), a maior frequência de ingestão de uréia ao longo do dia possibilita maior retenção de nitrogênio (N) pelos animais, com pequenas quantidades de N circulantes no soro o qual é reflexo da menor excreção de compostos nitrogenados via urina. Em adição, este fato indica baixas taxas de absorção de amônia e maior eficiência na fixação do N pela microflora ruminal destes animais, proporcionando maior balanço de compostos nitrogenados nos animais.

Por outro lado, diferentemente da suplementação do tipo autocontrole, a frequência de suplementação permite maior controle da quantidade consumida pelos animais. Quanto menor a frequência de distribuição do suplemento, maior quantidade é oferecida aos animais, o que segundo Hunt et al. (1989) diminui a variação no consumo do suplemento e ganho de peso entre os animais pela menor competição por suplemento. Têm-se demonstrado que o desempenho animal não é prejudicado quando suplementos protéicos são fornecidos em menor frequência (Farmer et al., 2004; Shauer et al., 2005). Contudo, o fornecimento de suplementos baseados em grãos e com baixa concentração protéica tem produzido resultados variáveis (Farmer et al., 2001). Segundo Nolan e Leng (1972), a reciclagem de amônia absorvida no rúmen pode suportar padrões ruminais adequados entre tempos de suplementação. No entanto, verifica-se que os mecanismos fisiológicos associados com a manutenção do desempenho com a suplementação em intervalos não frequentes não têm sido ainda bem elucidados, necessitando maiores investigações, principalmente nas condições tropicais.

Desta forma, objetivaram-se avaliar os efeitos de diferentes estratégias de suplementação sobre o desempenho e características nutricionais de bovinos de corte sob pastejo no período de transição águas/seca.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, durante o período de transição águas/seca, entre os meses de março e maio de 2003.

Utilizaram-se 20 animais anelados, com idade e peso médios, respectivamente, de 14 meses e 311,0 kg. Após a pesagem inicial, aplicaram-se três estratégias de suplementação aos animais (Tabela 1). Ao início do experimento, todos animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitos e durante o período experimental, quando necessário, realizaram-se combates contra infestações de carrapatos e mosca-do-chifre. O experimento teve duração de 84 dias, sendo os animais foram pesados a cada 28 dias e o ganho médio diário determinado com base no peso vivo inicial e final.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos, com base na matéria natural

| Ingredientes | Suplementos | | |
|------------------------------------|-----------------|--------------|------------|
| | Mistura mineral | Autocontrole | Frequência |
| Mistura mineral ¹ | 100 | 10 | 10 |
| Uréia/sulfato de amônia (9:1) | -- | 10 | -- |
| Farelo de soja | -- | --- | 50 |
| Farelo de glúten de milho (21% PB) | --- | --- | 40 |
| Farelo de trigo | -- | 80 | -- |

¹/Composição: fosfato bicálcico 50%; Sal comum 48%; Sulfato de zinco 1,5%; Sulfato de cobre 0,75%; Sulfato de cobalto 0,05% e Iodato de potássio 0,06%.

O suplemento do tipo autocontrole de consumo, foi constituído de farelo de trigo, uréia e mistura mineral e o utilizado para a avaliação das diferentes frequências constituiu-se de farelo de soja, farelo de glúten de milho (21% PB) e mistura mineral. As frequências estudadas foram: três vezes/semana (segunda, quarta e sexta) e diariamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Esquema de distribuição de suplementos aos animais

| Dias da semana | Frequência ¹ | |
|-------------------|-------------------------|-----------------|
| | 3X ² | 7X ³ |
| Domingo | --- | 0,550 |
| Segunda | 1,283 | 0,550 |
| Terça | --- | 0,550 |
| Quarta | 1,283 | 0,550 |
| Quinta | --- | 0,550 |
| Sexta | 1,283 | 0,550 |
| Sábado | --- | 0,550 |
| Total/semana (kg) | 3,850 | 3,850 |

¹Referente ao consumo de 0,550 kg/animal/dia com base na matéria natural; ²/3X = três vezes/semana; ³ 7X = diariamente

Os suplementos foram oferecidos às 10h00 em quantidade de 0,550 kg/animal, sendo que ao final de sete dias cada animal teve à sua disposição a mesma quantidade de suplemento (3,850 kg/semana).

A área experimental destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouros e

comedouros cobertos. Visando minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca (MS) de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias e após este período procedeu-se o rodízio dos animais (mantendo-se a aplicação dos mesmos tratamentos aos animais) entre os piquetes

No primeiro dia de cada período experimental realizou-se a coleta de amostra da forragem, nos diferentes piquetes através do corte a 10 cm do solo de cinco áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,5 x 0,5 m, escolhidas aleatoriamente em cada piquete experimental. Após o corte, cada amostra foi pesada e homogeneizada e a partir dessas retiraram-se duas alíquotas compostas. Uma para avaliação da disponibilidade total de MS/ha e outra para análise das disponibilidades por hectare de MS de folha verde, folha seca, colmo verde e colmo seco.

Das amostras destinadas à estimativa da disponibilidade total de MS de forragem, foi calculado o percentual de MS potencialmente digestível (MSpD) ofertada aos animais. Esse resultado foi obtido por intermédio do resíduo insolúvel em detergente neutro avaliado após incubação *in situ* das amostras por 144 horas, segundo a equação:

$$MSpD = 0,98 X (100 - FDN) + (FDN - FDNi);$$

em que: 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeira do conteúdo celular; FDNi = FDN indigestível.

Para a avaliação das características nutricionais, utilizaram-se quatro novilhos mestiços Holandês x Zebu, não-castrados, com peso médio inicial de 367 kg, fistulados no esôfago e rúmen. A área experimental constituiu-se de cinco piquetes de 0,40 ha, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouro e comedouro. Os suplementos oferecidos aos animais fistulados foram os mesmos aplicados aos animais de desempenho.

A avaliação da forragem ingerida foi realizada por intermédio de extrusa esofágica coletada no quarto dia de cada período experimental. Os animais ficaram em jejum por 12 horas no dia anterior à coleta com objetivo de evitar possível regurgitação e contaminação da amostra colhida. A coleta de extrusa foi realizada às 7h00 horas através de bolsas coletoras, com fundo telado, adaptadas em torno da fistula no pescoço dos animais que foram conduzidos aos seus respectivos piquetes para pastejarem por aproximadamente 30 minutos.

Coletaram-se amostras de fezes entre o oitavo e décimo quarto dia do período experimental seguindo distribuição: oitavo dia (18h00), nono dia (16h00), 10º dia (14h00), 11º dia (12h00), 12º dia (10h00), 13º dia (8h00) e 14º (6h00), sendo as de digestda omasal coletadas no 9º dia (16h00), 10º dia (14h00), 12º dia (10h00) e 13º dia (8h00). As fezes

foram coletadas diretamente no reto dos animais em quantidades de 200 g e forma coletadas em torno de 500 mL de digesta omasal, conforme Leão (2002).

As coletas de urina, sangue e líquido ruminal foram realizadas no 13º dia experimental quatro horas após o fornecimento do suplemento. As amostras “spot” de urina foram obtidas em micção espontânea dos animais sendo diluídas em 40 mL de H₂SO₄ (0,036 N). O sangue foi coletado simultaneamente à coleta de urina, por punção da veia jugular, usando kits comerciais a vácuo, com gel acelerador da coagulação. Em seguida, procedeu-se à centrifugação das amostras a 4000 rpm, durante 15 minutos. O soro sanguíneo foram congelados a -20°C para posterior determinação dos teores de creatinina.

As leituras de pH do líquido ruminal foram realizadas imediatamente após a coleta do líquido ruminal, quatro horas após o fornecimento do suplemento, por intermédio de potenciômetro digital. Para a determinação de amônia, separou-se uma alíquota de 50 mL, fixada com 1,0 mL de H₂SO₄ (1:1) e acondicionada em recipiente de plástico, identificada e congelada a -20°C para posterior análise laboratorial.

A excreção fecal foi estimada utilizando-se o óxido crômico (Burns et al., 1994), aplicado em dose única diária (10 g/animal), entre o terceiro e 12º dia experimental, sendo calculada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecido e sua concentração nas fezes:

$$\text{Excreção Fecal (kg / dia)} = \frac{\text{Quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g / kgMS)}} \times 100$$

As estimativas do consumo voluntário e fluxo de MS omasal foram obtidas empregando-se como indicador interno a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), utilizando-se as seguintes equações:

$$CMS = \frac{[(EF \times CIF) - IS]}{CIFO} + CMSS$$

$$FMO = \frac{EF \times CIF}{CIO}$$

em que: EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); IS = indicador presente no suplemento (kg/dia); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg) e CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); FMO = fluxo de matéria seca omasal (kg/dia); e CIO = concentração do indicador na digesta omasal (kg/kg).

Para correlacionar o consumo ao peso vivo dos animais, utilizou-se como referência o peso médio no período, determinado pela média entre os valores inicial e final de cada período.

A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi feita de acordo com adaptação de Hall (2000). As análises de laboratoriais foram realizadas de acordo com recomendações de Silva & Queiroz (2002) com exceção das avaliações de FDN e FDA que seguiram os métodos descritos por Mertens (2002) e Van Soest & Robertson (1985), respectivamente.

As amostras de urina foram analisadas quanto aos teores de N e de creatinina, que foi obtida empregando-se kits comerciais. Calculou-se o volume urinário diário pela relação entre a excreção diária de creatinina (EC), adotando-se como referência a equação proposta por Chizzotti (2004) e a sua concentração nas amostras spot:

$$EC_{(mg/kgPV)} = 32,27 - 0,01093xPV$$

Desta forma, assumiu-se a excreção urinária diária de uréia como o produto entre sua concentração nas amostras “spot” e o valor estimado de volume urinário, sendo as estimativas expressas em g de N oriundo da uréia, empregando-se para tal o fator multiplicativo de 0,466.

As análises de alantoína e de ácido úrico na urina foram feitas pelo método colorimétrico, conforme Fujihara et al. (1987), citados por Chen & Gomes (1992). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (Y, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (X, mmol/dia), por intermédio da equação $Y = (X - 0,385 PV^{0,75}) / 0,85$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e $0,385PV^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al.,1990).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, g Nmic/dia), foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação descrita por Chen & Gomes (1992), com exceção da relação N purinas:N total das bactérias de 0,134, conforme Valadares et al. (1999): $Y = 70X/0,83x0,134x1000$, em que 70 é o conteúdo de N de purinas (mgN/mol); 0,134, a relação N purinas:N total nas bactérias; e 0,83, a digestibilidade das purinas bacterianas. A eficiência microbiana foi expressa através das unidades: g N microbiano/kg de matéria orgânica degradada no rúmen (g Nmic/kg

MODR), g N microbiano/kg de carboidratos degradados no rúmen (g Nmic/kg CHODR) e g PB microbiana/kg NDT ingerido (g PBmic/kg NDT).

As análises referentes ao desempenho dos animais foram conduzidas em um delineamento inteiramente casualizado seguindo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + \varepsilon_{ij};$$

em que: μ = constante geral; t_i = efeito referente ao tratamento i ; β = coeficiente de regressão residual entre a variável resposta Y e a variável concomitante X ; X_{ij} = peso vivo inicial do animal j no tratamento i ; \bar{X} = peso vivo inicial médio; e ε_{ij} = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID ($0; \sigma^2$).

Os animais fistulados foram distribuídos em delineamento em quadrado latino (4x4), com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais com duração de 15 dias, sendo os setes primeiros destinados à adaptação dos animais, conforme o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_j + \delta_k + \varepsilon_{ijk};$$

em que: μ = constante geral; t_i = efeito referente ao tratamento i ; α_j = efeito referente ao animal j ; δ_k = efeito referente ao período experimental k ; e ε_{ijk} = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID ($0; \sigma^2$). Para todos os procedimentos estatísticos adotou-se $\alpha = 0,10$.

A comparação entre tratamentos foi realizada por intermédio da decomposição da soma de quadrados relacionada a esta fonte por intermédio de contrastes ortogonais, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

| Contraste | Tratamento | | | |
|----------------|-----------------|--------------|----|----|
| | Mistura mineral | Autocontrole | 3X | 7X |
| A ¹ | +3 | -1 | -1 | -1 |
| B ² | 0 | +2 | -1 | -1 |
| C ³ | 0 | 0 | +1 | -1 |

¹/Tratamento controle (MM) versus Suplementação; ²/Auto-controle versus Não auto-controle; ³/3X versus 7X

Resultados e Discussão

A composição química do pasto e dos suplementos é apresentada na Tabela 4. O pasto, coletado via extrusa, apresentou teor médio de 8,61% PB. Este valor foi superior ao valor de 7,0% para que os microrganismos tenham condições de utilização dos

substratos energéticos fibrosos da forragem ingerida (Lazzarini et al., 2006). No entanto, deve-se se considerar a contaminação pelo N salivar nas amostras do pasto que, segundo Poppi & McLennan (1995), grande parte deste N pode ser atribuído à contribuição do NNP da própria forragem. Por outro lado, Moraes et al. (2005) destacaram que, além da contaminação pelo N salivar, a capacidade dos animais em selecionar uma dieta de melhor qualidade deve ser considerada.

Tabela 4 - Teores médios de MS (MS%), MO, PB, NNP, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA), PDR, EE, CT, FDN, FDNi, CNF, FDA, lignina, DIVMS e NDT dos suplementos e do pasto

| Item | Tratamentos | | | |
|----------------------|-----------------|--------------|------------|---------------------------------|
| | Mistura mineral | Autocontrole | Frequência | <i>B.decumbens</i> ¹ |
| MS (%) | 98,75 | 89,57 | 89,97 | 13,90 |
| MO ² | - | 74,10 | 83,78 | 90,43 |
| PB ² | - | 39,84 | 33,66 | 8,61 |
| NNP ³ | - | 60,87 | 19,59 | 55,46 |
| NIDN ³ | - | 12,41 | 3,53 | 33,89 |
| NIDA ³ | - | 2,64 | 1,10 | 24,96 |
| PDR ^{3,4} | - | 74,00 | 63,40 | - |
| EE ² | - | 2,42 | 1,79 | 1,13 |
| CT ² | - | 31,84 | 48,33 | 80,69 |
| FDN ² | - | 34,62 | 23,50 | 74,91 |
| FDNi ² | - | 17,43 | 7,42 | 33,69 |
| CNF ² | - | 13,32 | 22,81 | 5,78 |
| FDA ² | - | 11,50 | 11,24 | 43,40 |
| Lignina ² | - | 2,69 | 1,62 | 4,19 |
| DIVMS ² | - | 69,89 | 74,59 | 58,61 |
| NDT ⁴ | - | 57,98 | 70,15 | - |

¹Extrusa; ²%MS; ³% do nitrogênio total; ⁴Estimado segundo Valadares Filho et al. (2006)

O alto teor de FDNi, FDA e lignina é reflexo do aumento na proporção de material seco no relvado ao fim da estação de crescimento que, segundo Paulino et al. (2002), pode tornar os animais mais seletivos e o consumo ser reduzido. Adicionalmente, Paulino et al. (2004) ressaltaram que o crescimento vegetativo das forrageiras tropicais está associado a uma rápida deposição de polímeros estruturais nas células vegetais, bem como aumento na biossíntese de lignina, decrescendo o *pool* de metabólitos nos conteúdos celulares que são convertidos a componentes estruturais, com taxas de fermentação mais lentas.

As disponibilidades estimadas de matéria seca total (MST), potencialmente digestível (MSpD), de folha verde (MSFOV), de folha seca (MSFOS), de colmo verde (MSCOV) e de colmo seco (MSCOS) do pasto são apresentadas na Figura 1. As médias estimadas durante o período experimental foram de 3,139 t/ha, 1,858 t/ha, 1,108 t/ha, 0,150

t/ha, 1,556 t/ha e 0,356 t/ha, respectivamente para MST, MSpD, MSFOV, MSFOS, MSFOS, MSCOV e MSCOS.

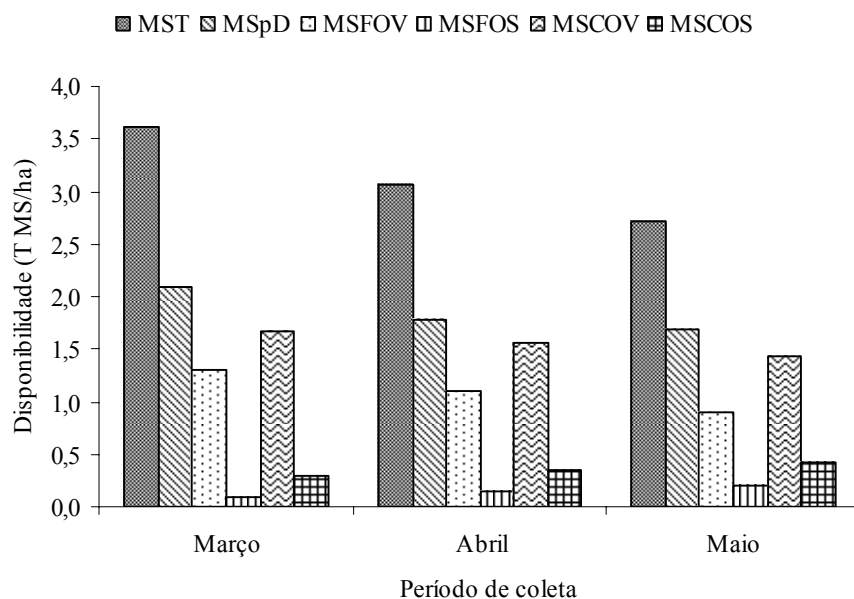


Figura 1 - Disponibilidade de matéria seca total (MST), potencialmente digestível (MSpD), de folha verde (MSFOV), de folha seca (MSFOS), de colmo verde (MSCOV), de colmo seco (MSCOS) da *Brachiaria decumbens* no período experimental

Quando ocorre longo período de ocupação das pastagens, há redução na disponibilidade de forragem e mudanças na estrutura das plantas, principalmente na proporção folha/colmo, que podem afetar, de forma severa, o comportamento ingestivo e, conseqüentemente, a produção animal. No entanto, a oferta média de MST e MSpD, expressa em quilos de MS por unidade animal (kg MS/UA), durante o período experimental, encontrou-se acima dos valores de 7 a 11%, considerados por Barbosa et al. (2006), como necessários para: garantir consumo máximo de forragem, menor tempo de pastejo e maior quantidade de forragem degradada no rúmen. Desta forma, os valores observados permitem inferir sobre a inexistência de entraves sobre a seletividade, garantindo-se a possibilidade de maximização do consumo de MS da forragem disponível.

Durante o período experimental a disponibilidade de MST, MSpD, de MSFOV e de MSCOV decresceram, por outro lado a de MSFOS e de MSCOS aumentaram. Estas variações estruturais, caracterizam o período de transição entre o final das chuvas e início do período da seca; retratam o comportamento do relvado frente às mudanças das condições climáticas e do comportamento de pastejo, havendo declínio progressivo na forragem disponível. A queda verificada na disponibilidade de MSV (MSFOV + MSCOV), de 1,494 t/ha no início do experimento para 1,171 t/ha no último mês

experimental, além do processo de senescência, demonstra o esforço do animal em selecionar forragem verde em detrimento de material morto e que folhas são preferidas em relação a caules (Poppi et al., 1987). Trata-se de um comportamento relacionado à busca de uma dieta adequada em termos qualitativos (Moraes et al., 2006).

Deve-se considerar que a qualidade da forragem disponível declina muito mais rapidamente que a quantidade uma vez que o animal pasteja seletivamente as folhas. Desta forma, uma vez que a disponibilidade, proporção, distribuição e qualidade de folha verde (FOV), folha seca (FOS), colmo verde (COV) e colmo seco (COS) no relvado influenciam o consumo de MS e o desempenho dos animais em pastejo, a separação e a análise química desses componentes do relvado podem, de certa forma, caracterizar melhor a forragem disponível (Santos et al., 2004). Assim, na Tabela 5 é apresentada a composição química dos componentes da *Brachiaria decumbens* durante o período de transição águas/seca.

Tabela 5 - Teores médios de MS (MS%), MO, PB, NNP, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA), EE, CT, FDN, FDNi, CNF, FDA, lignina e DIVMS dos componentes da *Brachiaria decumbens*

| Item | Folha verde | Folha seca | Colmo verde | Colmo seco |
|----------------------|-------------|------------|-------------|------------|
| MS (%) | 22,56 | 73,98 | 21,36 | 65,38 |
| MO ¹ | 88,06 | 85,79 | 88,46 | 91,13 |
| PB ¹ | 11,29 | 3,57 | 6,06 | 1,88 |
| NNP ² | 29,18 | 36,10 | 29,06 | 39,80 |
| NIDN ² | 35,01 | 38,41 | 45,48 | 69,69 |
| NIDA ² | 25,90 | 18,99 | 36,76 | 60,66 |
| EE ¹ | 1,89 | 1,51 | 1,29 | 0,62 |
| CT ¹ | 74,88 | 80,71 | 81,11 | 88,63 |
| FDN ¹ | 71,24 | 76,11 | 76,97 | 83,95 |
| FDNi ¹ | 32,32 | 39,28 | 45,49 | 58,51 |
| CNF ¹ | 3,64 | 4,60 | 4,14 | 4,68 |
| FDA ¹ | 33,73 | 41,55 | 48,56 | 59,66 |
| Lignina ¹ | 2,68 | 4,32 | 3,83 | 6,10 |
| DIVMS ¹ | 70,91 | 50,78 | 48,60 | 40,98 |

¹% MS; ²% do nitrogênio total

De forma geral, observa-se que a idade (senescência) é fator preponderante que influi na redução do valor nutritivo de folhas e de colmos, através de aumentos dos componentes estruturais FDN, FDNi, FDA e lignina, e decréscimos nos teores de PB e nos coeficientes de DIVMS. Segundo Paciullo et al. (2001), independente de qualquer outro fator, a digestibilidade dos componentes do pasto apresenta acentuada redução com o aumento da idade, evidenciando que o estágio de desenvolvimento é o mais importante fator a influenciar o valor nutritivo de gramíneas forrageiras.

O maior consumo de folhas em relação ao caule, revelado por animais em pastejo, pode ser atribuído ao maior teor de PB associado a um declínio menos acentuado, devido ao desenvolvimento da planta e ao processo mais lento de lignificação da folha em relação ao caule (Stobbs, 1975).

O consumo de matéria seca de suplemento (CMSS), o peso vivo inicial (PVI) e final (PVF) e o ganho médio diário dos animais são apresentados na Tabela 6. A média observada para CMSS para os animais que receberam a suplementação tipo autocontrole foi de 0,598 kg/ e esteve pouco acima do preconizado durante a formulação do suplemento. Segundo Detmann et al. (2002) a ocorrência de variações no consumo de suplementos contendo altas concentrações de uréia se explica em virtude da gramínea pastejada, do sexo e do grupo genético afetarem o consumo de suplemento.

Foram verificados menores GMD e PVF para os animais que receberam apenas suplementação mineral ($P < 0,10$) quando comparados aos suplementados. Durante o período de transição águas/seca, quando oportunidades para pastejo seletivo são diminuídas, maior quantidade de forragem madura (com menores teores de nutrientes e digestibilidade) seria ingerida e consumos de nutrientes e energia seriam adicionalmente reduzidos; como consequência os níveis de ganho são reduzidos (Paulino et al., 2002). Esta afirmativa justifica o baixo ganho de peso dos animais que receberam somente suplementação mineral e o maior desempenho daqueles que consumiram suplementos protéicos. Respostas positivas da suplementação protéica sobre o ganho de peso em bovinos em pastejo durante o período de transição águas/seca também foram observados por Barbosa et al. (2004), Goes et al. (2005a) e Leão et al. (2005).

Desta forma, durante o período de transição águas/seca, a resposta de animais à suplementação mineral pode ser baixa, uma vez que os teores protéicos do pasto podem se tornar limitantes, não permitindo o atendimento das exigências nutricionais para maiores desempenhos. Segundo Russell et al. (1992), nas situações onde existam limitações de N o fornecimento de alimentos protéicos, que atenda às necessidades das bactérias fibrolíticas, propicia aumento desta população visto que requerem como principal fonte de N a amônia, que é liberada a partir da degradação ruminal da proteína. Adicionalmente, o melhor desempenho dos animais suplementados poderia ser explicado pela necessidade de balanceamento e/ou sincronismo adequado entre a matéria orgânica fermentável no rúmen e a utilização de N pelos microrganismos ruminais, para melhor síntese de proteína microbiana e maior disponibilidade de aminoácidos para absorção no intestino delgado (ID) (Sniffen et al., 1992).

Tabela 6 - Efeito da estratégia de suplementação de bovinos em pastejo sobre o peso vivo final (PVF - kg) e ganho médio diário (GMD - g/dia)

| Item | Tratamento | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | |
|-------------------|------------|-------|-------|-------|--------|------------------------|-------|-------|
| | MM | AC | 3X | 7X | | SNS | ACF | FREQ |
| CMSS ² | 0,070 | 0,598 | 0,495 | 0,495 | - | - | - | - |
| PVI ³ | 310,6 | 314,0 | 308,4 | 311,0 | 13,5 | - | - | - |
| PVF ⁴ | 366,6 | 379,3 | 379,2 | 379,8 | 2,4 | 0,016 | 0,964 | 0,916 |
| GMD ⁴ | 661,4 | 812,7 | 811,5 | 819,2 | 14,1 | 0,016 | 0,965 | 0,913 |

¹/SNS = Mistura mineral *versus* suplementação; ACF = Autocontrole *versus* frequência de suplementação; FREQ = 3X *versus* 7X; ²/Consumo de matéria seca de suplemento (g/dia); ³/Peso vivo inicial (kg); ⁴/Médias ajustadas por covariância

Com relação à suplementação infrequente, verificou-se que a redução da frequência de distribuição de suplementos para três vezes por semana não prejudica o desempenho dos animais ($P > 0,10$) o que corrobora às observações de Huston et al. (1999), Zervoudakis et al (2003) e Schauer et al. (2005). Segundo Bohnert et al. (2002a), a habilidade dos ruminantes suplementados em menor frequência em manter mesmos níveis de desempenho deve-se provavelmente pela mesma digestibilidade do N retido, quando comparados com a suplementação diária. Possíveis mecanismos para esta resposta incluem a maior absorção do nitrogênio uréico (NU) da corrente sanguínea pelas vísceras que ocorre em virtude do aumento da permeabilidade do trato gastrintestinal (TGI) ao NU à medida que o conteúdo de N da dieta cai entre cada evento de suplementação. Adicionalmente, mudanças na regulação renal ocorrem e reduzem a excreção urinária de N (Krehbiel et al., 1998) e assim, auxilia na manutenção do status de N e fermentação ruminal através do aumento da reciclagem de N para o TGI (Krehbiel et al., 1998; Bohnert et al., 2002a).

O efeito das estratégias de suplementação de bovinos durante o período de transição águas/seca sobre o consumo é apresentado na Tabela 7. A suplementação protéica propiciou aumento no consumo de nutrientes e de pasto ($P < 0,10$) tanto quando expresso em kg/dia quanto em % do peso vivo.

O fornecimento de suplementos para animais em pastejo pode ocasionar em diferentes efeitos associados à utilização da forragem disponível na pastagem, ou seja, acarreta mudanças na digestibilidade e/ou consumo de forragem da dieta basal. Segundo Mieres (1997) as respostas na relação entre a forragem disponível e a suplementação alimentar podem ser: aditivas, substitutivas, aditivas substitutivas, aditivas com estímulo e substitutiva com depressão. O efeito substitutivo refere-se à manutenção do nível de ingestão total, através do aumento na ingestão de suplemento, mas com decréscimo no consumo de pasto e, de acordo com Caton & Dhuyvetter (1997), depende do nível qualitativo da forragem e são maiores para forragens de alta qualidade. Quando se observa

o efeito aditivo, tem-se aumento no consumo total devido ao maior consumo de suplemento, porém sem decréscimo na ingestão da forragem proveniente da pastagem. Por sua vez, o efeito aditivo com estímulo é aquele em que o consumo de suplemento leva ao aumento da ingestão de forragem.

Tabela 7 - Efeito da estratégia de suplementação sobre o consumo de MS total (MST), MS de pasto (MSP), MO, MO de pasto (MOP), PB, EE, FDN, CT e CNF de bovinos sob pastejo

| Item | Tratamento ¹ | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | |
|------|-------------------------|------|------|------|--------|------------------------|-------|--------|
| | MM | AC | 3X | 7X | | SNS | ACF | FREQ |
| | Kg/dia | | | | | | | |
| MST | 7,88 | 8,37 | 8,26 | 8,25 | 5,5 | 0,090 | 0,474 | 0,994 |
| MSP | 7,88 | 8,16 | 8,18 | 8,17 | 5,6 | 0,073 | 0,842 | 0,988 |
| MO | 6,97 | 7,62 | 7,65 | 7,69 | 5,3 | 0,024 | 0,856 | 0,871 |
| MOP | 6,97 | 7,18 | 7,32 | 7,23 | 5,6 | 0,080 | 0,840 | 0,993 |
| PB | 0,75 | 1,01 | 0,94 | 0,95 | 4,7 | 0,001 | 0,035 | 0,694 |
| EE | 0,10 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | 6,2 | 0,020 | 0,410 | 0,628 |
| FDN | 5,90 | 6,29 | 6,25 | 6,25 | 5,5 | 0,065 | 0,866 | 0,992 |
| CT | 6,13 | 6,66 | 6,60 | 6,59 | 5,4 | 0,051 | 0,784 | 0,992 |
| CNF | 0,23 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 4,0 | 0,001 | 0,348 | >1.00 |
| | % do peso vivo | | | | | | | |
| MST | 2,00 | 2,35 | 2,25 | 2,23 | 4,5 | 0,003 | 0,177 | 0,617 |
| MSP | 2,00 | 2,27 | 2,23 | 2,20 | 4,6 | 0,007 | 0,396 | 0,6178 |
| MO | 1,77 | 2,08 | 2,09 | 2,08 | 5,4 | 0,002 | 0,985 | 0,875 |
| MOP | 1,90 | 2,11 | 2,10 | 2,09 | 4,4 | 0,009 | 0,765 | 0,824 |
| FDN | 1,50 | 1,72 | 1,71 | 1,70 | 5,7 | 0,009 | 0,853 | 0,914 |

¹/SNS = Mistura mineral *versus* suplementação; ACF = Autocontrole *versus* frequência de suplementação; FREQ = 3X *versus* 7X

De acordo com Poppi & McLennan (1995), frequentemente se observa efeito substitutivo quando são fornecidos suplementos concentrados para animais em pastejo. Porém, como apresentado na Tabela 7, a suplementação protéica propiciou incremento tanto no consumo de MS total, quanto no consumo de pasto, o que segundo Mieres (1997) corresponde ao chamado efeito aditivo com estímulo o qual apresentou implicações positivas sobre o desempenho dos animais suplementados (Tabela 6).

Assim, considerando que o objetivo principal da suplementação é maximizar a utilização da forragem disponível, verifica-se que a suplementação protéica em níveis próximos a 0,2% do peso vivo, propicia incremento no consumo de MS total sem deprimir o consumo de pasto. De fato, segundo Goes et al.(2005b), consumos de até 0,3% do PV de suplemento são totalmente adicionados ao pasto, sem que ocorra efeito substitutivo.

Com exceção do consumo de PB (P<0,10) não foram observadas diferenças quanto ao consumo dos demais nutrientes e de pasto (P>0,10) entre a suplementação tipo

autocontrole e a infreqüente. O maior consumo de PB verificado nos animais que receberam suplemento autocontrole foi em virtude de seu maior teor protéico (Tabela 4) e o maior consumo do suplemento pelos animais (Tabela 6).

A redução na suplementação diária para três vezes por semana não afetou o consumo de nutrientes e de pasto ($P>0,10$). Coleman & Wyatt (1982) e Krehbiel et al. (1998) também não observaram efeito na redução da freqüência de suplementação de bovinos sobre o consumo de pasto. Em contraste, Beaty et al. (1994), Huston et al. (1999) e Bohnert et al. (2002a) observaram redução no consumo de pasto à medida que se reduziu a freqüência de suplementação. Huston et al. (1999) verificaram redução de 27% no consumo de pasto quando suplementaram bovinos em freqüência de três vezes por semana, quando comparados com a suplementação diária. Segundo Huston et al. (1999) e Bohnert et al. (2002a) esta queda no consumo de pasto com a redução na freqüência de suplementação pode ser em razão do efeito de substituição do pasto pelo suplemento, sendo mais pronunciada no evento da suplementação pela maior quantidade de suplemento ofertado aos animais. No entanto, este efeito substitutivo não foi observado no presente estudo pois, o consumo de MS de pasto pelos animais suplementados três vezes por semana foi igual ($P>0,10$) aos consumos dos bovinos suplementados diariamente (Tabela 7).

Os valores encontrados para as digestibilidades aparentes total, ruminal e intestinal da MS, MO, PB, FDN e CNF obtidos para os quatro tratamentos se encontram na Tabela 8. Foram observados efeitos positivos ($P<0,10$) da suplementação protéica para digestibilidade aparente total da PB, dos CT e do CNF e para a digestibilidade intestinal da PB, o que indica a presença de efeito associativo positivo da adição de suplementos sobre as digestibilidades destes nutrientes.

De acordo com Burns et al. (1997) quando ocorre redução na concentração de PB com o avanço da maturidade do pasto também ocorre o declínio na ingestão de MS e digestibilidade da PB, o que concorda com as observações encontradas no presente estudo. A maior digestibilidade total da PB observada através da suplementação protéica ocorreu pelos suplementos serem mais digestíveis que o pasto (com base no N). Adicionalmente, a maior digestibilidade da PB pode ser em virtude da progressiva diminuição da proporção de N endógeno nos compostos nitrogenados fecais, com o aumento na ingestão de compostos nitrogenados (Valadares et al., 1997) via suplementação. Segundo Ferrell et al. (1999) o N metabólico fecal constitui a maior proporção do N fecal total em animais não suplementados que consomem pasto de média-baixa qualidade em virtude do menor

consumo de N. Desta forma, a combinação da maior digestibilidade do N dos suplementos e o aumento do N metabólico fecal (% do consumo de N) nos animais não suplementados resultou no incremento na digestibilidade aparente total da PB com a suplementação protéica.

Tabela 8 - Efeito da estratégia de suplementação sobre a digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal da MS, MO, PB, FDN, CT e CNF de bovinos sob pastejo

| Item | Tratamento ¹ | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|--------|------------------------|-------|-------|
| | MM | AC | 3X | 7X | | SNS | ACF | FREQ |
| Digestibilidade aparente total | | | | | | | | |
| MS | 59,66 | 61,85 | 60,17 | 60,82 | 4,6 | 0,449 | 0,463 | 0,742 |
| MO | 61,58 | 64,52 | 64,69 | 64,79 | 4,9 | 0,139 | 0,911 | 0,968 |
| PB | 62,62 | 69,42 | 68,64 | 68,20 | 3,3 | 0,003 | 0,493 | 0,793 |
| CT | 59,14 | 62,26 | 60,99 | 62,64 | 3,7 | 0,074 | 0,762 | 0,343 |
| FDN | 70,77 | 71,84 | 71,83 | 71,70 | 2,2 | 0,315 | 0,942 | 0,917 |
| CNF | 65,05 | 70,10 | 69,17 | 70,00 | 2,6 | 0,004 | 0,649 | 0,532 |
| Digestibilidade aparente ruminal | | | | | | | | |
| MS ² | 63,63 | 63,48 | 63,92 | 63,16 | 19,2 | 0,988 | 0,995 | 0,933 |
| MO ² | 71,40 | 72,22 | 71,16 | 72,20 | 2,3 | 0,649 | 0,610 | 0,407 |
| PB ³ | 30,97 | 29,61 | 29,42 | 30,09 | 26,1 | 0,789 | 0,977 | 0,907 |
| CT ² | 80,16 | 80,85 | 80,54 | 80,87 | 0,8 | 0,184 | 0,740 | 0,507 |
| FDN ² | 78,70 | 81,26 | 81,22 | 81,77 | 4,1 | 0,208 | 0,912 | 0,825 |
| CNF ² | 71,23 | 72,05 | 71,07 | 71,32 | 4,9 | 0,905 | 0,704 | 0,925 |
| Digestibilidade aparente intestinal | | | | | | | | |
| MS ² | 36,37 | 56,52 | 37,32 | 37,50 | 36,5 | 0,919 | 0,906 | 0,966 |
| MO ² | 28,60 | 27,77 | 28,84 | 27,80 | 5,9 | 0,649 | 0,610 | 0,407 |
| PB ³ | 45,57 | 58,51 | 54,38 | 54,19 | 9,4 | 0,013 | 0,218 | 0,958 |
| CT ² | 19,84 | 19,15 | 19,46 | 19,13 | 3,5 | 0,184 | 0,740 | 0,507 |
| FDN ² | 28,77 | 27,95 | 28,93 | 28,69 | 12,3 | 0,905 | 0,704 | 0,925 |
| CNF ² | 19,55 | 19,26 | 19,24 | 19,87 | 16,1 | 0,955 | 0,883 | 0,785 |

¹SNS = Mistura mineral *versus* suplementação; ACF = Autocontrole *versus* frequência de suplementação; FREQ = 3X *versus* 7X; ²% do total digerido; ³% da quantidade que chegou no local.

Durante o período de transição águas-seca, com o avançar do período seco, verifica-se aumento dos valores referentes aos componentes fibrosos e queda no teor de compostos nitrogenados do pasto (Zervoudakis et al., 2003) o que pode deprimir a atividade microbiana e afetar negativamente a digestibilidade da FDN. No entanto, a alta disponibilidade de N degradável permitiu que a suplementação protéica, nesta época do ano, otimizasse o ambiente ruminal para o crescimento dos microrganismos fibrolíticos do rúmen. Desta forma o suprimento de N promoveu aumento na eficiência da atividade de degradação da digesta por parte dos microrganismos, com possíveis influências sobre a cinética digestiva e por conseqüência no consumo e digestibilidade nos animais suplementados.

A maior digestibilidade aparente total dos CNF observada com a suplementação protéica constitui possível reflexo de sua maior concentração na dieta total destes animais. Por apresentarem disponibilidade nutricional quase completa (98%), o maior consumo de CNF observado nos animais suplementados em relação aos não suplementados (Tabela 7) proporcionou maiores coeficientes de digestibilidade aparente dos CNF por diluição da fração metabólica fecal. Vale ressaltar que a disponibilidade ruminal aumentada dos CNF, possivelmente, aumentaria a necessidade de suplementação com proteína degradada no rúmen, haja visto, que os microrganismos que utilizam estes carboidratos necessitam de aminoácidos e peptídeos para máxima eficiência (Russell et al., 1992). Desta forma, o fornecimento de quantidades moderadas de CNF, geralmente aumenta o fluxo de N microbiano para o abomaso, desde que não haja limitação de N disponível no rúmen (Valadares Filho & Cabral, 2002).

É sabido que a digestão da PB ocorre no intestino delgado, quando parte da proteína de um alimento escapa da degradação ruminal. Entretanto, parte desta PB que escapa pode estar associado à fração fibrosa e portanto estar parcialmente indisponível à digestão intestinal. Assim, o incremento na digestibilidade aparente ruminal da PB através da suplementação pode ser explicado pela redução da contribuição das perdas endógenas, devido ao aumento no consumo destes nutrientes. Por fim, o coeficiente de digestibilidade intestinal positivo para PB indica que houve absorção de N na forma de amônia.

Não foram observados efeitos significativos entre a suplementação tipo autocontrole e infreqüente, assim como para as freqüências estudadas ($P > 0,10$) sobre as digestibilidades aparente total, ruminal e intestinal dos nutrientes. Segundo Collins & Pritchard (1992), isto sugere que, embora a suplementação infreqüente altere as características de fermentação ruminal, apresenta efeito mínimo sobre a utilização da forragem.

Variados resultados têm sido observados na literatura sobre os efeitos da freqüência de suplementação na digestibilidade de nutrientes. Ausência de efeito foi reportada por Coleman & Wyatt (1982), Hunt et al. (1989), Bohnert et al. (2002b) e Schauer et al. (2005). Beaty et al. (1994) reportaram que a redução da freqüência de suplementação aumentou a digestibilidade da MS e da FDN de bovinos suplementados uma ou três vezes por semana. Em contraste, Farmer et al. (2001) notaram redução da digestibilidade da MO em novilhos à medida que se aumentou o intervalo entre o fornecimento do suplemento, o qual foi atribuído, apesar da pequena magnitude (5%), às alterações sobre a fermentação

ruminal, em virtude do efeito quadrático sobre a taxa de diluição do fluido ruminal quando se reduziu a frequência de suplementação.

O pH do líquido ruminal é mostrado na Figura 2. De acordo com Ørskov & Tyler (1990) substratos disponíveis para a fermentação, juntamente com o pH ruminal são os principais fatores determinantes da sobrevivência dos microrganismos no ecossistema ruminal, destacando-se a redução do pH como a principal causa isolada dos efeitos associativos negativos de diversos componentes da dieta sobre a digestibilidade da ração. Os valores médios estiveram sempre acima do limite de 5,0 a 5,5 (Hoover, 1986) como inibitório à atividade dos microrganismos celulolíticos. Estudando diferentes frequências de suplementação, Bohnert et al. (2002c) e Farmer et al. (2004) também encontraram resultados semelhantes.

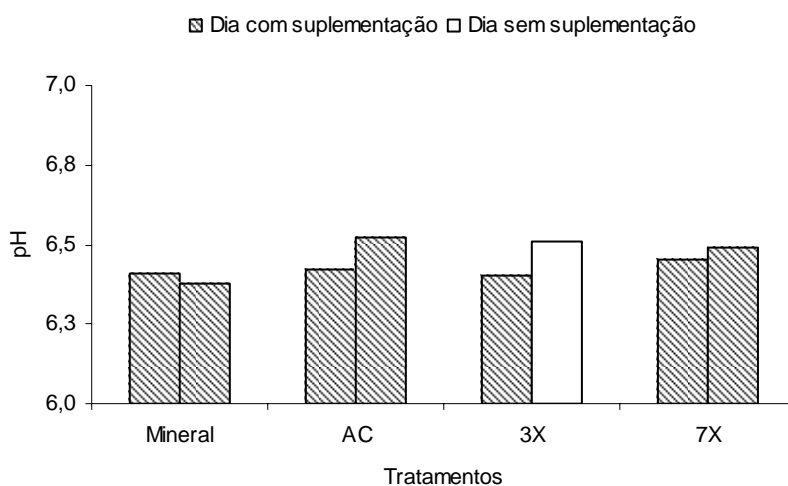


Figura 2 - Estimativa do pH do líquido ruminal obtida no dia do fornecimento do suplemento e no dia sem o fornecimento do suplemento

Os valores médios observados no dia em que os animais foram suplementados foram de $6,41 \pm 0,35$; $6,42 \pm 0,19$; $6,40 \pm 0,25$ e $6,45 \pm 0,27$, respectivamente, para MM, AC, 3X e 7X. Para os animais que receberam a suplementação descontínua (3X), quando a mensuração do pH foi realizada nos dias em que os animais não receberam suplementos, o valor foi de $6,51 \pm 0,23$.

As concentrações de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) em função dos tratamentos são apresentadas na Figura 3. As concentrações médias observadas no dia em que os animais foram suplementados foram de $6,71 \pm 0,52$; $16,46 \pm 1,26$; $12,69 \pm 2,56$ e $10,57 \pm 1,01$, respectivamente, para MM, AC, 3X e 7X. Quando a estimativa da concentração do $N-NH_3$

foi realizada nos dias em que os animais do tratamento 3X não receberam suplementos a concentração foi de $10,49 \pm 1,37$ mg/dL de líquido ruminal.

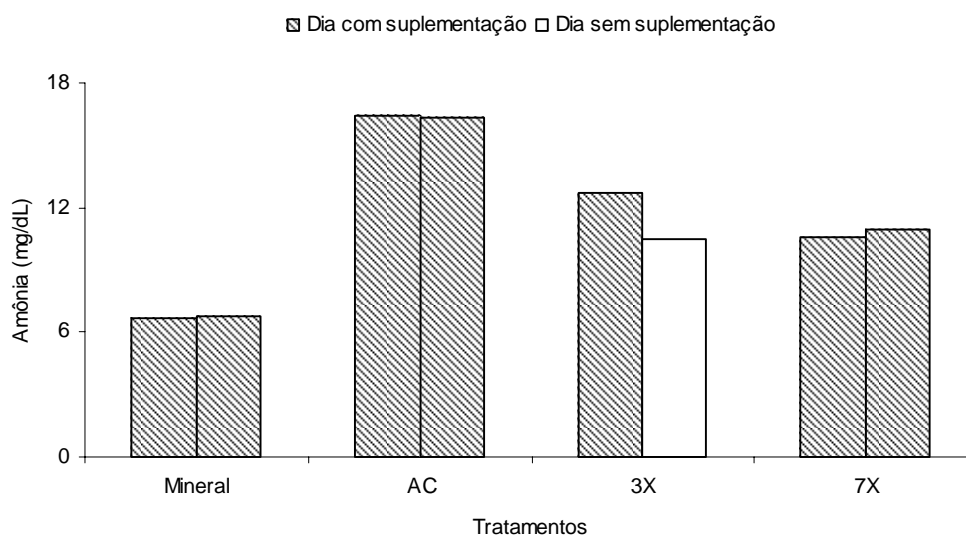


Figura 3 - Estimativa da concentração de amônia do líquido ruminal obtida no dia do fornecimento do suplemento e no dia sem o fornecimento do suplemento

Destaca-se que em todos os tratamentos e mesmo nos dias em que os animais não receberam a suplementação, o valor médio esteve acima de 5,0 mg/dL de N-NH₃ (Griswold et al., 2003) indicando que a amônia ruminal não limitou o crescimento microbiano em nenhum dos tratamentos. Percebe-se que mesmo nos dias em que os animais do tratamento 3X quando receberam suplementos, os níveis estiveram acima de 10,0 mg/dL de líquido ruminal sugeridos por Leng (1990) como ótimo para apropriada fermentação em condições tropicais. Desta forma, pode-se inferir que a suplementação de forma descontínua possibilita a manutenção da concentração de N-NH₃ do líquido ruminal em níveis adequados para o crescimento e a atividade microbiana. Este comportamento está de acordo com os observados por Collins & Pritchard (1992), Beaty et al. (1994) e Bohnert et al. (2002c).

A maior concentração de N-NH₃ ruminal encontrada nos animais que consumiram suplemento autocontrole pode ser atribuída à alta taxa de hidrólise da uréia. O fornecimento de suplemento com maior degradabilidade contendo fonte prontamente disponível de N, via uréia, foi responsável pelas maiores concentrações de N-NH₃ ruminal. Aparentemente, a degradabilidade é mais importante do que a quantidade de suplemento para determinar aumento da concentração de N-NH₃ (Franco et al., 2004).

Na Tabela 8 encontram-se as médias para os fluxos de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência de síntese de proteína microbiana obtidas para os cinco tratamentos. Não houve efeito ($P>0,10$) tanto na estratégia de suplementação quanto na frequência de suplementação sobre o Nmic e eficiência microbiana.

Contudo, observou-se que os animais que consumiram apenas suplemento mineral apresentaram 8,24% menos Nmic. A produção de Nmic no rúmen pode ser limitada em animais sob pastejo em gramíneas tropicais, em razão do suprimento de substratos prontamente fermentáveis. Desta forma, a suplementação de grãos em pequenas quantidades pode elevar o Nmic que alcança o intestino e conseqüentemente melhorar o desempenho animal (Caton & Dhuyvetter, 1997). Segundo Van Soest (1994), maiores consumos proporcionam maior escape de Nmic e N dietético para o duodeno, possivelmente, em virtude do aumento nas taxas de passagem e diluição.

Tabela 8 - Efeito da estratégia de suplementação sobre os fluxos de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana em bovinos sob pastejo

| Item | Tratamento ¹ | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | |
|---------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------|-------|-------|
| | MM | AC | 3X | 7X | | SNS | ACF | FREQ |
| Nmic ² | 82,24 | 91,05 | 88,85 | 88,94 | 48,1 | 0,772 | 0,936 | 0,998 |
| | Eficiência microbiana | | | | | | | |
| EFIMO ³ | 19,71 | 17,70 | 17,30 | 17,24 | 44,2 | 0,838 | 0,932 | 0,992 |
| EFICT ⁴ | 18,43 | 18,70 | 18,21 | 18,14 | 40,2 | 0,785 | 0,909 | 0,988 |
| EFINDT ⁵ | 113,45 | 110,22 | 106,85 | 107,20 | 49,0 | 0,944 | 0,924 | 0,992 |

¹/SNS = Mistura mineral *versus* suplementação; ACF = Autocontrole *versus* frequência de suplementação; FREQ = 3X *versus* 7X; ²/g/dia; ³/g Nmic/kg MODR, ⁴/g Nmic/kg CTDR; ⁵/g PBmic/kg NDT

O crescimento microbiano é função da quantidade de energia proveniente da fermentação ruminal e segundo Firkins (1996) é maximizado quando as taxas de fermentação do amido e proteínas estão sincronizadas. Desta forma, não houve restrições significativas para o crescimento microbiano, visto que a eficiência microbiana, em qualquer forma de expressão, não apresentou diferenças.

Observa-se que, quando expressos em g de PBmic/kg de NDT consumido, os valores estiveram ente 106,8 e 113,4. Este valor é menor que os valores de 130 g PBmic/kg de NDT e 120 g PBmi/kg de NDT, respectivamente, empregado pelo NRC (2000) e recomendado por Valadares Filho et al. (2006) para condições tropicais. Segundo o NRC (2000), o valor de 130 g PBmic/kg de NDT é uma generalização e que pode ser variável dependendo da dieta consumida pelos animais. Em adição, segundo o NRC (2000) em dietas com níveis de consumo variando entre 1,9 a 2,1% do PV e NDT entre 50 a 60%,

como as do presente estudo, a eficiência de síntese de proteína microbiana seria próximo de 80,0 g PB/Kg de NDT. Desta forma, pode-se inferir que os valores médios estimados de síntese de proteína microbiana estão dentro da normalidade.

Na Tabela 9 encontram-se as médias para compostos nitrogenados totais ingeridos (NI), excretados na urina (NUR), nas fezes (NF) nitrogênio uréico sérico (NS), balanço de compostos nitrogenados (BN) e BN em função do ingerido (BNI). Verificou-se que animais que receberam apenas suplementação mineral apresentaram menores valores ($P < 0,10$) de NI, BN e BNI. O menor valor de NI observado retrata o menor consumo de PB (Tabela 7) encontrado nos animais que receberam apenas suplementação mineral. As concentrações de NUR, NF e NS não foram influenciadas pelo tipo de suplementação ($P > 0,10$).

Apesar de não significativo, a suplementação protéica propiciou maiores valores de NUR e NS quando comparada à suplementação mineral, sendo este fato em virtude do maior consumo de PB pelos animais dos tratamentos autocontrole e infrequente (Tabela 6) com conseqüente maior concentração de N-NH₃ (Figura 3). De fato, segundo Harmeyer & Martens (1980), a excreção de NUR e as concentrações NS estão positivamente correlacionadas com a ingestão de N.

Tabela 9 - Efeito da estratégia de suplementação de bovinos em pastejo compostos nitrogenados totais ingeridos (NI) excretados na urina (NUR), nas fezes (NF) sérico (NS), balanço de compostos nitrogenados (BN) e BN em função do ingerido (BNI)

| Item | Tratamento ¹ | | | | CV (%) | Contraste ¹ | | |
|------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------|-------|-------|
| | MM | AC | 3X | 7X | | SNS | ACF | FREQ |
| NI ² | 120,33 | 162,84 | 150,53 | 152,12 | 3,8 | <0,001 | 0,015 | 0,696 |
| NUR ² | 40,37 | 50,64 | 45,20 | 46,28 | 15,7 | 0,142 | 0,307 | 0,833 |
| NF ² | 45,00 | 49,50 | 47,03 | 48,07 | 7,4 | 0,166 | 0,400 | 0,690 |
| NS ³ | 13,72 | 16,75 | 16,70 | 16,75 | 27,5 | 0,280 | 0,994 | 0,988 |
| BN ² | 34,94 | 62,69 | 58,29 | 57,77 | 9,2 | 0,001 | 0,174 | 0,886 |
| BNI ⁴ | 29,21 | 38,50 | 38,71 | 37,95 | 12,0 | 0,010 | 0,951 | 0,811 |

¹/SNS = Mistura mineral *versus* suplementação; ACF = Autocontrole *versus* frequência de suplementação; FREQ = 3X *versus* 7X; ²/g/dia; ³/mg/dL; ⁴/%.

O BN superior ($P < 0,10$) para os animais que receberam a suplementação protéica, retrata possivelmente o maior aproveitamento do N dietético. Quando se comparou a suplementação tipo autocontrole com a infrequente, verificou-se efeito significativo apenas para o NI ($P < 0,10$), devido ao maior consumo de suplemento que propiciou maior ingestão de PB pelos animais. A redução na frequência de suplementação para três vezes por semana não afetou nenhuma das variáveis apresentadas na Tabela 9 ($P > 0,10$). Coleman &

Wyatt (1982), Bohnert et al. (2002a) e Currier et al. (2004) ao suplementarem novilhos de forma infreqüente também observaram que o BN não foi influenciado pelo aumento no intervalo entre eventos da suplementação. Segundo Bohnert et al. (2002a), esta resposta ocorreu devido ao mesmo consumo observado entre os animais suplementados diariamente e os de forma infreqüente. Desta forma, baseado nas observações do presente estudo e dos acima citados, pode-se inferir que a redução na freqüência de suplementação apresentou mínimo efeito sobre o BN, quando comparada com a suplementação diária.

Conclusões

Durante o período de transição águas/seca, bovinos de corte sob pastejo apresentam maior consumo e digestibilidade e conseqüentemente melhor desempenho que animais suplementados apenas com mistura mineral.

A suplementação protéica de forma descontínua aparece como ferramenta promissora para facilitar a prática da suplementação de bovinos de corte em pastejo durante o período de transição águas/seca, pois não prejudica o desempenho, características ingestivas e digestivas, eficiência de síntese de proteína microbiana e balanço de compostos nitrogenados dos animais.

A escolha da estratégia de distribuição dos suplementos protéicos dependerá do preço e disponibilidade de ingredientes e da logística do sistema de produção.

Literatura Citada

- BARBOSA, F.A., GRAÇA, D.S., MAFFEI, W.E. et al. Suplementação protéico-energética de bovinos de corte em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, durante a época de transição águas-seca. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande:SBZ, 2004. (CD-ROM). Nutrição de Ruminantes.
- BARBOSA, M.A.A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.CECATO, U. Dinâmica da pastagem e desempenho de novilhos em pastagem de capim Tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p.1594-1600, 2006 (supl.).
- BEATY, J. L., COCHRAN, R. C., B. A. LINTZENICH, B. A. et al. Effect of frequency of supplementation and protein concentration in supplements on performance and digestion characteristics of beef cattle consuming low-quality forages. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2475–2486, 1994.
- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; DeLCURTO, T. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on performance and nitrogen use in

- ruminants consuming low-quality forage: Cow performance and efficiency of nitrogen use in wethers. **Journal of Animal Science**. v.80, p.1629-1637, 2002a.
- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; BAUER, M.L. et al. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality low-quality forage: I-Site of digestion and microbial efficiency. **Journal of Animal Science**. v.80, p.2967-2967, 2002b.
- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; FALECK, S.J. et al. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality low-quality forage: II-Ruminal fermentation characteristics. **Journal of Animal Science**. v.80, p.2978-2988, 2002c.
- BURNS, J. C., POND, K. R., FISHER, D. S., LUGINBUHL, J. M. Changes in forages quality, ingestive mastication, and digesta kinetics resulting from switchgrass maturity. **Journal of Animal Science**.v.75, p.1368-1379, 1997.
- CATON, J.S., DUHYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. **Journal of Animal Science**. v.75, p.533- 542, 1997.
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- COLEMAN, S.W.; WYATT, R.D. Cottonseed meal or small grains forage as protein supplements fed at different intervals. **Journal of Animal Science**. v.55, p.11-17, 1982.
- DETMANN, E., ZERVOUDAKIS, J.T., PAULINO, M.F. et al. Avaliação da influência de fatores de animal e meio sobre o consumo de suplementos múltiplos por bovinos em pastejo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.
- FARMER, C.G.; COCHRAN, R.C.; NAGARAJA, T.G. et al. Ruminal and host adaptaptations to change in frequency of protein supplementation **Journal of Animal Science**, v.82, p.895-903, 2004.
- FARMER, C. G.; COCHRAN, R.C.; SIMMS, D.D.; et al. The effects of several supplementation frequencies on forage use and the performance of beef cattle consuming dormant tallgrass prairie forage. **Journal of Animal Science**. v.79. p.2276-2285. 2001.
- FERRELL, C.L.; KREIKEMEIER, K.K; FREETLY, H.C. The effect of supplemental energy, nitrogen and protein on feed intake, digestibility and nitrogen flux across the gut and liver bay sheep fed low-quality forage. **Journal of Animal Science**. v.77, p.3353-3364, 1999.
- FIRKINS, J.L. Maximizing microbial protein synthesis in the rumen. **Journal of Nutrition**., v.126, n.45, p.1347-1354, 1996.
- FRANCO, A.V.M.; FRANCO, G.L.; ANDRADE, P. Parâmetros ruminais e desaparecimento da MS, PB e FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagem na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1316-1324, 2006.

- GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; LANA, R.P. et al. Recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região amazônica. Desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p.1740-1750, 2005a.
- GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; LANA, R.P. et al. Recria de novilhos mestiços em pastagens de *brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região amazônica. Consumo e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p.1730-1739, 2005b.
- GRISWOLD, K.E.; APGAR, G.A.; BOUTON, J. et al. Effects of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility and fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**. v.1, p.329-336, 2003.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**. v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.
- HUNT, C.W.; PARKINSON, J.F.; ROEDER, R.A et al. The delivery of cottonseed meal at three different time intervals to steers fed low-quality grass hay: Effects on digestion and performance. **Journal of Animal Science**. v.67, p.1360-1366, 1989.
- HUSTON, F. E., LIPPKE, H., FORBES, T.D.A et al. Effects of supplemental feeding interval on adult cows in western Texas. **Journal of Animal Science**. v.77, p.3057-3067, 1999.
- KREHBIEL, C.R.; FERRELL, C.L.; FREELY, H.C. Effects of frequency of supplementation on dry matter intake and net portal and hepatic flux of nutrients in mature ewes that consume low-quality forage. **Journal of Animal Science**. v.76, p.2464-2473.1998.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Dinâmica de degradação ruminal in situ da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade suplementados com níveis crescentes de compostos nitrogenados. In: 42ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa. **Anais...João Pessoa, SBZ, 2006** (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- LEÃO. M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana**. Belo Horizonte, MG – UFMG, 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- LEÃO, M.M.; ANDRADE, I.F.; BAIÃO, A.A.F. et al. Níveis de suplementação de novilhos mestiços mantidos a pasto. **Ciência e Agrotecnologia de Lavras**. v.29, n.5, p.1069-1074, 2005.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**. v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. V.85, n.6, p.1212-1240, 2002.

- MIERES, J.M. Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje. In: Martins, D.N. **Suplementación estratégica para el engorde de ganado**. INIA, Serie Técnica 83, mayo, p. 11-15, 1997.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press: New York, 1990. 483p
- MORAES, E.H.K.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDSAKIS, J.T. et al. Avaliação qualitativa da pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* stapf., sob pastejo, no período da seca, por intermédio de três métodos de amostragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.30-35, 2005.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.914-920, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, D.C.: 2000. 242p.
- NOLAN, J.V.; LENG, R.A. Dynamic aspects of ammonia and urea metabolism in sheep. **British Journal of nutrition**. v.27, p.177-192, 1972
- PACIULLO, D.S.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. et al. Composição química e digestibilidade *in vitro* de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.964-974, 2001.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: II Simpósio de produção de gado de corte, II, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p.187-231.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: Simpósio de produção de gado de corte, 4, 2004b, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p.93-144.
- PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; MORAES, E.H.B.K. et al. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. IN: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, p.153-196, 2002.
- POPPI, D.P., HUGHES, T.P., I'HUILLIER, P.J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. (Ed). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production, 1987.p.55-64. (Occasional publication, n° 10).
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 278-290, 1995.
- ROMERO, A.; SIEBERT, B.D.; MURRAY, R.M. A study on the effect of frequency of urea ingestión on utilization of low quality roughage by steers. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**. v.16, p.309-314, 1976.
- RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**., v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S. et al. Avaliação de pastagem diferida de *brachiaria decumbens* stapf. 2. Disponibilidade de forragem e desempenho animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.214-224, 2004.

- SCHAUER, C.S.; BOHNERT, D.W.; GANSKOPP, D.C. et al. Influence of protein supplementation frequency on cows consuming low-quality forage: Performance, grazing behavior and variation in supplement intake. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1715-1725, 2005.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2002. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª Edição. Viçosa:UFV, imp. univ. 165p.
- 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.
- STOBBS, T.H. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef milk production. **Tropical Grassland**, Brisbane, v.9,n.2,p.141-50, 1975.
- 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.
- VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S. Aplicação dos princípios de nutrição de ruminantes em regiões tropicais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, Recife-PE, **Anais...Recife:SBZ**, 2003 (CD-ROM, Palestras-Nutrição de Ruminantes).
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. et al. Modelos nutricionais alternativos para otimização de renda na produção de bovinos de corte. In: III Simpósio de produção de gado de corte. Viçosa, **Anais...SIMCORTE**, p.197-254, 2002.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana**. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte, 1.ed.-Viçosa: UFV, DZO, 2006. 142p.
- Van SOEST, P.J. e ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.
- ZERVOUDAKIS, J.T. **Suplementos múltiplos de auto-controle de consumo e frequência de suplementação na recria de novilhos durante os períodos das águas e transição águas-seca**. Viçosa, MG: UFV, 2003 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E. et al. Associação de diferentes fontes protéicas em suplementos múltiplos de auto-controle de consumo, para recria de novilhos em pastagens durante o período de transição águas-seca. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, 2002, Recife. **Anais...Recife: SBZ**, 2002 (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).
- ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Desempenho de novilhos recriados em pastagens de capim mombaça, submentidos a diferentes frequências de suplementação no período de transição águas-seca. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, Santa Maria-RS, **Anais...Santa Maria:SBZ**, 2003 (CD-ROM, Nutrição de ruminantes).

Exigências Nutricionais de Bovinos de Corte em Pastejo: Energia

Resumo - Com o objetivo de determinar as exigências de energia e as eficiências de utilização de energia para ganho de peso e manutenção de bovinos de corte sob pastejo foi conduzido um experimento no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa. A área experimental constituiu-se de cinco piquetes formados com *Brachiaria decumbens*. Utilizaram-se 27 bovinos anelados não-castrados, com peso vivo (PV) médio inicial de 311,0 kg e idade média de 14 meses. Três animais foram abatidos após o período de adaptação para servirem como referência para as estimativas do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal iniciais dos animais mantidos no experimento. Dos 24 restantes, quatro foram designados ao grupo manutenção com tempo de pastejo restrito para limitar o consumo de energia a nível próximo da manutenção. Os 20 demais foram distribuídos em quatro tratamentos: mistura mineral, autocontrole e as frequências de fornecimento de suplemento: três vezes/semana (segunda, quarta e sexta) e diariamente. A exigência líquida de energia para manutenção foi estimada como o anti-log do intercepto da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), assim como pelo coeficiente “a” da equação de regressão exponencial entre a PC e o CEM, dos animais suplementados juntamente com os não-suplementados e os do grupo manutenção. As quantidades de energia e gordura no ganho aumentaram com o aumento do PV dos animais. As exigências de energia líquida para ganho de peso de bovinos anelados não-castrados sob pastejo podem ser obtidas pela equação: $ER = 0,0617*PCVZ^{0,75}*GDPCVZ^{1,056}$. O requisito energético diário para manutenção foi de 64,00 kcal/PV^{0,75}. A k_m estimada foi de 0,64 e a k_g de 0,26.

Palavras-chave: Energia líquida, nutrientes digestíveis totais, pasto zebuínos

Nutritional requirements of beef cattle at pasture: Energy

Abstract – A trial involving 27 zebu bulls at pasture with initial live weight (LW) of 311.0 kg were conducted with the objective of determining their energy requirements. Three animals were slaughtered at the beginning of the trial, performing the reference group; four had grazing time restricted, to limit energy intake to a level close to the maintenance level. The remaining were uniformly allotted to a complete randomized design, in four treatments: mineral mix, self-feeding protein and protein supplementation three times per week (Monday, Tuesday and Friday) and daily. The net energy requirement for maintenance (Nem) was estimated as the antilog of the intercept of the equation obtained by the linear regression between the logarithm of heat production (HP) and the metabolizable energy intake (MEI). It was also determined as the “a” coefficient of the exponential equation obtained between HP and MEI of the animals from the animals non-supplemented (mineral) together supplemented (protein supplementation) plus the animals from the maintenance group. The amount of energy and fat in the gain increased as the body weight of the animals increased. The net energy requirements for gain (Neg) of zebu steers can be obtained by the equation: $Neg = ER = 0,0617 * BW^{0,75} * EBG^{1,0564}$. The daily energy requirement for maintenance was 64,00 kcal/LW^{0.75}. The estimated value for k_m was 0.64 and the calculated k_g were 0.26.

Key Words: Net energy, pasture, requirements, total digestible nutrients, zebu cattle

Introdução

A produção de carne nos trópicos é conduzida principalmente sob a forma de pastejo, onde a pastagem constitui substrato básico, respondendo por cerca de 99% da dieta dos animais (Paulino et al., 2003) sendo as principais e mais econômicas fontes de nutrientes para os bovinos.

Neste contexto, quando se busca um programa de produção ininterrupto de carne que seja eficiente e competitivo, torna-se primordial eliminar as fases de baixo desenvolvimento promovendo condições aos animais para produzirem continuamente, durante todo o ano. Para isto, necessita-se de suprimento constante de alimento e o equilíbrio com as exigências nutricionais dos animais.

Com relação às exigências nutricionais de bovinos de corte, ainda que seu conhecimento seja de suma importância, pois através dessas é possível proporcionar aos animais as condições adequadas para atingirem a sua máxima produção, poucas são as informações sobre as exigências de animais em regime de pastejo no Brasil, resumindo-se a trabalhos realizados por Zervoudakis et al. (2002), Fontes et al. (2005a,b) e Fregadolli (2005). Desta forma, percebe-se que na pecuária de corte nacional uma das lacunas existentes com relação à quantidade de informações, diz respeito às exigências nutricionais de bovinos de corte terminados em regime de pastejo.

Diferentemente da produção em confinamento, bovinos criados nos sistemas de produção à pasto, gastam grande parte do dia caminhando e colhendo forragem e, conseqüentemente, apresentam gasto extra de energia. Desta forma, a atividade de pastear pode aumentar os requerimentos de energia de bovinos criados a pasto quando comparados aos confinados. No entanto, existem na literatura informações que variam desde a não alteração (DiMarco & Aello, 1998) até aumentos da exigência energética para manutenção em torno de 50% (Havstad & Malechek, 1982).

As exigências energéticas de bovinos de corte compreendem não só as exigências de manutenção, mas também para produção, incluindo o crescimento e terminação. A eficiência com que os ruminantes utilizam a energia dos alimentos é baixa e dependente da quantidade de perdas nas fezes e produção de calor. Em adição, apresenta correlação positiva com o tamanho corporal, o consumo de matéria seca (MS), a atividade física, a termorregulação e a deposição de proteína e gordura.

As exigências de energia para manutenção (ELm) podem ser definidas como a quantidade de energia necessária para a manutenção da massa corporal estável e, segundo Ferrell & Jenkins (1985) representam 50% da energia total gasta na produção.

O NRC (2000) citou que a ELm pode variar até 40%, dependendo da raça bovina, de modo que animais zebuínos em crescimento têm requerimentos de energia de manutenção, por unidade de tamanho metabólico, aproximadamente 10% menores que os dos taurinos. Por outro lado, a CSIRO (1990) recomendou para zebuínos níveis de ELm 20% menores que para os taurinos.

De fato, baseado nas afirmações de Perón et al. (1993) que zebuínos apresentam depósito de gordura periférica mais pronunciado em detrimento ao depósito de gordura interna e, as de Jorge et al. (1999) de que também apresentam menor tamanho de órgãos internos pode-se inferir que, em relação aos taurinos, as exigências de energia para manutenção de animais zebuínos seriam inferiores.

Segundo Fontes et al. (2005a), as pesquisas realizadas no Brasil indicam de forma inequívoca que os requerimentos de energia para manutenção de animais zebuínos são significativamente mais baixos que o valor $77,0 \text{ kcal/PV}^{0,75}$, proposto por Lofgreen & Garrett (1968). Paulino et al. (2004) encontraram para novilhos anelados requisito energético diário para manutenção de $68,60 \text{ kcal/PV}^{0,75}$. Por outro lado, Freitas et al. (2006a) não comprovaram menores valores de ELm para bovinos Nelore quando comparados com bovinos mestiços.

As exigências líquidas de energia para ganho de peso ou crescimento (ELg) são estimadas pela quantidade de energia depositada como matéria orgânica não-gordurosa (proteína, praticamente), além da depositada como gordura (NRC, 2000). Segundo Paulino et al. (2004), o conhecimento da eficiência de uso da energia para os diferentes processos produtivos é um precedente indispensável para se estimar as exigências dietéticas de energia, já que estas são obtidas a partir da relação entre as exigências líquidas de energia e a eficiência de sua utilização. Ao analisar vários trabalhos da literatura, Fontes (1995) verificou que, de forma geral, as raças zebuínas apresentam maiores exigências de energia para ganho de peso que os mestiços, sendo a exigência ampliada com o aumento do peso vivo e da taxa de ganho de peso (Boin, 1995).

Toelle et al. (1986) verificaram que o peso ao abate tem grande influência sobre a composição do ganho. O aumento nas exigências de energia para ganho de peso, com o aumento do peso de abate, está relacionado à maior deposição de gordura no ganho, que

apresenta maior equivalente calórico. Portanto, quanto maior a energia retida no ganho, maiores serão as exigências de energia para ganho de peso.

Considerando que as pastagens são a base de sustentação da pecuária nacional, verifica-se a necessidade do conhecimento das exigências líquidas de energia para manutenção e ganho de peso de bovinos de corte criados nestas condições.

Assim, objetivou-se com este trabalho estimar as exigências líquidas de energia para manutenção e ganho de peso em bovinos anelados criados no sistema pasto-suplemento durante o período das águas e transição águas/seca.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa entre os meses de março e junho de 2004.

Foram utilizados 27 bovinos anelados, não castrados, com idade e peso vivo (PV) médios iniciais, respectivamente, de 14 meses e 311,0 kg. Ao iniciar o experimento, foram abatidos três animais que serviram de referência no estudo da composição corporal inicial. Os 24 restantes foram distribuídos de forma aleatória entre os tratamentos: manutenção (MT), mistura mineral (MM), autocontrole (AC) e as frequências de fornecimento: três vezes/semana (segunda, quarta e sexta - 3X) e diariamente (7X). (Tabela 1). Foram destinados ao tratamento MT quatro animais, submetidos a um pastejo restrito objetivando atender as exigências de manutenção. Estes foram soltos às 6:00 da manhã e presos em um curral às 10:00, totalizando quatro horas de pastejo para se manter a ingestão de alimento em nível pouco acima da exigência de manutenção (Fontes et al., 2005a). Os demais tratamentos apresentaram cinco repetições cada.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos, com base na matéria natural

| Ingredientes | Suplementos | | |
|------------------------------------|-------------|--------------|------------|
| | MM | Autocontrole | Frequência |
| Mistura mineral ¹ | 100 | 10 | 10 |
| Uréia/sulfato de amônia (9:1) | -- | 10 | -- |
| Farelo de soja | -- | --- | 50 |
| Farelo de glúten de milho (21% PB) | --- | --- | 40 |
| Farelo de trigo | -- | 80 | -- |

¹Composição: Fosfato bicálcico 50%; Sal comum 48%; Sulfato de zinco 1,5%; Sulfato de cobre 0,75%; Sulfato de cobalto 0,05% e Iodato de potássio 0,06%.

Na Tabela 2 é apresentado o esquema de distribuição dos suplementos aos animais. Os suplementos foram oferecidos às 10h00 em quantidade de 0,550 kg/animal, sendo que ao final de sete dias cada animal recebeu a mesma quantidade de suplemento (3,850 kg/animal/semana).

Tabela 2 - Esquema de distribuição de suplementos aos animais

| Dias da semana | Frequência ¹ | |
|-------------------|-------------------------|-----------------|
| | 3X ² | 7X ³ |
| Domingo | --- | 0,550 |
| Segunda | 1,283 | 0,550 |
| Terça | --- | 0,550 |
| Quarta | 1,283 | 0,550 |
| Quinta | --- | 0,550 |
| Sexta | 1,283 | 0,550 |
| Sábado | --- | 0,550 |
| Total/semana (kg) | 3,850 | 3,850 |

¹Referente ao consumo de 0,550 kg/animal/dia com base na matéria natural; ²3X = três vezes/semana; ³7X = diariamente

A área experimental destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouros e comedouros cobertos. Visando minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca (MS) de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias e após este período procedeu-se o rodízio dos animais (mantendo-se a aplicação dos mesmos tratamentos aos animais) entre os piquetes.

A avaliação da forragem ingerida pelos animais foi realizada por intermédio da simulação manual de pastejo a cada 20 dias. Porcedeu-se a coleta, conforme Johnson (1978), identificando o tipo de material que o animal coletava, com o objetivo de coletar uma amostra semelhante ao ingerido. A coleta foi realizada por um único amostrador em todo período experimental a fim de evitar variações em cada amostragem.

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

$$Excreção\ Fecal\ (kg\ /\ dia) = \frac{Quantidade\ fornecida\ do\ indicador\ (g)}{Concentração\ do\ indicador\ nas\ fezes\ (g\ /\ kgMS)} \times 100$$

O óxido crômico foi aplicado em dose única diária (15 g/animal) acondicionado em cartuchos de papel e introduzido através de um aplicador diretamente no esôfago dos animais durante nove dias consecutivos..

As estimativas do consumo voluntário individual foram obtidas empregando-se como indicador interno a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) utilizando-se as seguintes equações:

$$CMS = \frac{[(EF \times CIF) - IS]}{CIFO} + CMSS$$

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

Para correlacionar o consumo ao peso vivo dos animais, utilizou-se como referência o peso médio no período, determinado pela média entre os valores inicial e final de cada período.

O ensaio de digestibilidade foi realizado no início da segunda pesagem dos animais. Após seis dias de aplicação do óxido de cromo, foram coletadas fezes dos animais no sétimo (8h00), oitavo (12h00) e nono (16h00) dias

Após as coletas, as amostras de pasto e fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a aproximadamente 60°C por 72 horas e posteriormente moídas em moinho de faca com peneira com malha de 1 mm. As análises laboratoriais das amostras do pasto e das fezes foram realizadas de acordo com as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002) com exceção das determinações de FDN e FDA que seguiram os métodos de Van Soest & Robertson (1985) e Mertens (2002). Na Tabela 3 é apresentada a composição química do pasto e dos suplementos.

Os animais foram pesados ao início do experimento e posteriormente a cada 28 dias, sendo o abate, por concussão cerebral, seguida de secção da veia jugular, realizado após um período de 16 horas de jejum. O abate foi efetuado de forma escalonada, com os animais dos tratamentos 3X, 7X, AC e MM abatidos, respectivamente, após 98, 103, 105 e 110 dias de suplementação. A cada abate foi sorteado um animal do grupo manutenção para ser abatido juntamente com os demais.

Durante o abate foram pesados e coletados de cada animal amostras de sangue, carne industrial, fígado, coração, rins, baço, pulmão, língua, rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, mesentério, gordura interna, aparas (esôfago,

traquéia e aparelho reprodutor), couro, cauda, cabeça e pés. As vísceras e os órgãos foram lavados e seus pesos somados aos pesos das demais partes do corpo (carcaça, couro, cabeça, pés e sangue), obtendo-se, desta forma, o peso corporal vazio (PCVZ) de cada animal.

Tabela 3 - Teores médios de MS (MS%), MO, PB, NNP, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA), EE, CT, FDN, FDNcp, FDNi, CNF, FDA, lignina e DIVMS dos suplementos e do pasto

| Item | Tratamentos | | | |
|----------------------|-----------------|--------------|------------|---------------------------------|
| | Mistura mineral | Autocontrole | Frequência | <i>B.decumbens</i> ¹ |
| MS (%) | 98,75 | 89,57 | 89,97 | 24,73 |
| MO ² | - | 74,10 | 83,78 | 89,95 |
| PB ² | - | 39,84 | 33,66 | 8,91 |
| NNP ³ | - | 60,87 | 19,59 | 54,64 |
| NIDN ³ | - | 12,41 | 3,53 | 34,49 |
| NIDA ³ | - | 2,64 | 1,10 | 25,26 |
| EE ² | - | 2,42 | 1,79 | 1,21 |
| CT ² | - | 31,84 | 48,33 | 79,83 |
| FDN ² | - | 34,62 | 23,50 | 75,12 |
| FDNcp ² | - | 32,40 | 23,30 | 72,42 |
| FDNi ² | - | 17,43 | 7,42 | 35,09 |
| CNF ² | - | 13,32 | 22,81 | 4,71 |
| FDA ² | - | 11,50 | 11,24 | 44,15 |
| Lignina ² | - | 2,69 | 1,62 | 4,48 |
| DIVMS ² | - | 69,89 | 74,59 | 55,61 |

¹/Simulação manual de pastejo; ²%MS; ³% do nitrogênio total

As amostras de sangue foram coletadas imediatamente após a secção da veia jugular dos animais, acondicionadas em recipiente de vidro e deixadas em estufa de ventilação forçada a aproximadamente 60°C por um período de 72 horas.

Procedeu-se o agrupamento proporcional das amostras de carne industrial, fígado, coração, rins, baço, pulmão, língua, rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, mesentério, gordura interna e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) compondo uma amostra composta de órgãos + vísceras.

A carcaça dos animais foi dividida em duas metades, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -5°C, durante aproximadamente 20 horas. Decorrido esse tempo, a carcaça direita foi retirada da câmara fria e totalmente dissecada, procedendo-se à separação dos tecido muscular, adiposo e ósseo, que foram, posteriormente pesados.

Após a moagem da composta de órgãos+vísceras, gordura e músculo, e secção dos ossos (carcaça, cabeça e pés), rabo e couro, as amostras foram acondicionadas em vidro (500 mL), levadas à estufa a 105°C por 72 a 96 horas para determinação da matéria seca gordurosa (MSG). Em seguida cada amostra foi lavada com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). As amostras foram moídas em moinho de bola, para posteriores determinações de nitrogênio total, extrato etéreo (EE), conforme Silva & Queiroz (2002). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos obtidos para o EE residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura. A partir do conhecimento dos teores de proteína e de extrato etéreo na MSPD e do peso da amostra submetida ao pré-desengorduramento, foram determinados os respectivos teores na matéria natural.

A relação obtida entre o PCVZ e o PV dos animais referência foi utilizada para a estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram em alimentação. Dentro de cada tratamento, foram sorteados dois animais para representá-lo, do qual foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior, para separação física de músculos, gordura, ossos e couro.

Os conteúdos corporais de gordura e proteína foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos, nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés e nos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça.

A estimativa da energia corporal foi obtida a partir dos teores corporais de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação preconizada pelo ARC (1980):

$$CE = 5,6405X + 9,3929Y$$

em que: CE = conteúdo energético (Mcal); X = proteína corporal (kg); Y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de gordura e energia retidos no corpo dos animais de cada tratamento e para todos os tratamentos em conjunto foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de gordura ou energia em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y_i = \mu + bX_i + e_i$$

em que: Y_i = logaritmo do conteúdo total de proteína (kg) ou energia (Mcal) retido no corpo vazio; μ = efeito da média (intercepto); b = coeficiente de regressão do logaritmo do

conteúdo de gordura ou energia em função do logaritmo do PCVZ; X_i = logaritmo do PCVZ; e_i = erro aleatório.

Equações foram construídas adicionando-se os valores relativos aos dos animais referência. Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de gordura ou energia em função do logaritmo do PCVZ foram obtidas as exigências líquidas de energia, por kg de ganho de PCVZ, e os conteúdos de gordura, por kg de GPCVZ, a partir de equação do tipo:

$$Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1};$$

em que: Y' = conteúdo de gordura no ganho ou exigências líquidas de energia; a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição do conteúdo corporal de gordura no ganho, exigências líquidas de energia; X = PCVZ (kg).

Para a conversão do PV em PCVZ, dentro do intervalo de pesos incluído no presente estudo, calculou-se a correlação entre o PCVZ dos animais suplementados e o PV dos mesmos. Para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais.

Foi gerada uma equação de regressão entre a energia retida (ER) e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ), para determinado PCVZ, conforme preconizado pelo NRC (2000).

As exigências de energia metabolizável para manutenção foram estimadas a partir da relação entre a energia retida (ER, Mcal/kg PCVZ^{0,75}) e o consumo de energia metabolizável (CEM, Mcal/kg PCVZ^{0,75}), segundo o modelo: ER (Mcal/kg PCVZ^{0,75}) = $\beta_1 \times CEM$ (Mcal/kg PCVZ^{0,75}) + β_0 , em que β_1 representa a eficiência de uso da energia metabolizável para ganho de peso. Igualando-se a ER a 0 na equação acima obteve-se o consumo de energia, em que a retenção de energia é nula, e representa, as exigências de energia metabolizável para manutenção (EMm). Assim, a EMm foi obtida pela razão entre os coeficientes β_0 e β_1 da equação acima ($EMm = \beta_0/\beta_1$). A relação entre ER e CEM foi obtida através do método dos quadrados mínimos ordinários, para todos os animais em conjunto

A produção de calor (PC) em jejum ou as exigências líquidas de energia para manutenção (ELm) foi estimada como o anti-log do intercepto da equação obtida pela regressão linear entre o logaritmo da PC e o consumo de energia metabolizável (CEM) dos animais do grupo manutenção e daqueles suplementados segundo Lofgreen & Garret (1968).

As concentrações de energia líquida das dietas foram calculadas segundo Harris (1970). Os valores de EM da dieta foram calculados considerando-se que 1 kg de NDT é

igual a 4,409 Mcal de energia digestível (ED) e 1,0 Mcal de ED, a 0,82 Mcal de energia metabolizável (EM) (NRC, 2000).

Resultados e Discussão

A relação obtida para estimativa do PCVZ a partir do PV dos animais do presente estudo foi: $PCVZ = PV * 0,8877$. Tal valor encontra-se próximo ao recomendado pelo NRC (2000) de 0,8910 e dos valores de 0,8975, 0,8956 e 0,8960 observados, respectivamente, por Silva et al. (2002a), Paulino et al. (2004) e Valadares Filho et al. (2006) obtidos com animais da raça Nelore em confinamento.

Por outro lado, em animais a pasto, Zervoudakis et al. (2002) trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Zebu e Fregadolli (2005) com animais Nelore com observaram relação entre PCVZ e PV de 0,8575 e 0,8746, respectivamente. É sabido que animais com grau de sangue de raças de aptidão leiteira e seus mestiços apresentam maior tamanho do trato gastrointestinal e, conseqüentemente, maior conteúdo de digesta que os animais zebuínos, o que acarreta menor relação PCVZ/PV, como observado por Zervoudakis et al. (2002).

Adotou-se o fator 0,9013, obtido a partir dos dados experimentais, para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), ou seja, devem-se multiplicar as exigências fornecidas em função do ganho de peso de corpo vazio por 0,9013 para encontrar as exigências em função do ganho de peso vivo. Paulino et al. (2004) encontraram relação entre GPCVZ e GPV de 0,900, próximos aos aqui apresentado. O NRC (2000) utiliza a relação 0,956 entre o GPCVZ e o GPV.

Na Tabela 4 são apresentadas os parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ (kg) e os respectivos coeficientes de determinação (r^2). Adotou-se uma única equação para a estimativa dos conteúdos corporais de gordura e energia.

Na Tabela 5 são apresentados as estimativas dos conteúdos corporais de gordura e energia totais no peso vivo e no peso de corpo vazio. Verificaram-se incrementos no conteúdo corporal de gordura de 27,29 kg para 95,17 kg e de energia de 562,07 Mcal para 1184,15 Mcal à medida que se aumentou o PV dos animais. Em adição, aumentaram-se os conteúdo de gordura, expressos em g/kg PCVZ e energia em Mcal/kg PCVZ. Quando o PCVZ passou de 221,93 kg (250 kg PV) para 355,08 kg (400 kg PV) ocorreu aumento de gordura e energia na ordem de 248,8% e 110,7%, respectivamente.

Tabela 4 – Estimativa dos parâmetros das equações de regressão do logaritmo dos conteúdos de gordura (kg) e energia (Mcal) no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ (kg) de bovinos anelados sob pastejo

| Componente | Parâmetro | | r ² |
|-------------------|----------------|------------------|----------------|
| | Intercepto (a) | Coefficiente (b) | |
| | Gordura | | |
| Não-suplementados | -5,3987 | 2,8437 | 0,97 |
| Suplementados | -4,9410 | 2,6564 | 0,92 |
| Conjunta | -4,9375 | 2,6579 | 0,95 |
| | Energia | | |
| Não-suplementados | -1,2145 | 1,6482 | 0,97 |
| Suplementados | -1,0642 | 1,5899 | 0,95 |
| Conjunta | -1,0519 | 1,5854 | 0,92 |

Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2002a), Paulino et al. (2004) e Backes et al. (2005) em bovinos criados em regime de confinamento e por Zervoudakis et al. (2002) e Fregadolli (2005) trabalhando com animais criados a pasto. Este último autor observou que, o conteúdo de gordura aumentou de 22,60 kg para 66,66 kg quando o PV dos animais da raça Nelore aumentou de 250 para 400 kg, sendo a taxa de incremento menor que a do presente estudo. Por outro lado, maiores incrementos no conteúdo de gordura em relação aos observados neste trabalho foram observados por Zervoudakis et al. (2002) em bovinos mestiços Holandês-Zebu.

Tabela 5 – Conteúdos corporais estimados de gordura e energia em função do peso vivo e no peso de corpo vazio de bovinos anelados sob pastejo

| Peso vivo (kg) | Gordura (kg) | Energia (Mcal) | Gordura (g/kg PCVZ) | Energia (Mcal/kg PCVZ) |
|----------------|--------------|----------------|---------------------|------------------------|
| 250 | 27,29 | 562,07 | 89,59 | 2,10 |
| 300 | 44,30 | 750,46 | 121,21 | 2,33 |
| 350 | 66,74 | 958,22 | 156,51 | 2,55 |
| 400 | 95,17 | 1184,12 | 195,29 | 2,76 |

PCVZ = PV*0,8877

De forma geral, este comportamento reflete a desaceleração do crescimento do tecido muscular em detrimento ao mais rápido desenvolvimento do tecido adiposo, em função do aumento no PCVZ, visto que apresenta maior impulso de crescimento em idades mais avançadas (Berg & Butterfield, 1979).

As exigências líquidas de energia e os conteúdos de gordura, por kg de ganho de PCVZ, são apresentadas na Tabela 6. Com a elevação do PV dos animais de 250 kg para 400 kg, observaram-se incrementos nos conteúdos de gordura e nas exigências de energia no ganho de PCVZ na ordem de 31,6% e 117,97%, respectivamente. Os resultados são

condizentes com as observações tanto em animais criados em confinamento (Freitas et al., 2006b, Paulino et al., 2004 e Silva et al., 2002a) quanto em pastejo (Zervoudakis et al., 2002; Fregadolli, 2005). Segundo Berg & Butterfield (1976), à medida que o peso corporal se eleva, a concentração de gordura no corpo aumenta, com conseqüente aumento nas exigências energéticas, visto que há aumento no valor energético do ganho, juntamente com o aumento do peso dos animais.

Tabela 6 – Exigências líquidas de energia (Mcal/kg GPCVZ) e conteúdo de gordura no GPCVZ (g/kg GPCVZ) de bovinos anelorrados sob pastejo

| Peso vivo (kg) | Exigência de energia (Mcal/kg GPCVZ) | Conteúdo de gordura (g/kg GPCVZ) |
|-------------------|---|-------------------------------------|
| 250 | 3,20 | 213,62 |
| 300 | 3,56 | 289,01 |
| 350 | 3,90 | 373,17 |
| 400 | 4,21 | 465,64 |

$$PCVZ = PV * 0,8877$$

A taxa de incremento do conteúdo de gordura no ganho com a elevação do peso corporal dos animais do presente estudo foi menor que as observadas por Pires et al. (1993), Paulino et al. (1999b), Vêras et al. (2001a) e Freitas et al. (2006b) ao trabalharem com animais em regime de confinamento. Fontes et al. (2005b) ao trabalharem com animais em pastejo, também encontraram menores taxas de incremento de gordura no ganho com o aumento do PV dos animais em comparação a animais confinados.

Este menor acréscimo de gordura em animais em pastejo quando comparados com animais em confinamento, é decorrente do menor nível de energia da dieta normalmente consumida por animais em pastejo, em relação às dietas mais energéticas comumente utilizadas em confinamento, as quais propiciam taxas de ganho de peso mais elevadas. Em adição, é sabido que o conteúdo de gordura no ganho é positivamente influenciado pela taxa de ganho de peso dos animais (Geay, 1984 e NRC, 2000). Em adição, deve-se ressaltar que esta menor deposição de gordura corporal também pode ser em virtude da maior atividade física de bovinos manejados a pasto.

No presente estudo, para um bovino com 400 kg de PV e ganho de peso de 1,0 kg/dia, as exigências líquidas de energia foram estimadas em 4,21 Mcal/kg GPCVZ. Para o mesmo peso (400 kg), Fregadolli (2005) encontraram para animais Nelore requisitos líquidos de energia para ganho 1 kg de PCVZ de 4,65 Mcal, próximo do valor aqui encontrado. Silva et al. (2002b) ao analisarem conjuntamente vários experimentos,

encontraram exigências líquidas de energia para ganho de 1 kg de PCVZ de 3,21 a 4,75 Mcal, para animais da raça Nelore com peso vivo de 250 e 400 kg de PV, respectivamente, e de 3,27 e 3,92 Mcal para animais F1 (Europeu x Zebu) com peso vivo de 250 e 400 kg de PV, respectivamente.

A equação de regressão efetuada para descrever a relação entre a energia retida (ER) e o ganho diário de PCVZ (GDPCVZ) a dado PCVZ, foi: $ER = 0,0617*PCVZ^{0,75}*GDPCVZ^{1,056}$ ($r^2 = 0,69$), em que: ER = retenção diária de energia, expressa em Mcal. Esta equação difere da preconizada pelo NRC (2000), para um novilho de porte médio, que é igual a: $ER = 0,0635*PCVZ^{0,75}*GDPCVZ^{1,097}$. Também trabalhando com novilhos Nelore não-castrados, porém em confinamento, Silva et al. (2002a) encontraram ER (Mcal/dia) = $0,0413*PCVZ^{0,75}*GDPCVZ^{0,978}$ ($r^2 = 0,49$). Utilizando-se os dados nacionais de diferentes estudos, Valadares Filho et al. (2006) obtiveram para machos não-castrados zebuínos ER (Mcal/dia) = $0,0529*PCVZ^{0,75}*GDPCVZ^{1,0996}$.

A equação encontrada no presente estudo, estima a ER de um animal com GDPCVZ igual a 1,0 kg e PV de 400 kg, em 5,51 Mcal/dia, sendo superior ao estimado por Valadares Filho et al (2006) de 4,73 Mcal/dia para machos não-castrados. Por outro lado, para o mesmo exemplo, a equação descrita pelo NRC (2000) estimaria a ER em 5,68 Mcal/dia, próximo ao valor aqui estimado.

O fato de a ER obtida com os dados do presente estudo ser menor que a encontrada pela equação proposta pelo NRC (2000) pode, em parte, ser explicado pelas menores quantidades de gordura entremeada (marmoreio) e gordura total observadas em zebuínos, em relação à maioria dos taurinos, principalmente quando criados em regime de pastejo.

Através da regressão do logaritmo da produção de calor (PC), em função do consumo de energia metabolizável (CEM), em kcal/PV^{0,75}/dia e, em kcal/PCVZ^{0,75}/dia, foram obtidas, respectivamente, as equações $\text{Log } PC_{(PV)}^{0,75} = 1,8062 + 0,0020*CEM$ ($r^2 = 0,95$) e $\text{Log } PC_{(PCVZ)}^{0,75} = 1,8409 + 0,0019*CEM$ ($r^2 = 0,95$).

Ao calcular o antilogaritmo do intercepto das duas equações encontraram-se, respectivamente, os valores de 64,00 kcal/PV^{0,75}/dia e 69,33 kcal/PCVZ^{0,75}/dia como exigências de energia líquida de manutenção (ELm) para bovinos anelados criados em regime de pastejo. O valor estimado de ELm de 64,00 kcal/PV^{0,75}/dia é 8,20% inferior do valor de 69,30 kcal/PV^{0,75} recomendado pelo NRC (2000). Trabalhando com bovinos $\frac{3}{4}$ Holandês-Gir castrados, em pastagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum.), Fontes et al. (2005a) encontraram exigências de e 57,00 kcal/PV^{0,75}/dia e 63,30 kcal/kg PCVZ^{0,75} sendo, respectivamente, 12,3% e 9,5% inferiores ao do presente estudo. O valor

aqui obtido expresso em $\text{kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ foi maior do que o valor relatado por Paulino et al. (1999a), o qual obtiveram o valor de $60,38 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ como exigência de ELM para zebuínos em confinamento. Todavia é inferior aos valores encontrados por Vêras et al. (2000) e Silva et al. (2002a) os quais foram de 82,79 e 83,70 $\text{kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$. Variações nas exigências energéticas para manutenção podem ser explicadas, pelas diferenças de peso, nível de produção, atividade e meio ambiente (Fox et al., 1988), genética, composição corporal, condição fisiológica e corporal, aspectos nutricionais, sexo e raça (Solis et al., 1988).

Segundo Valadares Filho et al. (2006), os valores de 72,3 $\text{kcal/PV}^{0,75}$ e 78,5 $\text{kcal/PCVZ}^{0,75}$ representariam as exigências de Elm para animais zebuínos no Brasil. No entanto, vale ressaltar que tais valores foram estimados utilizando-se informações oriundas de experimentos com animais criados em regime de confinamento.

Conforme salientado anteriormente, animais em pastejo podem apresentar requerimentos de energia maior daqueles criados em confinamento, principalmente, com relação às exigências de manutenção. No entanto, segundo Brosh et al. (2006), esta questão ainda não está bem elucidada, visto que existem diferenças consideráveis entre as informações reportadas na literatura com relação ao gasto de energia com a atividade de pastejo. Blaxter (1967), citado por Brosh et al. (2006) sugeriram que os requerimentos de energia para manutenção aumentaram em 15,0% em bovinos sob pastejo. Por outro lado, Osuji (1974) observaram que a atividade de pastejo pode aumentar os requerimentos de energia de ruminantes de 25,0 a 50,0% em comparação aos animais em confinamento e que considerável parte deste aumento pode ser atribuído ao gasto energético para locomoção e colheita da forragem.

De acordo com Blosh et al. (2006) o gasto energético de bovinos criados a pasto é afetado por muitos fatores além da atividade de pastejo e que muitos destes são interdependentes. Segundo DiMarco & Aello (2001) o custo de manutenção de animais em pastejo pode ser de 8,0 e 30,0% maior que o de animais em confinamento e que essa variação é depende fundamentalmente das características da pastagem. Em adição observaram que a ingestão de forragem, em alta taxa de apreensão, é a variável de maior influência no custo diário de manutenção dos animais em pastejo, enquanto que a ingestão de forragem em taxa moderada de apreensão e o caminhar têm efeito menor no custo.

Desta forma, com base nas observações de DiMarco & Aello (2001) infere-se que em sistemas de produção baseados no pasto, é fundamental o bom manejo de pastagens durante quaisquer épocas do ano para que estas apresentem boa disponibilidade de

forragem para capacitar os animais em selecionar uma dieta de melhor qualidade com menor dispêndio de energia com reflexos positivos sobre o desempenho.

Ao considerar que as pastagens são a base da produção de carne bovina no Brasil, verifica-se a necessidade de maior número de trabalhos para determinar os custos energéticos de animais inseridos em sistemas de criação a pasto e assim, para que se possa determinar de forma satisfatória as exigências de Elm em condições de pastejo.

O requerimento de energia para manutenção tem sido definido como sendo o consumo de energia metabolizável (CEM) por dia em que o balanço energético do animal torna-se nulo (Dawson & Steen, 1998). Plotando-se o CEM em função da energia retida (ER), obtém-se uma equação do tipo $ER = a + b \text{ CEM}$; em que o intercepto (b) representa a eficiência de utilização de energia metabolizável e, igualando-se a ER a 0, estimam-se as exigências de energia metabolizável para manutenção. Desta forma, foi construída uma equação de regressão entre a ER e o CEM dos animais em conjunto. A relação entre a ER e o CEM obtida com todos as observações em conjunto, através do método dos mínimos quadrados pode ser visualizado na Figuras 1

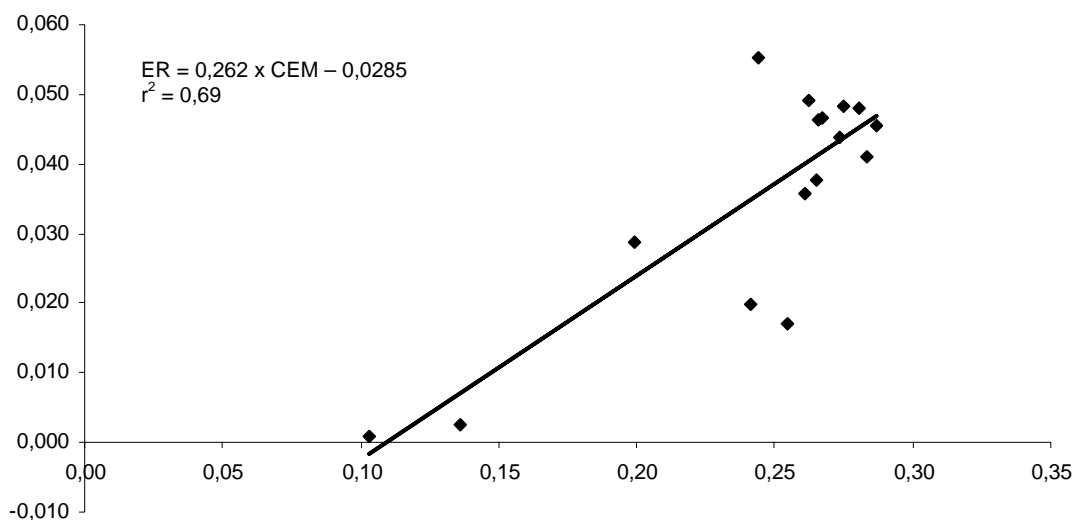


Figura 1 – Relação entre energia retida (ER) e consumo de energia metabolizável (CEM) em bovinos anelados sob pastejo, obtida através do método dos quadrados mínimos ordinários, para todos os animais em conjunto

De acordo com a equação estimada, as exigências de energia metabolizável para manutenção de bovinos anelados criados a pasto seriam de 108,04 kcal/kgPCVZ^{0,75}, sendo esse valor adotado para animais que consomem tanto suplementação mineral quanto protéica. Valadares Filho et al. (2006) e Sainz et al. (2006), ao compilarem dados individuais de bovinos Nelore no Brasil, obtiveram exigências de energia metabolizável

para machos inteiros, respectivamente de 108,40 e 107,13 kcal/kgPCVZ^{0,75}. Sainz et al. (2006), ao assumirem eficiência de uso da energia metabolizável média de 64%, atestaram que o valor obtido de 107,13 kcal/kgPCVZ^{0,75} é praticamente idêntico ao sugerido pelo NRC (2000) para animais zebuínos. Portanto, o valor obtido no presente estudo está de acordo com relatos da literatura envolvendo animais da raça Nelore.

A eficiência de uso da energia metabolizável para ganho de peso (k_g) e para manutenção (k_m), obtidos foram de 26% e 64%, respectivamente. Verifica-se que, a k_g estimada foi inferior ao valor de 0,35 recomendado por Valadares Filho et al. (2006) para animais com taxas de ganho de peso menores que 1,0 kg/dia, como as observadas no presente estudo.

Para animais ¾ Holandês-Gir sob pastejo, Fontes et al. (2005a) encontraram EM de manutenção (EM_m) de 99,52 kcal/lg PCVZ^{0,75} e eficiência de utilização da EM de 0,64. Por outro lado, Valadares Filho et al. (2006) calcularam a EMm em 108,40 kcal/PCVZ^{0,75}/dia e eficiência de utilização da energia metabolizável de 0,60, próximos aos aqui estimados

Na Tabela 7 são apresentadas as exigências líquidas diárias de energia para manutenção de bovinos em pastejo com pesos vivos entre 250 e 400 kg. Os valores estimados no presente estudo são muito próximos aos observados por Fontes et al. (2005b), para qualquer faixa de peso, ao trabalharem com animais em pastejo. Silva et al. (2002b) ao agrupar os dados sobre exigências líquidas de energia existentes no Brasil encontraram para um animal de 250 e 400 kg valores de 4,08 e 5,80 Mcal/dia, sendo pouco superiores aos do presente estudo.

Tabela 7 – Exigência líquida diária de energia para manutenção de bovinos anelados sob pastejo, em função do peso vivo

| Peso vivo (kg) | Exigência de energia líquida para manutenção (Mcal/dia) |
|-------------------|--|
| 250 | 3,99 |
| 300 | 4,57 |
| 350 | 5,13 |
| 400 | 5,67 |

PCVZ = PV*0,8877

Segundo Fontes et al. (2005b), quando comparados com os valores de exigência de manutenção encontrados no exterior para bovinos de raças européias, incluindo o valor de 77 kcal/ kg PV^{0,75}, proposto por Loffgreen & Garrett (1968) e adotado pelo NRC (1984), os resultados obtidos no Brasil, para animais zebuínos ou mestiços com predominância de raças zebuínas, e os valores encontrados neste estudo são mais baixos. Isto está de acordo

com as observações de Patle & Mudgal (1975) e CSIRO (1990) de que as exigências de manutenção de animais zebuínos são cerca de 20% menores que aquelas dos taurinos.

São apresentadas na Tabela 8, as exigências estimadas de EM, ED e NDT para manutenção de bovinos em pastejo com pesos vivos entre 250 e 400 kg. Observou-se que, com o aumento do peso corporal, houve incrementos nas exigências de manutenção de EM, ED e NDT, seguindo tendência semelhante observada para as exigências líquidas de energia para manutenção. Considerando um animal de 400 kg de P V, Silva et al. (2002c) e Vêras et al. (2001b) encontraram valores de EM, ED e NDT para manutenção de animais Nelore não-castrados, em confinamento, superiores aos do presente estudo.

Tabela 8 – Exigências diárias de energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED) e requisitos de NDT, para manutenção de bovinos anelados sob pastejo, em função do peso vivo

| Peso vivo (kg) | EM (Mcal/dia) | ED (Mcal/dia) | NDT (kg/dia) |
|-------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 250 | 6,23 | 7,60 | 1,72 |
| 300 | 7,14 | 8,71 | 1,98 |
| 350 | 8,02 | 9,78 | 2,22 |
| 400 | 8,86 | 10,81 | 2,45 |

$$PCVZ = PV * 0,8877$$

Considerando-se a k_m obtida de 0,64 e o valor de 64,00 kcal/PV^{0,75} como requisito líquido de energia para manutenção, observada no presente estudo, a exigência de EM para manutenção de bovinos anelados em pastejo seria de 100,00 kcal/PV^{0,75}, a de ED de 121,95 kcal/PV^{0,75} e a de NDT de 27,66 g/PV^{0,75}. Ao trabalharem com animais Nelore não-castrados em confinamento, Silva et al. (2002c) estimaram as exigências de EM, ED e NDT em 132,9 kcal/PV^{0,75}, 162,0 kcal/PV^{0,75} e 36,7 g/PV^{0,75}, respectivamente.

Na Tabela 9 são apresentadas as estimativas dos requisitos de Elg (Mcal/kg de GPV), de EM para ganho de peso (Mcal/kg de PV), e de NDT (kg/kg de GPVJ), utilizando-se a relação entre os requisitos líquidos estimados para os dados em conjunto, e as k_g para as concentrações de EM de 1,81 e 2,17 Mcal/kg de MS, obtidas no presente trabalho através da relação entre a Elg e as concentrações de EM das dietas.

Observa-se que as exigências líquidas de EM ou de NDT, para as duas dietas, aumentaram à medida que o peso corporal se elevou, concordando com resultados obtidos por Silva et al. (2002c) e Vêras et al. (2001b) ao trabalharem com animais não-castrados.

Tabela 9 – Estimativa dos requisitos de energia líquida para ganho de peso (Elg - Mcal/kg GPV), de energia metabolizável (EM - Mcal/kg GPV), e de nutrientes digestíveis totais (NDT - kg/kg GPV), em função das concentrações de EM da dieta (Mcal/kg de MS), e das respectivas eficiências de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (k_g - %), de bovinos anelados sob pastejo, em função do peso vivo (PV)

| PV (kg) | Energia metabolizável da dieta | | | | | |
|------------|--------------------------------|-------|------|-----------------------|-------|------|
| | 1,81 ($k_f = 0,26$) | | | 2,17 ($k_g = 0,30$) | | |
| | Exigência | | | | | |
| | Elg | EM | NDT | Elg | EM | NDT |
| 250 | 2,84 | 10,94 | 3,02 | 2,84 | 9,34 | 2,58 |
| 300 | 3,26 | 12,54 | 3,47 | 3,26 | 10,71 | 2,96 |
| 350 | 3,66 | 14,07 | 3,89 | 3,66 | 12,02 | 3,32 |
| 400 | 4,04 | 15,56 | 4,30 | 4,04 | 13,29 | 3,67 |

PCVZ = PV*0,8877

Conclusões

As exigências de Elm de bovinos anelados criados em regime de pastejo são estimadas em $64,00 \text{ kcal/PV}^{0,75}/\text{dia}$ e $69,33 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$.

As exigências de Elg de animais anelados não-castrados criados a pasto, podem ser obtidas pela equação: $ER \text{ (Mcal/kg)} = 0,0617 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{1,0564}$.

A eficiência de utilização da EM para manutenção (km) de animais anelados sob pastejo é de 64% e para ganho (k_g) de 26%.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.
- BACKES, A.A.; PAULINO, M.F.; ALVES, D.D. et al. Composição corporal e exigências energéticas e protéicas de bovinos mestiços leiteiros e zebu, castrados, em regime de recría e engorda. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.1, p.257-267, 2005.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University, 1976. 240p.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e proteína de zebuínos. In: Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.457-465.
- BROSH, A.; ENKIN, Z.; UNGAR, E.D. et al. Energy cost of cows' grazing activity: Use of the heart rate method and the global Positioning System for direct field estimation. **Journal Animal Science**, v.84, p.1951-1967, 2006.

- 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**, p.494-531, 1994.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION – CSIRO. **Feeding standards for Australian livestock-ruminants**. Victoria: Australia Agricultural Council, 1990. 266p.
- DiMARCO, O.N.; AELLO, M.S. Energy cost of cattle walking on the level and on the gradient. **Journal of Range Management**. v.51, p.9-13, 1998.
- DiMARCO, O.N.; AELLO, M.S. Energy expenditure due to forage intake and walking of grazing cattle. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.53, n.1, p.105-100, 2001.
- FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: Nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, v.61, n.3, p.725-741, 1985.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.419-455, 1995.
- FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.D. et al. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim-elefante e mudanças na composição corporal de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p.1711-1720, 2005a.
- FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.D. et al. Uso do abate comparativo na determinação da exigência de energia de manutenção de gado de corte pastejando capim-elefante: descrição da metodologia e dos resultados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p.1721-1729, 2005b.
- FOX, D. G., SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. **Journal Animal Science**, v.66, n.6, p.1475-1495, 1988.
- FREGADOLLI, F.L. **Composição corporal e exigências nutricionais de novilhos de tres grupos genéticos em pastejo**. Jaboticabal, SP. UNESP, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005.
- FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R. et al. Composição corporal e exigências de energia de manutenção em bovinos Nelore, puros e mestiços, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.878-885, 2006a.
- FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R. et al. Composição do ganho e exigências de energia e proteína para ganho de peso em bovinos Nelore puros e mestiços, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.886-893, 2006b.
- GARRET, W.N. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM, 8., 1980a, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: Butterworths, 1980a. p.3-7.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.

- HARRIS, L.F. **Nutrition research technique for domestic and wild animal**. 1.ed. Logan: Utah, 1970. paginação descontínua.
- HAVSTAD, K.M.; MALECHEK, J.C. Energy expenditure of heifers grazing crested wheatgrass of diminishing availability. **Journal of Range Management**. v.35, p.447-450, 1982.
- JOHNSON, A.D., Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L.T. ed. **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux. p.96-102, 1978.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.A.; PAULINO, M.F. et al. Tamanho relativo dos órgãos internos de zebuínos sob alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1174-1182, 1999.
- LOFGREEN, G.P.; GARRET, W.N.A. System for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793-806, 1968.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. V.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1984. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6 ed. Washington, DC: Academic Press. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2000. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.: 242p
- OSUJI, P.O. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. **Journal of Range Management**. v.27, p.437-443, 1974.
- PATLE, B.R.; MUDGAL, V.D. Maintenance requirements for energy in crossbred cows. **British of Journal of Nutrition**, v.33, n.1, p.127-32, 1975.
- PAULINO, M. F.; ACEDO, T.S; SALES, M.F.L. et al. Suplementação como estratégia de manejo das pastagens. In: **Volumosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens**. Jaboticabal. p87-100. 2003.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Exigências de energia para manutenção de bovinos zebuínos não-castrados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.621-626. 1999a.
- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.627-633, 1999b.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: Energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.781-791, 2004.
- PERON, A.J.; FONTES, C.A.A.; GALVÃO, J.G. et al. Tamanho de órgãos internos e distribuição da gordura corporal, em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos a alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.2, p.813-819, 1993.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2002. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª Edição. Viçosa:UFV, imp. univ. 165p.

- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.503-513, 2002a.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002b.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.514-521, 2002c.
- SOLIS, J. C., BYERS, F. M., SCHELLING, G. T., et al. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. **Journal of Animal Science**. v.66, n.3, p.764-773, 1988.
- TOELLE, V.D.; TESS, M.W.; JOHNSON, T. et al. Lean and fat patterns of serially slaughtered beef bulls fed different energy levels. **Journal of Animal Science**, v.63, n.8, p.1347-1360, 1986.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; DETMANN, E. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos no Brasil: I. Energia**. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte, 1.ed.-Viçosa: UFV, DZO, 2006. 142p.
- Van SOEST, P.J. e ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.
- VÉRAS, A . S. C., VALADARES FILHO, S. C., COELHO DA SILVA, J. F., et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2379-2389, (Suplemento 2)2000.
- VÉRAS, A . S. C., VALADARES FILHO, S. C., COELHO DA SILVA, J. F., et al. Predição da composição corporal e dos requisitos de energia e proteína para ganho de peso de bovinos, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1127-1134, (Suplemento 1) 2001a.
- VÉRAS, A . S. C., VALADARES FILHO, S. C., COELHO DA SILVA, J. F., et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos nelore, não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30,n.3, p.904-910, 2001b.
- ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.530-537, 2002.

Exigências Nutricionais de Bovinos de Corte em Pastejo: Proteína

Resumo - Com o objetivo de determinar as exigências protéicas de bovinos anelados sob pastejo, foi conduzido um experimento no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa. A área experimental constituiu-se de cinco piquetes formados com *Brachiaria decumbens*. Utilizaram-se 27 animais não-castrados, com peso vivo (PV) médio inicial de 311,0 kg e idade média de 14 meses. Três animais foram abatidos, após o período de adaptação, para servirem como referência para as estimativas do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal iniciais dos animais mantidos no experimento. Dos 24 animais restantes, quatro foram designados ao grupo manutenção com tempo de pastejo restrito para limitar o consumo de energia a nível próximo da manutenção. Os 20 demais distribuídos em quatro tratamentos: mistura mineral, autocontrole e as frequências três vezes/semana (segunda, quarta e sexta) e diariamente. O conteúdo de proteína retido no corpo foi estimado por meio de equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (PCVZ). Derivando-se a equação de predição do conteúdo corporal de proteína, foram obtidas as exigências líquidas de proteína, para ganho de 1 kg de PCVZ. As exigências líquidas de proteína para ganho diminuíram com o aumento do peso vivo (PV) dos animais. A exigência líquida de proteína encontrada para um animal com PV de 250 kg foi de 153,71 g/kg GPCVZ, enquanto para um animal de 400 kg foi de 141,86 g/kg GPCVZ. Foi obtida a seguinte equação para estimativa da proteína retida (PR), em função do ganho de peso vivo em jejum (GPVJ) e da energia retida (ER): $PR \text{ (g/dia)} = -34,6109 + 257,956*GPVJ - 17,01*ER$. As exigências de proteína metabolizável para manutenção e ganho de peso estimadas foram de 357,77 e 288,33 g/kg PV, respectivamente, para um bovino não-castrado de 400 kg de PV sob pastejo. Animais que consomem suplementos protéicos apresentam maiores exigências de proteína degradável no rúmen (PDR) do que animais não-suplementados, em virtude do maior consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT). Para um animal de 400 kg de PV suplementado, as exigências de PDR e proteína não degradável no rúmen foram de 764,22 e 73,89, respectivamente, correspondendo à exigência de proteína bruta de 838,10 g/dia.

Palavras-chave – Pasto, proteína bruta, requerimento, zebuínos

Nutritional requirements of beef cattle at pasture. Protein.

Abstract – A trial involving 27 zebu bulls at pasture with initial live weight (LW) of 311,0 kg were conducted with the objective of determining their protein requirements. Three animals were slaughtered at the beginning of the trial, performing the reference group; four had grazing time restricted, to limit energy intake to a level close to the maintenance level. The remaining were uniformly allotted to a complete randomized design, in four treatments: mineral mix, self-feeding protein, protein supplementation three times per week (Monday, Tuesday and Friday) and daily. The protein content retained in the body was estimated by a regression equation obtained between the logarithm of the body content of protein and the logarithm of the empty body weight (EBG). The net requirements of protein for 1 kg of empty body gain were determined as the derivative of the equation of prediction of protein body content. The protein requirements for gain decreased as the LW increased. The protein requirement found for an animal with 200 kg, was 153.71 g/kg EBW, while for an animal of 400 kg of live weight was 141.86 g/kg EBG. An equation was obtained to estimate the retained protein (RP) in function the live weight gain (LWG) and the retained energy (RE): $RP = -34.6109 + 257.956 * LWG - 17.01 * RE$. Considering a steer with 400 kg of live weight, the estimated metabolizable requirements of protein for maintenance and gain were, 357.77 and 288.33 g/kg LW, respectively. The animals that were fed with protein supplementation presented large protein requirements than animals not supplemented, due the largest intake of total digestible nutrients (TDN). An animal with 400 kg of LW fed protein supplementation, the daily protein requirements in terms of degradable and no degradable protein were, respectively, 764.22 and 73.89 g. The requirement of crude protein was 838.10 g/day.

Key Words: Crude protein, pasture, requirements, zebu cattle

Introdução

Dentre os produtores mundiais, possivelmente, o Brasil seja o único país que tenha potencial para crescimento do rebanho bovino e condições de aumentar a quantidade de cabeças abatidas e, conseqüentemente, a taxa de desfrute (Valadares Filho et al., 2004). Porém, apesar de ser detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo, os índices de produtividade ainda são baixos. Esta situação tem sido atribuída, principalmente, ao fato de os animais serem criados, predominantemente, em sistemas extensivos

O manejo nutricional é, sem dúvida, um dos principais fatores a ser considerado na produção de ruminantes. A alimentação tem sido responsável pela maior parcela dos custos da atividade; assim o pecuarista deve procurar a maximização da utilização do pasto, que é o alimento mais barato da dieta de bovinos, e essencial para o aumento da rentabilidade no sistema produtivo.

Segundo Boin (1995), o balanceamento de rações e suplementos concentrados para determinados níveis de desempenho, assim como a estimativa do desempenho a partir de dietas balanceadas, requerem o conhecimento das exigências nutricionais para as diferentes funções e para os diferentes níveis de desempenho.

O bovino em pastejo se insere em um ciclo que se altera dinamicamente, influenciado pelo ambiente e por mudanças nos requerimentos e no suprimento de forragem (Noller et al., 1996). Desta forma, para que os animais possam expressar o seu potencial genético para a produção de carne, devem ser atendidas as suas exigências nutricionais.

Apesar de ser base da pecuária nacional, verifica-se que poucas são as informações de exigências de proteína de bovinos de corte em pastejo (Zervoudakis et al., 2002; Fregadolli, 2005), sendo a maioria obtida com animais em regime de confinamento.

No tocante à nutrição de bovinos em pastejo, faz-se necessário o conhecimento das exigências nutricionais de bovinos em pastejo, notadamente em proteína, para a formulação de suplementos que maximizem o consumo de pasto, fazendo com que a dieta total consumida atenda as necessidades dos animais, otimizando seu potencial genético sem dispêndio de nutrientes.

Neste contexto, tanto importante quanto para a energia, a determinação das exigências de proteína, seja para manutenção seja para crescimento, é imprescindível (Paulino et al., 2004). As exigências de proteína para os bovinos são supridas pelo total de

aminoácidos absorvidos no intestino (proteína metabolizável), resultantes do somatório daqueles de origem dietética e da proteína microbiana.

A demanda de proteína para manutenção para um bovino é igual às perdas metabólicas fecais e urinárias, além daquelas perdas de proteína por descamação (Valadares Filho et al., 2005). O NRC (2000) recomendou o valor diário de exigência de proteína metabolizável para manutenção de 3,8 g/kg PV^{0,75}. Já o AFRC (1993) estipulou o valor de 2,3g g/kgPV^{0,75}. No entanto, segundo Valadares Filho et al. (2005) os valores observados em trabalhos realizados no Brasil são bastante variáveis e diferentes do sugerido pelo NRC (2000).

As exigências líquidas de proteína para ganho de peso variam com a raça, a classe sexual e a taxa de ganho de peso, sendo maiores nos animais inteiros em relação aos animais castrados e, para mesmo sexo, são maiores para animais de maturidade tardia em relação aos de maturidade precoce (Geay, 1984). Adicionalmente, segundo este autor, há aumento na deposição de proteína com o aumento do ganho diário de peso, independente da raça e, que essa deposição diminui com o aumento do peso vivo. De fato, Lana et al. (1992); Estrada et al. (1997), Vêras et al. (2000) e Almeida et al. (2001) observaram queda nas exigências líquidas de proteína à medida que o peso corporal se elevou.

Segundo o NRC (2000) o grande número de raças de bovinos, a diversidade de cruzamentos, a utilização de agentes anabolizantes, a condição sexual dos animais e os sistemas de alimentação e de classificação de carcaça adotados na América do Norte tornam os sistemas Europeu (ARC) e Australiano (CSIRO), utilizados para estimar as exigências de proteína, impróprios às condições norte-americanas. Com base nesta afirmativa, pode-se inferir que, sistemas estrangeiros não são apropriados para as condições tropicais, o que justifica o desenvolvimento de pesquisas sobre as exigências nutricionais, a fim de se obter maior número de informações para aperfeiçoamento da tabela de exigências nutricionais de animais nas condições tropicais.

Assim, objetivou-se com este trabalho estimar as exigências líquidas de proteína para ganho de peso em bovinos anelorados criados no sistema pasto-suplemento durante o período das águas e transição águas/seca.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa entre os meses de março e junho de 2003.

Foram utilizados 27 bovinos de corte, não castrados, com idade e pesos médios iniciais, respectivamente, de 14 meses e 311,0 kg. Ao iniciar o experimento, foram abatidos três animais que serviram de referência no estudo da composição corporal inicial. Os 24 restantes foram distribuídos de forma aleatória entre os tratamentos: manutenção (MT), mistura mineral (MM), autocontrole (AC) e as frequências três vezes/semana (segunda, quarta e sexta - 3X) e diariamente (7X) (Tabela 1). Foram destinados ao tratamento MT quatro animais, submetidos a um pastejo restrito objetivando atender as exigências de manutenção. Estes foram soltos às 6:00 da manhã e presos em um curral às 10:00, totalizando quatro horas de pastejo para se manter a ingestão de alimento em nível pouco acima da exigência de manutenção (Fontes et al., 2005a). Os demais tratamentos apresentaram cinco repetições cada.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos, com base na matéria natural

| Ingredientes | Suplementos | | |
|------------------------------------|-------------|--------------|------------|
| | MM | Autocontrole | Frequência |
| Mistura mineral ¹ | 100 | 10 | 10 |
| Uréia/sulfato de amônia (9:1) | -- | 10 | -- |
| Farelo de soja | -- | --- | 50 |
| Farelo de glúten de milho (21% PB) | --- | --- | 40 |
| Farelo de trigo | -- | 80 | -- |

¹Composição: Fosfato bicálcico 50%; Sal comum 48%; Sulfato de zinco 1,5%; Sulfato de cobre 0,75%; Sulfato de cobalto 0,05% e Iodato de potássio 0,06%.

O esquema de distribuição dos suplementos aos animais está apresentado na Tabela 2. Os suplementos foram oferecidos às 10h00 em quantidade de 0,550 kg/animal, sendo que ao final de sete dias cada animal recebeu a mesma quantidade de suplemento (3,850 kg/animal/semana).

Tabela 2 - Esquema de distribuição de suplementos aos animais

| Dias da semana | Frequência ¹ | |
|-------------------|-------------------------|-----------------|
| | 3X ² | 7X ³ |
| Domingo | --- | 0,550 |
| Segunda | 1,283 | 0,550 |
| Terça | --- | 0,550 |
| Quarta | 1,283 | 0,550 |
| Quinta | --- | 0,550 |
| Sexta | 1,283 | 0,550 |
| Sábado | --- | 0,550 |
| Total/semana (kg) | 3,850 | 3,850 |

¹Referente ao consumo de 0,550 kg/animal/dia com base na matéria natural; ²3X = três vezes/semana; ³7X = diariamente

A área experimental destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouros e comedouros cobertos. Visando minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca (MS) de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias e após este período procedeu-se o rodízio (mantendo-se a aplicação dos mesmos tratamentos aos animais) entre os piquetes.

A amostragem para avaliação da forragem ingerida pelos animais foi realizada por intermédio da simulação manual de pastejo, conforme Johnson (1978), identificando o tipo de material que o animal coletava, com o objetivo de coletar uma amostra semelhante ao ingerido. A coleta foi realizada por um único amostrador em todo período experimental a fim de evitar variações em cada amostragem.

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

$$\text{Excreção Fecal (kg / dia)} = \frac{\text{Quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g / kgMS)}} \times 100$$

O óxido crômico foi aplicado em dose única diária (15 g/animal) acondicionado em cartuchos de papel e introduzido diretamente no esôfago dos animais durante nove dias consecutivos. Após seis dias de aplicação, foram coletadas fezes dos animais no sétimo (8:00h), oitavo (12:00h) e nono (16:00h) dias.

As estimativas do consumo voluntário individual foi obtida empregando-se como indicador interno a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) utilizando-se as seguintes equações:

$$CMS = \frac{[(EF \times CIF) - IS]}{CIFO} + CMSS$$

em que: EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); IS = indicador presente no suplemento (kg/dia); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg) e CMSS = consumo de MS de suplemento (kg/dia);

Para correlacionar o consumo ao peso vivo dos animais, utilizou-se como referência o peso médio no período, determinado pela média entre os valores inicial e final de cada período.

O ensaio de digestibilidade foi realizado no início da segunda pesagem dos animais e após seis dias de aplicação do óxido de cromo, foram coletadas fezes dos animais no sétimo (8h00), oitavo (12h00) e nono (16h00) dias

Após as coletas, as amostras de pasto e fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a aproximadamente 60°C por 72 horas e posteriormente moídas em moinho de faca com peneira com malha de 1 mm. As análises laboratoriais das amostras do pasto e das fezes foram realizadas de acordo com as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002) com exceção das determinações de FDN e FDA que seguirão os métodos de Van Soest & Robertson (1985) e Mertens (2002). Na Tabela 3 é apresentada a composição química do pasto e dos suplementos.

Tabela 3 - Teores médios de MS (MS%), MO, PB, NNP, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA), EE, CT, FDN, FDNcp, FDNi, CNF, FDA, lignina e DIVMS dos suplementos e do pasto

| Item | Tratamentos | | | |
|----------------------|-----------------|--------------|------------|---------------------------------|
| | Mistura mineral | Autocontrole | Frequência | <i>B.decumbens</i> ¹ |
| MS (%) | 98,75 | 89,57 | 89,97 | 24,73 |
| MO ³ | - | 74,10 | 83,78 | 89,95 |
| PB ³ | - | 39,84 | 33,66 | 8,91 |
| NNP ⁴ | - | 60,87 | 19,59 | 54,64 |
| NIDN ⁴ | - | 12,41 | 3,53 | 34,49 |
| NIDA ⁴ | - | 2,64 | 1,10 | 25,26 |
| EE ³ | - | 2,42 | 1,79 | 1,21 |
| CT ³ | - | 31,84 | 48,33 | 79,83 |
| FDN ³ | - | 34,62 | 23,50 | 75,12 |
| FDNcp ³ | - | 32,40 | 23,30 | 72,42 |
| FDNi ³ | - | 17,43 | 7,42 | 35,09 |
| CNF ³ | - | 13,32 | 22,81 | 4,71 |
| FDA ³ | - | 11,50 | 11,24 | 44,15 |
| Lignina ³ | - | 2,69 | 1,62 | 4,48 |
| DIVMS | - | 69,89 | 74,59 | 55,61 |

¹/Extrusa; ³%MS; ⁴% do nitrogênio total

Os animais foram pesados ao início do experimento e posteriormente a cada 28 dias, sendo o abate, por concussão cerebral, seguida de secção da veia jugular, realizado após um período de 16 horas de jejum. O abate foi efetuado de forma escalonada, com os animais dos tratamentos 3X, 7X, AC e MM abatidos, respectivamente, após 98, 103, 105 e 110 dias de suplementação. A cada abate foi sorteado um animal do grupo manutenção para ser abatido juntamente com os demais.

Durante o abate foram pesados e coletados de cada animal amostras de sangue, carne industrial, fígado, coração, rins, baço, pulmão, língua, rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, mesentério, gordura interna, aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor), couro, cauda, cabeça e pés. As vísceras e os órgãos foram lavados e seus pesos somados aos pesos das demais partes do corpo (carcaça, couro, cabeça, pés e sangue), obtendo-se, desta forma, o peso corporal vazio (PCVZ) de cada animal.

As amostras de sangue foram coletadas imediatamente após a secção da veia jugular dos animais, acondicionadas em recipiente de vidro e deixadas em estufa de ventilação forçada a aproximadamente 60°C por um período de 72 horas.

Procedeu-se o agrupamento proporcional das amostras de carne industrial, fígado, coração, rins, baço, pulmão, língua, rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, mesentério, gordura interna e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) compondo uma amostra composta de órgãos + vísceras.

A carcaça dos animais foi dividida em duas metades, as quais foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a -5°C, durante aproximadamente 20 horas. Decorrido esse tempo, a carcaça direita foi retirada da câmara fria e totalmente dissecada, procedendo-se à separação dos componentes músculo, gordura e ossos, que foram, posteriormente, pesados. O tecido muscular e o tecido adiposo foram moídos, ao passo que o tecido ósseo foi serrado.

Após a moagem da composta de órgãos+vísceras, gordura e músculo, e secção dos ossos (carcaça, cabeça e pés), rabo e couro, as amostras foram acondicionadas em vidro (500 mL), levadas à estufa a 105°C por 72 a 96 horas para determinação da MS gordurosa (MSG). Em seguida cada amostra foi lavada com éter de petróleo, obtendo-se a MS pré-desengordurada (MSPD). As amostras foram moídas em moinho de bola, para posteriores determinações de nitrogênio total, extrato etéreo (EE), conforme Silva & Queiroz (2002), sendo o teor de proteína bruta obtido pelo produto entre o nitrogênio total e o fator 5,88, conforme Baldwin (1995). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos obtidos para o EE residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura. A partir do conhecimento dos teores de proteína e de extrato etéreo na MSPD e do peso da amostra submetida ao pré-desengorduramento, foram determinados os respectivos teores na matéria natural.

A relação obtida entre o PCVZ e o peso vivo (PV) dos animais referência foi utilizada para a estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram em

alimentação. Dentro de cada tratamento, foram sorteados dois animais para representá-lo, do qual foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior, para separação física de músculos, gordura, ossos e couro.

Os conteúdos corporais de proteína na carcaça foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos, nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés e nos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça.

Os conteúdos de proteína retida no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y = \mu + bX + e$$

em que: Y = logaritmo do conteúdo total de proteína (kg) retido no corpo vazio; μ = efeito da média (intercepto); b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de proteína em função do logaritmo do PCVZ; X = logaritmo do PCVZ; e = erro aleatório.

Equações foram construídas adicionando-se os valores relativos aos animais referência, para os animais suplementados e não-suplementados.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de proteína em função do logaritmo do PCVZ foram obtidas as exigências líquidas de proteína, por kg de ganho de PCVZ (GPCVZ), a partir de equação:

$$Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1};$$

em que: Y' = exigências líquidas de proteína; a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações das exigências líquidas de proteína; X = PCVZ (kg).

Para a conversão do PV em PCVZ, dentro do intervalo de pesos incluído no presente estudo, calculou-se a relação entre o PCVZ dos animais suplementados e o PV dos mesmos. Para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais.

Resultados e Discussão

A relação obtida para estimativa do PCVZ, a partir do PV dos animais do presente estudo foi: $PCVZ = PV \cdot 0,8877$. Tal valor encontra-se próximo ao recomendado pelo NRC (2000) de 0,8910 e dos valores de 0,8975 e 0,8956 observados, respectivamente, por Silva et al. (2002a) e Paulino et al. (2004) obtidos com animais da raça Nelore em confinamento.

Por outro lado, em animais a pasto, Zervoudakis et al. (2002) trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Zebu, castrados e, Fregadolli (2005) em novilhos Nelores com observaram relação entre PCVZ e PV de 0,8575 e 0,8746, respectivamente. É sabido que animais leiteiros e seus mestiços apresentam maior tamanho do trato gastrointestinal e, conseqüentemente, maior conteúdo de digesta que os animais zebuínos, acarretando menor relação PCVZ/PV, como observado por Zervoudakis et al. (2002).

Adotou-se o fator 0,9013, obtido a partir dos dados experimentais, para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), ou seja, devem-se multiplicar as exigências fornecidas em função do ganho de peso de corpo vazio por 0,9013 para encontrar as exigências em função do ganho de peso vivo. Paulino et al. (2004) encontraram relação entre GPCVZ e GPV de 0,900, próximo ao aqui apresentado. O NRC (2000) utiliza a relação 0,956 entre o GPCVZ e o GPV.

Na Tabela 4 são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo de proteína (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ (kg). Adotou-se uma única equação para a estimativa do conteúdo corporal de proteína.

Tabela 4 – Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo de proteína (kg) no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ (kg) de bovinos anelados sob pastejo

| Componente | Parâmetro | | r ² |
|-------------------|----------------|------------------|----------------|
| | Intercepto (a) | Coefficiente (b) | |
| Não-suplementados | -0,2471 | 0,7904 | 0,99 |
| Suplementados | -0,3593 | 0,8428 | 0,97 |
| Conjunta | -0,3332 | 0,8305 | 0,95 |

Na Tabela 5 são apresentadas as estimativas do conteúdo corporal de proteína total no peso vivo e no peso de corpo vazio. Observaram-se incrementos no conteúdo corporal de proteína de 45,52 kg (250 kg PV) para 67,06 kg (400 kg PV) à medida que se aumentou o PV dos animais, sendo em virtude do aumento da massa corpórea à medida que o animal cresce. Para animais Nelores sob pastejo na faixa de peso vivo de 400 kg, Fregadolli (2005) estimaram o conteúdo de proteína corporal em 61,0 kg.

De forma contrária ao conteúdo no PV, a concentração de proteína quando expressada em g/kg PCVZ diminuiu com o aumento do PV. Quando o PCVZ passou de 221,93 g/kg (250 kg PV) para 355,08 g/kg (400 kg PV) ocorreu redução na participação do conteúdo de proteína na ordem de 8,61%. De forma similar, Fregadolli (2005) também observou redução do conteúdo de proteína à medida que o PCVZ do animal é incrementado. No entanto, ao trabalhar com animais mestiços Holandês-Zebu, Zervoudakis

et al. (2002) observaram, pequenos incrementos no conteúdo de proteína que segundo os autores se deveram ao fato dos animais estudados ainda manifestarem algum crescimento.

Tabela 5 – Conteúdo corporal estimado de proteína em função do peso vivo e do peso de corpo vazio de bovinos anelados sob pastejo

| Peso vivo (kg) | Proteína | |
|----------------|----------|-----------|
| | kg | g/kg PCVZ |
| 250 | 45,52 | 185,83 |
| 300 | 52,83 | 179,72 |
| 350 | 60,03 | 175,05 |
| 400 | 67,06 | 171,10 |

$$\text{PCVZ} = \text{PV} * 0,8877$$

Paulino et al. (2004), ao trabalharem com animais Nelore castrados, em confinamento, observaram redução da participação da proteína de 20,77% com a elevação do PCVZ, sendo superior ao valor do presente estudo. Segundo os autores, o que se observa é que o conteúdo corporal de proteína sofre redução mais significativa em animais castrados uma vez que depositam gordura mais pronunciadamente, o que poderia explicar os menores requerimentos de proteína de bovinos castrados em relação aos não-castrados. De acordo com Berg & Butterfield (1979), a redução da proteína com o aumento do PCVZ reflete a desaceleração do crescimento do tecido muscular em detrimento ao mais rápido desenvolvimento do tecido adiposo, o qual apresenta maior impulso de crescimento em idades mais avançadas.

As exigências líquidas de proteína, por kg de ganho de PCVZ, são apresentadas na Tabela 6. Observou-se que as exigências de proteína no ganho de PCVZ decresceram à medida que o PV dos animais se elevou. Este resultado concorda com as observações de Fregadolli (2005) ao estudarem animais em pastejo e com as observações de Paulino et al. (1999), Vêras et al. (2000), Silva et al. (2002a) e Freitas et al. (2006) em animais em confinamento. Em adição, os dados de composição do ganho em peso para bovinos, preconizados pelo ARC (1980), evidenciam diminuição na quantidade de proteína depositada por kg de ganho, à medida que o animal se torna mais pesado. De fato, Backes et al. (2005) observaram que, tanto zebuínos quanto seus mestiços apresentaram exigências de proteína numericamente superiores na fase de recria em relação à de terminação, confirmando o fato de que, à medida que se eleva o peso corporal, as exigências de proteína decrescem, em decorrência da queda no desenvolvimento muscular.

Tabela 6 – Exigências líquidas de proteína de bovinos anelados sob pastejo, em função do peso vivo

| Peso vivo (kg) | Exigência de proteína (g/kg GPCVZ) |
|----------------|------------------------------------|
| 250 | 153,72 |
| 300 | 149,01 |
| 350 | 145,13 |
| 400 | 141,86 |

$$PCVZ = PV * 0,8877$$

As exigências líquidas de proteína encontradas para um animal de 400 kg (141,86 g/kg GPCVZ) são muito próximas do valor encontrado por Fregadolli (2005) também trabalhando com animais não-castrados sob pastejo. Quando comparado com as exigências observadas em animais em confinamento, o valor do presente estudo foi 22,4% e 21,3% inferior àquelas estimadas para um bovino não-castrado com o mesmo peso vivo por Silva et al. (2002a) e Valadares Filho et al. (2006b), respectivamente. Por outro lado, Vêras et al (2001) e Freitas et al. (2006) encontraram valores próximos do presente estudo. Por meio da compilação de dados de exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil, Silva et al. (2002b) e Valadares Filho et al. (2006b) estimaram as exigências líquidas de proteína para ganho de peso de bovinos zebu não-castrados em 151,51 g/kg GPCVZ e 172,08 g/kg GPCVZ, respectivamente. Conforme Paulino et al. (2005), vale ressaltar que em todos esses trabalhos citados, a composição corporal não foi mensurada diretamente, mas sim estimada pelo corte das 9-10-11^a costelas, o que pode ocasionar divergências na estimação das exigências.

Foi gerada uma equação de regressão da proteína retida (PR), em função da energia retida (ER, Mcal/dia) e do ganho de peso vivo (GPV, kg/dia), para a estimação das exigências líquidas de proteína para qualquer faixa de peso e de ganho de peso. A equação obtida foi a seguinte: $PR (g/dia) = -34,6109 + 257,956 * GPVJ - 17,01 * ER$ ($r^2 = 0,69$).

A partir dessa equação e tomando-se como referência um animal com peso de corpo vazio de 400 kg e ganho médio diário de 1,0 kg/dia, obtém-se valor de PR ou de exigências líquidas de proteína/g/kg para ganho de peso de 132,29 g/kg PCVZ. Por outro lado, a equação adotada pelo NRC (2000) estima o valor de PR em 110,63 g/kg PCVZ, sendo 19,57% inferior ao encontrado no presente estudo.

Ao agruparem informações de exigências de proteína de zebuínos no Brasil, Silva et al. (2002b) e Valadares Filho et al. (2006b) obtiveram, respectivamente, as seguintes equações para PR para machos não-castrados: $PR (g/dia) = - 17,6968 + 192,31 * GPVJ - 3,84 * ER$ ($r^2 = 0,44$) e $PR (g/dia) = 26,46 - 183,49 * GPVJ + 9,38 * ER$ ($r^2 = 0,60$). A partir

destas equações, considerando novamente um animal de 400 kg e ganhando 1,0 kg/dia, obtêm-se valores para PR de 153,80 g/kg PCVZ e 159,74 g/kg PCVZ, respectivamente.

Assim, com base nos valores de PR observados por Silva et al. (2002b), Valadares Filho et al. (2006b) e do presente estudo, pode-se inferir que zebuínos, independentemente de serem criados a pasto ou em confinamento, apresentam exigências líquidas de proteína para ganho superior às preconizadas pelo NRC (2000).

Véras (2006) trabalhando com bovinos Nelore (não-castrados, castrados e fêmeas) encontrou o valor de 4,03 g/kg de $PV^{0,75}$ para exigência de proteína metabolizável para manutenção, independentemente da classe sexual. Este valor, bem próximo ao valor de 3,8 g/kg $PV^{0,75}$ determinado por Wilkerson et al. (1993) e adotado pelo NRC (2000) e aos 4,13 g/kg $PV^{0,75}$ estimados por Valadares et al. (1997). Desta forma, adotou o valor de 4,00 g/kg $PV^{0,75}$ para se obter as exigências de proteína metabolizável para manutenção de bovinos Nelore, conforme recomendado por Valadares Filho et al. (2006b).

Na Tabela 7 são apresentadas as exigências de proteína metabolizável (PM), utilizando-se valores referentes às exigências líquidas de proteína para ganho de peso, relativas aos dados em conjunto.

Tabela 7 - Exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) e para ganho (PMg) de 1,0 kg de peso vivo (g/kg GPV) de bovinos anelhorados sob pastejo, em função do peso vivo

| Peso vivo (kg) | PMm ¹ | PMg ² |
|----------------|------------------|------------------|
| 250 | 251,49 | 264,58 |
| 300 | 288,34 | 280,94 |
| 350 | 323,68 | 294,80 |
| 400 | 357,77 | 288,33 |

PCVZ = $PV * 0,8877$

¹4,00 g/kg $PV^{0,75}$; ²Exigência líquida/0,492 para PCVZ > 300 kg e Exigência líquida/[83,4 – (0,114 x PCVZ)] para PCVZ ≤ 300 kg

As exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) aumentaram com a elevação do peso vivo dos animais, uma vez que são expressas em função do peso (NRC, 2000).

Com base na Tabela 7, as exigências totais de PMt (PMm + PMg) para um animal de 400 kg e ganho diário de 1,0 kg, foram de 646,10 g/dia. Trabalhando com animais Nelore não-castrados em confinamento, Véras et al. (2001) estimaram as exigências de PMt em 624,96 g/dia, 3,4% inferior ao valor do presente estudo. Entretanto, Silva et al. (2002a) encontraram valor 7,2% superior (692,96 g/dia). Ao reunir informações de

diferentes autores, Silva et al. (2002b) e Valadares Filho et al. (2006b), encontraram para o mesmo animal (400 kg e ganho de 1,0 kg/dia) exigências de PMt de 633,37 g/dia e 707,52 g/dia, respectivamente.

São apresentados na Tabela 8 os consumos de nutrientes digestíveis totais (NDT) e os requisitos de proteína degradável (PDR) e não-degradável (PNDR) no rúmen, em função do PV ou do PCVZ. Vale ressaltar que foi adotado o protocolo descrito pelo NRC (2000) e o consumo médio de NDT observado nos animais não-suplementados (12,34 g de NDT consumido/kg de PCVZ), suplementados (15,56 g de NDT consumido/kg de PCVZ) e de todos animais em conjunto (15,38 g de NDT consumido/kg de PCVZ), para conversão das exigências de PM para exigências de PDR, PNDR e de PB.

Tabela 8 – Consumos médios de nutrientes digestíveis totais (NDT) e exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não-degradável no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB), de bovinos anelados sob pastejo consumindo ou não suplementos protéicos, em função do peso vivo, para manutenção e ganho de 1 kg de PV

| Animais | Peso vivo (kg) | NDT (kg/dia) | PDR ¹ (g/dia) | PNDR ² (g/dia) | PB (g/dia) |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------------------|---------------------------|------------|
| Não-suplementados | | 2,74 | 355,97 | 344,02 | 699,99 |
| Suplementados | 250 | 3,67 | 477,63 | 246,69 | 724,32 |
| Conjunta ³ | | 3,41 | 443,84 | 273,73 | 717,57 |
| Não-suplementados | | 3,29 | 427,17 | 325,94 | 753,11 |
| Suplementados | 300 | 4,41 | 573,16 | 209,15 | 782,31 |
| Conjunta | | 4,10 | 532,61 | 241,59 | 774,20 |
| Não-suplementados | | 3,83 | 498,36 | 302,36 | 800,73 |
| Suplementados | 350 | 5,14 | 668,69 | 116,11 | 834,79 |
| Conjunta | | 4,78 | 621,38 | 203,96 | 825,33 |
| Não-suplementados | | 4,38 | 569,56 | 229,61 | 799,17 |
| Suplementados | 400 | 5,88 | 764,22 | 73,89 | 838,10 |
| Conjunta | | 5,46 | 710,14 | 117,15 | 827,29 |

PCVZ = PV *0,88,77

¹/PDR = 130 g/kg NDT x 1,11; ²/PNDR = (PMTtotal – (PDR x 0,64))/0,8; ³/Consumo de NDT de todos animais

Observa-se que os animais que foram suplementados apresentaram maiores exigências de PDR, fato este, em virtude do maior consumo de energia quando comparados com os não-suplementados. Por outro lado, as exigências de PNDR foram maiores nos animais não-suplementados. Segundo Bach et al. (2005), as exigências de PDR no rúmen refletem a síntese de proteína microbiana produzida no rúmen, a qual é dependente da disponibilidade ruminal de energia e nitrogênio. No tocante às exigências de

PB, observaram-se maiores exigências para os animais suplementados em relação aos não-suplementados para qualquer faixa de peso.

De forma geral, à medida que o animal cresce as exigências de PNDR reduzem, o que, segundo Silva et al. (2002a) possibilita maior participação da PDR para o suprimento das exigências totais de PB, indicando que para animais em fase de terminação maiores níveis de nitrogênio não-protéico podem ser utilizados na dieta. De fato, ao agruparem informações obtidas com animais zebuínos confinados, Silva et al. (2002b) verificaram que animais com peso vivo de 450 kg não mais apresentaram exigências de PNDR, quando toda a PB foi suprida somente pela PDR.

Tomando-se como exemplo um animal em fase de terminação, ou seja, com 400 kg de PV e o consumo de MS de 6,83 kg/dia e 7,92 kg/dia observados para os animais não-suplementados e suplementados, respectivamente, estima-se as exigências dietéticas de animais em pastejo para ganharem 1,0 kg de PV em 11,7 e 10,6% de PB na MS da dieta.

Segundo Bailey & Duff (2005), os requerimentos de PB de bovinos de corte em fase de terminação se encontra entre 12,0 e 13,0%. No entanto, os próprios autores descreveram que níveis de PB inferiores à esses não tem prejudicado o desempenho dos animais. De fato, Cavalcante et al. (2005) indicaram que as dietas de bovinos de corte em confinamento na fase terminação, com PV próximo de 400 kg, podem conter 10,5% de PB, com desempenho satisfatório. Detmann et al. (2004) ao terminarem bovinos de corte a pasto encontraram ganho médio diário (GMD) de 0,980 kg quando a dieta apresentou 15,3% de PB. Da mesma forma, Moraes (2003), trabalhando com animais em terminação a pasto encontrou GMD próximo de 1,0 kg quando a dieta apresentou 10,7% de PB. Desta forma, verifica-se que os valores encontrados nesse estudo para animais sob pastejo estão dentro da faixa considerada adequada para bovinos de corte em terminação.

Segundo Paulino et al. (2004) torna-se importante o conhecimento do comportamento das exigências nutricionais dos animais de maneira conjunta, uma vez que energia e proteína estão intimamente associadas no metabolismo dos bovinos. Desta forma, são apresentadas na Tabela 9 as exigências líquidas e totais de proteína e energia para diferentes pesos vivos e taxas de ganho de peso vivo.

A exigência dietética de NDT e PB de um animal de 400 kg de PV e com ganho de 1,0 kg/dia é de 4,63 kg e 977,3 g, respectivamente. Para o mesmo animal, as exigências dietéticas de PB foram superiores ao valor de 920 g observado por Silva et al. (2002b) porém, inferior aos 1.064,67 g observados Valadares Filho et al. (2006b). Com relação às exigências dietéticas de NDT, Silva et al (2002b) encontraram requerimento superior (5,4

kg), no entanto, as exigências observadas por Valadares Filho et al. (2006a) de 4,85 kg/dia foram bem próximas às estimadas no presente estudo.

Tabela 9 - Exigências nutricionais de energia e proteína para bovinos anelados não-castrados sob pastejo, em função do peso vivo (PV) e do ganho médio diário (GMD)

| PV (kg) | | 250 | 300 | 350 | 400 |
|--------------------------|-----------|---|--------|--------|--------|
| Exigências de manutenção | | | | | |
| ELm ¹ | Mcal/d | 3,99 | 4,57 | 5,13 | 5,67 |
| PMm ² | g/d | 251,49 | 288,34 | 323,68 | 357,77 |
| Exigências de ganho | | ELg requerida para ganho, Mcal/d ³ | | | |
| GMD | 0,50 kg/d | 1,53 | 1,76 | 1,97 | 2,18 |
| | 1,00 kg/d | 2,87 | 3,29 | 3,69 | 4,08 |
| | | PM requerida para ganho, g/d ^{4,5} | | | |
| GMD | 0,50 kg/d | 113,08 | 115,95 | 116,81 | 108,91 |
| | 1,00 kg/d | 292,16 | 305,23 | 313,75 | 298,98 |
| Exigências totais | | EM, Mcal/d ⁶ | | | |
| GMD | 0,50 kg/d | 11,76 | 13,48 | 15,13 | 16,72 |
| | 1,00 kg/d | 16,30 | 18,68 | 20,97 | 23,18 |
| | | NDT, kg/d ⁷ | | | |
| GMD | 0,50 kg/d | 3,25 | 3,73 | 4,19 | 4,63 |
| | 1,00 kg/d | 4,51 | 5,17 | 5,80 | 6,41 |
| | | PB, g/d ⁸ | | | |
| GMD | 0,50 kg/d | 542,51 | 601,61 | 655,48 | 694,46 |
| | 1,00 kg/d | 809,00 | 883,28 | 948,55 | 977,3 |

¹Elm = 69,33 kcal/PCVZ^{0,75}; ²PMm = 4,0 g/kg PV^{0,75} (Valadares Filho et al., 2006); ³ELg = 0,0548 * PCVZ^{0,75} * GDPCVZ^{0,9027}; ⁴PR = -34,6109 + (257,956 * GMD) - (17,01 * Elg). ⁵PM = exigências líquidas ÷ 0,492 para PCVZ > 300 kg ou exigências líquidas/[83,4-(0,114 * PCVZ)] para PCVZ ≤ 300 kg (NRC, 2000); ⁶k_m = 0,61 e k_g = 0,26 (dieta com 1,81 Mcal/kg de MS); ⁷NDT = EM ÷ 0,82 ÷ 4,409 (NRC, 2000); ⁸PB = PM total ÷ 0,672 (NRC, 2000). As exigências líquidas para ganho de PCVZ foram convertidas para ganho de PV pela multiplicação pelo fator 0,9013, encontrado neste trabalho: PCVZ = PV * 0,8877.

De modo geral, observa-se que as exigências dietéticas de EM ou NDT e as de PB são incrementadas com o aumento do peso vivo dos animais. No entanto, esse comportamento somente é possível devido ao fato de as exigências de manutenção estarem incluídas no cálculo das exigências totais (Paulino et al., 2004), visto que, as exigências de manutenção tanto de energia, quanto de proteína aumentam quando o peso do animal aumenta.

Com relação às exigências para ganho de peso, à medida que o peso corporal se eleva, as exigências líquidas de energia também aumentam, devido à maior deposição de gordura corporal que contribui diretamente para o aumento numérico das exigências

energéticas. Entretanto, as exigências de proteína diminuem, em virtude da queda no desenvolvimento muscular quando os animais se aproximam do peso à maturidade.

No tocante à produção de bovinos de corte em pastagens de gramíneas tropicais, vale destacar que, com o conhecimento das exigências de PDR, juntamente com as de NDT, podem-se formular suplementos que permitam um balanço adequado entre PDR e NDT que, segundo Paulino et al. (2004), podem reduzir efeitos associativos negativos observados, quando grandes quantidades de suplementos ricos em carboidratos não fibrosos (CNF) são fornecidas a dietas baseadas em forragem. Adicionalmente, segundo os mesmos autores, sob o ponto de vista econômico uma associação entre grãos e uréia constitui alternativa para redução de custos.

Conclusões

O requerimento líquido de proteína para ganho de peso de animais anelados não-castrados sob pastejo, em g/dia, pode ser obtido a partir da equação: $PR \text{ (g/dia)} = -34,6109 + 257,956 * GPVJ - 17,01 * ER$

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.
- ALMEIDA, M.I.V.; FONTES, C.A.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Conteúdo corporal e exigências Líquidas de Energia e Proteína de Novilhos Mestiços Holandês-Gor em Ganho Compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.205-214, 2001.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.88 (Suppl. E), p.9-21, 2005.
- BACKES, A.A.; PAULINO, M.F.; ALVES, D.D. et al. Composição corporal e exigências energéticas e protéicas de bovinos mestiços leiteiros e zebu, castrados, em regime de recria e engorda. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.1, p.257-267, 2005.
- BALDWIN, R.L. **Energy requirements for maintenance and production**. In: BALDWIN, R.L. (Ed.) Modeling ruminant digestion and metabolism. Chapman e Hall, London. p.148-188, 1995.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e proteína de zebuínos. In: Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.457-465.

- CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo, digestibilidade total e desempenho produtivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.711-719, 2005.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. 1990. **Feeding standards for Australian livestock - ruminants**. Victoria: Australia Agricultural Council. 266p.
- DETMANN, E; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiços em pastejo durante a época seca: Desempenho produtivo e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.169-180, 2004.
- ESTRADA, L.H.C.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Exigências nutricionais de bovinos não castrados em confinamento. 1. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p.575-584, 1997.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.419-455, 1995.
- FREGADOLLI, F.L. **Composição corporal e exigências nutricionais de novilhos de três grupos genéticos em pastejo**. Jaboticabal, SP. UNESP, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005.
- FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R. et al. Composição do ganho e exigências de energia e proteína para ganho de peso em bovinos Nelore puros e mestiços, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.886-893, 2006.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.
- LANA, R.P.; FONTES, C.A.A.; PERON, A.J. et al. Composição corporal e do ganho de peso exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais. I Conteúdo corporal e do ganho de peso em gordura, proteína e energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.518-527, 1992.
- MORAES, E.H.B.K. **Suplementos múltiplos para recria e terminação de novilhos mestiços em pastejo durante os períodos de seca e transição seca-águas**. Viçosa, MG. UFV, 2003, 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2000. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.: 242p
- NOLLER, C.H.; NASCIMENTO Jr, D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagem, 13. 1996, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, p.151-184. 1996.
- PAULINO, M.F.P.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K.E et al. Suplementação de bovinos em pastagens: Uma visão sistêmica In: IV Simpósio de produção de gado de corte. Viçosa, Anais...SIMCORTE, p.93-144, 2004.

- PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 627-633. 1999.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.759-769, 2004.
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; COSTA, M.A.L. et al. Validation of the 9-11th rib cut to estimate the chemical composition of the dressed carcass and of the whole empty body of zebu cattle. **Livestock Production Science**, v.93, n.1, p.245-253, 2005.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.503-513, 2002a.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macromelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002b.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.K.; MAGALHÃES, K.A. et al. Alternativas para otimização da utilização de uréia para bovinos de corte. In: IV Simpósio de produção de gado de corte. Viçosa, **Anais...SIMCORTE**, p.313-338, 2004.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; SAINZ, R.D. Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil In: 42^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Goiânia. **Anais...**p.261-287, 2005.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; DETMANN, E. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos no Brasil: I. Energia**. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte, 1.ed.-Viçosa: UFV, DZO, 2006a. 142p.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos no Brasil: II. Proteína**. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte, 1.ed.-Viçosa: UFV, DZO, 2006b. 142p.
- VÉRAS, R.M.L. **Consumo, digestibilidades total e parcial, produção microbiana e exigências de proteína para manutenção de bovinos Nelore**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 87p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006
- VÉRAS, A . S. C., VALADARES FILHO, S. C., COELHO DA SILVA, J. F., et al. predição da composição corporal e dos requisitos de energia e proteína para ganho de peso de bovinos, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1127-1134, (Suplemento 1) 2001.
- WILKERSON, V.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. et al. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2777-2784, 1993.

ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.530-537, 2002.

Exigências Nutricionais de Bovinos de Corte em Pastejo: Minerais

Resumo - Com o objetivo de determinar as exigências de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) para bovinos anelados sob pastejo, foi conduzido um experimento no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa. A área experimental constituiu-se de cinco piquetes formados com *Brachiaria decumbens*. Utilizaram-se 27 animais não-castrados, com peso vivo (PV) médio inicial de 311,0 kg e idade média de 14 meses. Três animais foram abatidos, após o período de adaptação, para servirem como referência para as estimativas do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial dos animais mantidos no experimento. Dos 24 animais restantes, quatro foram designados ao grupo manutenção com tempo de pastejo restrito para limitar o consumo de energia a nível próximo da manutenção. Os 20 demais distribuídos em quatro tratamentos: mistura mineral, autocontrole e as frequências três vezes/semana (segunda, quarta e sexta) e diariamente. Os conteúdos corporais de Ca, P, Mg, K e Na foram determinados em função das concentrações destes nas várias partes do corpo, inclusive na carcaça, que foi totalmente dissecada. Os conteúdos de macroelementos minerais retidos no corpo foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos macroelementos minerais, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (PCVZ). As exigências líquidas dos macroelementos minerais para ganho de 1 kg de PCVZ, foram obtidas utilizando a equação $Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, sendo a e b o intercepto e o coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de cada macroelemento mineral considerado. As concentrações de todos os macroelementos minerais estudados, no corpo vazio e no ganho de corpo vazio, diminuíram com a elevação do peso vivo. As relações obtidas para g Ca/100g de proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram, respectivamente, 9,18 e 4,72. A exigência dietética total de cálcio foi pouco inferior ao recomendado pelo NRC (2000), porém a de fósforo foi muito próxima.

Palavras-chave: Macrominerais, pasto, requerimento, zebuínos

Nutritional requirements of beef cattle at pasture. Minerals.

Abstract – A trial involving 27 zebu bulls at pasture with initial live weight (LW) of 311,0 kg were conducted with the objective of determining their mineral requirements. Three animals were slaughtered at the beginning of the trial, performing the reference group; four animals had grazing time restricted, to limit energy intake to a level close to the maintenance level. The animals remaining were uniformly allotted to a complete randomized design, in three treatments: mineral mix, self-feeding protein, protein supplementation three times per week (Monday, Tuesday and Friday) and daily. The macrominerals contents retained in the body were determined by regression equations of the logarithm of the macrominerals contents in the body, in function of the logarithm of empty body weight (EBW). By deriving the prediction equations of macrominerals body content, in function of the logarithm of EBW, through the equation $Y = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1}$, being “a” and “b” intercept and the regression coefficient, respectively, of the prediction equations of macrominerals contents in the body. There was a decrease in the empty body and in the gain of empty body concentrations of the five macrominerals studied, with the elevation of the live weight. The relationships g Ca/100g of retained protein and g P/100g of retained protein were 10.92 and 5.26, respectively. Total dietary requirements of calcium was smaller than recommended by (NRC, 2000), however the one of phosphorus was close.

Key words: Macrominerals, pasture, requirements, zebu cattle.

Introdução

No Brasil, a alimentação na pecuária de corte é fortemente sustentada pelas forrageiras tropicais, principalmente sob a forma de pastejo, que devem suprir os nutrientes (energia, proteína, minerais e vitaminas) essenciais à produção animal.

No tocante aos minerais, é sabido que geralmente as gramíneas tropicais apresentam baixos teores e não suprem as necessidades dos bovinos em pastejo. Assim, deficiências de minerais são comuns em bovinos em pastejo no Brasil (Tokarnia et al., 2000), sendo a deficiência de fósforo (P) tida como a mais importante (Moraes, 2001). Desta forma, torna-se imprescindível o fornecimento de minerais, quer seja, via suplementação mineral, ou mesmo inclusos nos suplementos protéicos.

É sabido que as inadequações nutricionais das gramíneas tropicais não são apenas de nutrientes minerais, mas também em relação à proteína e energia. Neste contexto, ressalta-se a importância deste fato, visto que as respostas obtidas com a suplementação mineral dos animais em pastejo dependerão em grande parte de quão limitantes são as deficiências das gramíneas em outros nutrientes que não os minerais.

Os principais macroelementos minerais são o cálcio (Ca), o P, o magnésio (Mg), o potássio (K) e o sódio (Na), que embora estejam presentes no corpo dos animais em menores proporções, apresentam funções estruturais, fisiológicas, catalíticas e regulatórias de importância vital para manutenção da produtividade de bovinos em pastejo.

Para a formulação de misturas minerais adequadas é necessário conhecer dentre outros, as exigências nutricionais da categoria suplementada. Verifica-se que um dos entraves para atender a demanda funcional do animal é justamente o conhecimento do requerimento por cada mineral. Para tal, têm-se utilizados valores de exigências preconizadas pelo ARC (1980), AFRC (1991) e NRC (2000). No entanto, é plenamente lícito inferir que, em virtude de diferenças quanto à raças, níveis de produção, alimentos e condições climáticas, na maioria das vezes, os requisitos recomendados por estes comitês não têm aplicabilidade para as condições brasileiras de criação, principalmente, com relação a animais em pastejo.

De fato, Vêras et al. (2001) ao trabalharem com bovinos Nelore, verificaram que as exigências líquidas de Ca foram menores e as de P maiores que as preconizadas pelo AFRC (1991) e pelo NRC (2000). Em adição, encontraram requerimentos líquidos de Mg inferiores e os de K superiores aos relatados pelo ARC (1980). Silva et al. (2002b) utilizando dados parciais ou totais de vários experimentos sobre exigências nutricionais de

bovinos no Brasil, também verificaram maiores exigências de P do que as recomendadas pelo NRC (2000).

A maioria das informações sobre exigências do Brasil é oriunda de experimentos com animais criados em confinamento. Apesar de ser base da pecuária brasileira, o número de trabalhos envolvendo exigências nutricionais de bovinos de corte em pastejo é muito limitado. Na literatura são encontrados trabalhos de Zervoudakis et al. (2002), Fontes et al. (2005a,b) e Fregadolli (2005) que somente estimaram exigências líquidas para ganho ou manutenção de energia e proteína, não sendo encontrada nenhuma informação sobre exigências de minerais de bovinos de corte em pastejo.

Conforme salientado anteriormente, para a nutrição mineral ser adequada, é importante que a dieta contenha os elementos deficientes ou marginais na região, considerando o tipo da pastagem, ou dieta do rebanho. Assim, torna-se importante condução de trabalhos que gerem dados sobre os requerimentos de minerais para o suprimento adequado de minerais para bovinos de corte em pastagens de gramíneas tropicais.

Assim, objetivou-se com este trabalho estimar as exigências líquidas e dietéticas de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio de bovinos anelados criados no sistema pasto-suplemento durante o período das águas e transição águas/seca.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa entre os meses de março e junho de 2003.

Foram utilizados 27 bovinos de corte, não castrados, com idade e pesos médios iniciais, respectivamente, de 14 meses e 311,0 kg. Ao iniciar o experimento, foram abatidos três animais que serviram de referência no estudo da composição corporal inicial. Os 24 animais restantes foram distribuídos de forma aleatória entre os tratamentos: manutenção (MT), mistura mineral (MM), autocontrole (A) e as diferentes frequências de suplementação três vezes/semana (segunda, quarta e sexta - 3X) e diariamente (7X) (Tabela 2). Foram destinados ao tratamento MT quatro animais, submetidos a um pastejo restrito objetivando atender as exigências de manutenção. Estes foram soltos à 6:00 horas da manhã e presos em um curral às 10:00 horas, totalizando quatro horas de pastejo para se manter a ingestão de alimento em nível pouco acima da exigência de manutenção (Fontes et al., 2005a). Os demais tratamentos apresentaram cinco repetições cada.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos, com base na matéria natural

| Ingredientes | Suplementos | | |
|------------------------------------|-------------|--------------|------------|
| | MM | Autocontrole | Frequência |
| Mistura mineral ¹ | 100 | 10 | 10 |
| Uréia/sulfato de amônia (9:1) | -- | 10 | -- |
| Farelo de soja | -- | --- | 50 |
| Farelo de glúten de milho (21% PB) | --- | --- | 40 |
| Farelo de trigo | -- | 80 | -- |

¹Composição: Fosfato bicálcico 50%; Sal comum 48%; Sulfato de zinco 1,5%; Sulfato de cobre 0,75%; Sulfato de cobalto 0,05% e Iodato de potássio 0,06%.

O esquema de distribuição de suplementos aos animais está apresentado na Tabela 2. Os suplementos foram oferecidos às 10:00 em quantidade de 0,550 kg/animal, sendo que ao final de sete dias a cada animal foi ofertada a mesma quantidade de suplemento (3,850 kg/animal/semana).

A área experimental destinada aos animais foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de bebedouros e comedouros cobertos. Visando minimizar a influência da possível variação na disponibilidade de matéria seca (MS) de pasto, os animais permaneceram em cada piquete por sete dias e após este período procedeu-se o rodízio dos animais (mantendo-se a aplicação dos mesmos tratamentos aos animais) entre os piquetes

Tabela 2 - Esquema de distribuição de suplementos aos animais

| Dias da semana | Frequência ¹ | |
|-------------------|-------------------------|-----------------|
| | 3X ² | 7X ³ |
| Domingo | --- | 0,550 |
| Segunda | 1,283 | 0,550 |
| Terça | --- | 0,550 |
| Quarta | 1,283 | 0,550 |
| Quinta | --- | 0,550 |
| Sexta | 1,283 | 0,550 |
| Sábado | --- | 0,550 |
| Total/semana (kg) | 3,850 | 3,850 |

¹Referente ao consumo de 0,550 kg/animal/dia com base na matéria natural; ²3X = três vezes/semana; ³7X = diariamente

A avaliação da forragem ingerida pelos animais foi realizada por intermédio da simulação manual de pastejo, conforme Johnson (1978), identificando o tipo de material que o animal pastejava, com o objetivo de coletar uma amostra semelhante ao ingerido. A coleta foi realizada por um único amostrador em todo período experimental a fim de evitar variações em cada amostragem.

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

$$\text{Excreção Fecal (kg / dia)} = \frac{\text{Quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g / kgMS)}} \times 100$$

O óxido crômico foi aplicado em dose única diária (15 g/animal) acondicionado em cartuchos de papel e introduzido diretamente no esôfago dos animais durante nove dias consecutivos. Após seis dias de aplicação, foram coletadas fezes dos animais no sétimo (8:00h), oitavo (12:00h) e nono (16:00h) dias.

As estimativas do consumo voluntário individual foram obtidas empregando-se como indicador interno a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) utilizando-se as seguintes equações:

$$CMS = \frac{[(EF \times CIF) - IS]}{CIFO} + CMSS$$

em que: EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); IS = indicador presente no suplemento (kg/dia); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg) e CMSS = consumo de MS de suplemento (kg/dia);

O ensaio de digestibilidade foi realizado no início da segunda pesagem dos animais. Após seis dias de aplicação do óxido de cromo, foram coletadas fezes dos animais no sétimo (8h00), oitavo (12h00) e nono (16h00) dias

Após as coletas, as amostras de pasto e fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a aproximadamente 60°C por 72 horas e posteriormente moídas em moinho de faca com peneira com malha de 1 mm. As análises laboratoriais das amostras do pasto e das fezes foram realizadas de acordo com as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002) com exceção das determinações de FDN e FDA que seguiram os métodos de Van Soest & Robertson (1985) e Mertens (2002). Na Tabela 3 é apresentada a composição química do pasto e dos suplementos.

Os animais foram pesados ao início do experimento e posteriormente a cada 28 dias, sendo o abate, por concussão cerebral, seguida de secção da veia jugular, realizado após um período de 16 horas de jejum. O abate foi efetuado de forma escalonada, com os animais dos tratamentos 3X, 7X, AC e MM abatidos, respectivamente, após 98, 103, 105 e 110 dias de suplementação. A cada abate foi sorteado um animal do grupo manutenção para ser abatido juntamente com os demais.

Tabela 3 - Teores médios de MS (MS%), MO, PB, NNP, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA), EE, CT, FDN, FDNcp, FDNi, CNF, FDA, lignina e DIVMS dos suplementos e do pasto

| Item | Tratamentos | | | <i>B.decumbens</i> ¹ |
|----------------------|-----------------|--------------|------------|---------------------------------|
| | Mistura mineral | Autocontrole | Freqüência | |
| MS (%) | 98,75 | 89,57 | 89,97 | 24,73 |
| MO ³ | - | 74,10 | 83,78 | 89,95 |
| PB ³ | - | 39,84 | 33,66 | 8,91 |
| NNP ⁴ | - | 60,87 | 19,59 | 54,64 |
| NIDN ⁴ | - | 12,41 | 3,53 | 34,49 |
| NIDA ⁴ | - | 2,64 | 1,10 | 25,26 |
| EE ³ | - | 2,42 | 1,79 | 1,21 |
| CT ³ | - | 31,84 | 48,33 | 79,83 |
| FDN ³ | - | 34,62 | 23,50 | 75,12 |
| FDNcp ³ | - | 32,40 | 23,30 | 72,42 |
| FDNi ³ | - | 17,43 | 7,42 | 35,09 |
| CNF ³ | - | 13,32 | 22,81 | 4,71 |
| FDA ³ | - | 11,50 | 11,24 | 44,15 |
| Lignina ³ | - | 2,69 | 1,62 | 4,48 |
| DIVMS | - | 69,89 | 74,59 | 55,61 |

¹/Extrusa; ³/%MS; ⁴/% do nitrogênio total

Durante o abate foram pesados e coletados de cada animal amostras de sangue, carne industrial, fígado, coração, rins, baço, pulmão, língua, rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, mesentério, gordura interna, aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor), couro, cauda, cabeça e pés. As vísceras e os órgãos foram lavados e seus pesos somados aos pesos das demais partes do corpo (carcaça, couro, cabeça, pés e sangue), obtendo-se, desta forma, o peso corporal vazio (PCVZ) de cada animal.

As amostras de sangue foram coletadas imediatamente após a secção da veia jugular dos animais, acondicionadas em recipiente de vidro e deixadas em estufa de ventilação forçada a aproximadamente 60°C por um período de 72 horas.

Procedeu-se o agrupamento proporcional das amostras de carne industrial, fígado, coração, rins, baço, pulmão, língua, rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, mesentério, gordura interna e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) compondo uma amostra composta de órgãos + vísceras.

A carcaça dos animais foi dividida em duas metades, as quais foram pesadas e em seguida, resfriadas em câmara fria a -5°C durante aproximadamente 20 horas. Decorrido esse tempo, a carcaça direita foi retirada da câmara fria e totalmente dissecada, procedendo-se à separação dos componentes, músculo, gordura e ossos, que foram

posteriormente, pesados. O tecido muscular e o tecido adiposo foram moídos, ao passo que o tecido ósseo foi serrado.

Após a moagem da composta de órgãos+vísceras, gordura e músculo, e secção dos ossos (carcaça, cabeça e pés), rabo e couro, as amostras foram acondicionadas em vidro (500 mL), levadas à estufa a 105°C por 72 a 96 horas para determinação da MS gordurosa (MSG). Em seguida cada amostra foi lavada com éter de petróleo, obtendo-se a MS pré-desengordurada (MSPD).

Todas amostras foram moídas em moinho de bola, armazenadas para posterior determinação dos conteúdos dos macromelementos minerais, conforme Silva & Queiroz (2002). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos obtidos para o EE residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura. A partir do conhecimento dos teores de proteína e de extrato etéreo na MSPD e do peso da amostra submetida ao pré-desengorduramento, foram determinados os respectivos teores na matéria natural.

A relação obtida entre o PCVZ e o peso vivo (PV) dos animais referência foi utilizada para a estimativa do PCVZ inicial dos animais que permaneceram em alimentação. Dentro de cada tratamento, foram sorteados dois animais para representá-lo, do qual foram retiradas amostras da cabeça e de um membro anterior e outro posterior, para separação física de músculos, gordura, ossos e couro.

Os conteúdos corporais de gordura, proteína na carcaça foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos órgãos, nas vísceras, no couro, no sangue, na cauda, na cabeça, nos pés e nos constituintes separados (gordura, músculos e ossos) da carcaça.

Os conteúdos dos macromelementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) retidos no corpo dos animais de cada tratamento, e para todos os tratamentos em conjunto, foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de Ca, P, Mg, K e Na em função do logaritmo do PCVZ, segundo o ARC (1980), conforme o seguinte modelo:

$$Y_i = \mu + bX_i + e_i$$

em que: Y_i = logaritmo do conteúdo total de Ca, P, Mg, K e Na retidos no corpo vazio; μ = efeito da média (intercepta); b = coeficiente de regressão do logaritmo do conteúdo de proteína em função do logaritmo do PCVZ; X_i = logaritmo do PCVZ; e_i = erro aleatório.

Foram construídas equações para os animais suplementados e não-suplementados, adicionando-se os valores relativos aos dos animais referência.

Derivando-se as equações de predição do conteúdo corporal de proteína em função do logaritmo do PCVZ foram obtidas as exigências líquidas de Ca, P, Mg, K e Na, por kg de ganho de PCVZ e os conteúdos de gordura por kg de GPCVZ, a partir de equação do tipo:

$$Y' = b \cdot 10^a \cdot X^{b-1};$$

em que: Y' = exigências líquidas de Ca, P, Mg, K e Na; a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações das exigências líquidas de Ca, P, Mg, K e Na; X = PCVZ (kg).

Para estimar as exigências de manutenção de cada macroelemento mineral e, posteriormente, somá-las às exigências para ganho, para se obter as exigências dietéticas totais, foram adaptadas as recomendações do ARC (1980) e do NRC (2000) para as perdas endógenas de Ca, P, Mg, K e Na, e a biodisponibilidade destes elementos nos alimentos, segundo o ARC (1980) e o NRC (2000), conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Perdas endógenas totais diárias e biodisponibilidade de cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio nos alimentos

| Elemento (kg) | Perdas endógenas | Biodisponibilidade (%) |
|---------------|--|------------------------|
| Cálcio | 15,4 mg/kg PV ¹ | 50,0 ¹ |
| Fósforo | 16 mg/kg PV ¹ | 68,0 ¹ |
| Magnésio | 3,0 mg/kg PV ¹ | 17,0 ² |
| Potássio | Fecal – 2,6 g/kg MS consumida ^{2,3} | 100,0 ² |
| | Urinária – 37,5 mg/kg PV | |
| | Salivar – 0,7 g/100 kg PV | |
| | Através da pele – 1,1 g | |
| Sódio | 6,8 mg/kg PV | 91,0 ² |

¹NRC (2000); ²ARC (1980); ³ Considerando consumo de MS de 2,20% do PV.

Para a conversão do PV em PCVZ dentro do intervalo de pesos incluído no presente estudo, calculou-se a correlação entre o PCVZ dos animais suplementados e o PV dos mesmos. Para conversão das exigências para ganho de PCVZ em exigências para ganho de PV, utilizou-se o fator obtido a partir dos dados experimentais.

Resultados e Discussão

A relação obtida para estimativa do PCVZ a partir do PV dos animais do presente estudo foi: PCVZ = PV*0,8877. Tal valor encontra-se próximo ao recomendado pelo NRC

(2000) de 0,8910 e dos valores de 0,8975 e 0,8956 observados, respectivamente, por Silva et al. (2002a) e Paulino et al. (2004), obtidos com animais da raça Nelore em confinamento. Por outro lado, em animais a pasto, Zervoudakis et al. (2002) trabalhando com novilhos mestiços Holandês-Zebu, castrados e, Fregadolli (2005) em novilhos Nelores observaram relação entre PCVZ e PV de 0,8575 e 0,8746, respectivamente. É sabido que animais leiteiros e seus mestiços apresentam maior tamanho do trato gastrintestinal e, conseqüentemente, maior conteúdo de digesta que os animais zebrúinos, acarretando menor relação PCVZ/PV, como observado por Zervoudakis et al. (2002).

Adotou-se o fator 0,9013, obtido a partir dos dados experimentais, para conversão das exigências para ganho de PCVZ (GPCVZ) em exigências para ganho de peso vivo (GPV), ou seja, devem-se multiplicar as exigências fornecidas em função do ganho de peso de corpo vazio por 0,9013 para encontrar as exigências em função do ganho de peso vivo. Paulino et al. (2004) encontraram relação entre GPCVZ e GPV de 0,900, próximos aos aqui apresentado. O NRC (2000) utiliza a relação 0,956 entre o GPCVZ e o GPV.

Na Tabela 5 são apresentados os parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo de Ca, P, Mg, K e Na no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ (kg). Adotou-se uma única equação (conjunta) para a estimativa do conteúdo corporal dos minerais.

Os conteúdos corporais de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), por kg de PCVZ e as respectivas exigências líquidas, por kg de ganho de PCVZ são apresentados na Tabelas 6. À medida que o peso vivo dos animais aumentou, verificou-se que, tanto o conteúdo corporal, quanto a exigência líquida de cada mineral avaliado reduziu. Respostas semelhantes também foram observadas por Silva et al. (2002b) e Paulino et al. (2004).

Tabela 5 – Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do conteúdo (kg) de Ca, P, Mg, K e Na no corpo vazio, em função do logaritmo do PCVZ (kg) de bovinos anelados sob pastejo

| Componente | Parâmetro | | r ² |
|-------------------|----------------|------------------|----------------|
| | Intercepto (a) | Coefficiente (b) | |
| | | Cálcio | |
| Não-suplementados | -1,2352 | 0,7975 | 0,95 |
| Suplementados | -1,1236 | 0,7450 | 0,86 |
| Conjunta | -1,1359 | 0,7519 | 0,86 |
| | | Fósforo | |
| Não-suplementados | -1,0440 | 0,6204 | 0,93 |
| Suplementados | -1,1255 | 0,6008 | 0,88 |
| Conjunta | -1,0955 | 0,6473 | 0,86 |
| | | Magnésio | |
| Não-suplementados | -3,9615 | 1,1660 | 0,94 |
| Suplementados | -3,6710 | 1,0390 | 0,85 |
| Conjunta | -3,6844 | 1,0482 | 0,83 |
| | | Potássio | |
| Não-suplementados | -2,7148 | 0,9426 | 0,97 |
| Suplementados | -2,8207 | 0,9910 | 0,98 |
| Conjunta | -2,7965 | 0,9795 | 0,97 |
| | | Sódio | |
| Não-suplementados | -2,5173 | 0,8595 | 0,99 |
| Suplementados | -2,6569 | 0,9225 | 0,97 |
| Conjunta | -2,6335 | 0,9112 | 0,97 |

Ao nascimento, o esqueleto representa aproximadamente 23,0% do PCVZ e à medida que o animal atinge a maturidade ele valor cai para apenas 11,0% (Robelin, 1986). Por outro lado, à medida que o peso vivo aumenta, a deposição de gordura torna-se acentuada. Desta forma, o comportamento observado no presente estudo pode ser explicado pelo fato do tecido ósseo apresentar os maiores teores de minerais e o tecido adiposo não apresentar quantidades significativas de minerais (Silva, 1995).

As exigências líquidas de Ca (13,02 g/kg PCVZ) estimadas para um animal de 400 kg de PV, foram superiores às observadas por Vêras et al. (2001), Silva et al. (2002b) e preconizadas por Paulino et al. (2006) para zebuínos no Brasil. Ressalta-se que todos os resultados dos respectivos autores foram obtidos em animais em confinamento. Em adição, o valor recomendado pelo AFRC (1991) para um animal com 400 kg de PV (11,90 g/kg PCVZ) também é inferior ao do presente estudo.

Tabela 6 - Estimativa dos conteúdos e exigências de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio no PCVZ e respectivas exigências líquidas, por kg de ganho de PCVZ de bovinos anelados sob pastejo, em função do peso vivo

| Peso vivo (kg) | Conteúdo (g/ kg PCVZ) | Exigências líquidas (g/ kg GPCVZ) |
|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| | | Cálcio |
| 250 | 19,14 | 14,63 |
| 300 | 18,30 | 13,98 |
| 350 | 17,61 | 13,46 |
| 400 | 17,04 | 13,02 |
| | | Fósforo |
| 250 | 11,94 | 7,91 |
| 300 | 11,20 | 7,42 |
| 350 | 10,60 | 7,02 |
| 400 | 10,12 | 6,70 |
| | | Magnésio |
| 250 | 0,27 | 0,28 |
| 300 | 0,27 | 0,28 |
| 350 | 0,27 | 0,28 |
| 400 | 0,27 | 0,29 |
| | | Potássio |
| 250 | 1,43 | 1,40 |
| 300 | 1,42 | 1,40 |
| 350 | 1,42 | 1,39 |
| 400 | 1,42 | 1,39 |
| | | Sódio |
| 250 | 1,48 | 1,44 |
| 300 | 1,48 | 1,44 |
| 350 | 1,47 | 1,43 |
| 400 | 1,46 | 1,42 |

$$\text{PCVZ} = \text{PV} * 0,8877$$

Com relação ao P, as exigências líquidas estiveram entre 7,91 g/kg PCVZ (250 kg PV) e 6,70 g/kg PCVZ (400 kg PV). O AFRC (1991) e o NRC (2000) recomendaram, para animais com PV de 400 kg e ganho de 1,0 kg/dia e com peso à maturidade de 450 kg, requerimentos líquidos de P de, respectivamente, 5,96 e 8,00 g, valores próximos aos encontrados neste estudo. Da mesma forma, em condições brasileiras, as exigências líquidas de P estimadas por Silva et al. (2002b,c) e Paulino et al. (2006) foram próximas da estimada no presente estudo.

Ao se usar as exigências líquidas de Ca e P estimadas no presente estudo, bem como as de proteína (Capítulo 5), para um animal de 400 kg PV, obtém-se as relações de 9,18 g Ca/100 g $\text{PB}_{\text{retida}}$ e 4,72 g P/100 g $\text{PB}_{\text{retida}}$, as quais são superiores às relações obtidas pelo NRC (2000) de 7,10 g Ca/100 g $\text{PB}_{\text{retida}}$ e 3,90 g P/100 g $\text{PB}_{\text{retida}}$. Silva et al. (2002b) obtiveram 6,44 g Ca/100 g $\text{PB}_{\text{retida}}$ e 4,78 g Pa/100 g $\text{PB}_{\text{retida}}$. Para o mesmo peso de 400 kg

e utilizando os requisitos líquidos de proteína e de Ca e P obtidos, respectivamente, por Valadares Filho et al. (2006) e Paulino et al. (2006) para zebuínos em condições brasileiras, obtêm-se as relações de 9,25 g Ca/100 g PB_{retida} e 4,89 g P/100 g PB_{retida}, sendo bem próximas às do presente estudo.

As exigências líquidas de Mg verificadas no presente trabalho para um animal de 400 kg de PV foram bem próximas às estimadas por Silva et al. (2002c) e Paulino et al. (2006). Por outro lado, as exigências líquidas de Mg foram bastante inferiores ao valor constante de 0,45 g/kg recomendado pelo ARC (1980).

Para qualquer faixa de PV as exigências de Na e K foram inferiores às estimadas por Miranda et al. (2006) ao trabalharem com animais Nelore não-castrados selecionados ou não para peso ao sobreano. Para condições de Brasil, segundo Paulino et al. (2006), um animal de 400 kg de PV com ganho de 1,0 kg/dia apresentaria exigências líquidas de Na e K, respectivamente, de 1,15 g e 2,31 g, sendo superior (Na) e inferior (K) às estimadas no presente estudo.

Os valores das exigências dietéticas para ganho dos macromelementos minerais são apresentados na Tabela 7. As exigências dietéticas de Ca para ganho de 1,0 kg de um animal de 400 kg de PV encontradas neste estudo estão próximas aos valores de 21,49 e 23,90 g/ kg GPV estimados, respectivamente, por Silva et al. (2002b) e Paulino et al. (2006). Da mesma forma, as exigências de P foram bem próximas às estimadas por Paulino et al. (2006) para zebuínos no Brasil.

Tabela 7 – Exigências dietéticas para ganho de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio, em g/kg ganho de peso vivo (GPV), de bovinos anelados, em função do peso vivo

| Peso vivo (kg) | Exigência dietética para ganho (g/ kg GPV) | | | | |
|-------------------|--|---------|----------|----------|-------|
| | Cálcio | Fósforo | Magnésio | Potássio | Sódio |
| 250 | 25,95 | 10,24 | 0,89 | 1,26 | 1,30 |
| 300 | 24,80 | 9,61 | 0,88 | 1,26 | 1,28 |
| 350 | 23,87 | 9,10 | 0,87 | 1,25 | 1,26 |
| 400 | 23,09 | 8,68 | 0,87 | 1,25 | 1,25 |

PCVZ = PV*0,8877

Na Tabela 8 são apresentadas as exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg PV) dos macromelementos minerais. Em virtude da participação das exigências de manutenção, que são em função do PV dos animais, as exigências dietéticas totais se elevaram com o aumento do PV dos animais. De maneira geral, observou-se que as exigências dietéticas totais de todos macromelementos minerais estudados estiveram

próximos aos valores recomendados por Paulino et al. (2006) para bovinos zebuínos no Brasil.

De forma contrária, Miranda et al. (2006) estimaram exigências dietéticas totais de animais Nelore selecionados para peso ao sobreano, superiores ao do presente estudo. Entretanto, segundo os autores, os altos valores de exigências dietéticas totais encontrados foram obtidos com animais terminados em confinamento e, portanto, a extrapolação destes valores para a formulação de rações para animais terminados a pasto deve ser vista com reserva.

Tabela 8 – Exigências dietéticas totais (manutenção + ganho de 1 kg de PV) de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio (g/dia e % MS) para consumo de 2,20% do peso vivo¹ (PV), de bovinos anelorados, em função do PV

| PV (kg) | Exigência dietética total | | | | | | | | | |
|------------|---------------------------|------|---------|------|----------|------|----------|------|-------|------|
| | Cálcio | | Fósforo | | Magnésio | | Potássio | | Sódio | |
| | g/dia | % MS | g/dia | % MS | g/dia | % MS | g/dia | % MS | g/dia | % MS |
| 250 | 33,65 | 0,61 | 16,13 | 0,29 | 5,30 | 0,10 | 27,79 | 0,51 | 3,17 | 0,06 |
| 300 | 34,04 | 0,52 | 16,66 | 0,25 | 6,17 | 0,09 | 32,87 | 0,50 | 3,52 | 0,05 |
| 350 | 34,65 | 0,45 | 17,33 | 0,23 | 7,05 | 0,09 | 37,95 | 0,49 | 3,88 | 0,05 |
| 400 | 35,41 | 0,40 | 18,09 | 0,21 | 7,92 | 0,09 | 43,03 | 0,49 | 4,23 | 0,05 |

PCVZ = PV*0,8877

¹Consumo médio de MS encontrado no presente estudo

Segundo o AFRC (1991), as exigências dietéticas totais de Ca e P para um animal de 400 kg de PV e ganho diário de 1,0 kg seriam, respectivamente, de 28,0 e 25,0 g/dia. Observa-se que, para o Ca, as exigências dietéticas encontradas neste estudo para foram maiores e as de P menores que as recomendadas por esse conselho. Para o mesmo animal em questão, o NRC (2000) estima exigência dietética de 31,0 e 18,0 g/dia, respectivamente, para Ca e P. O valor estimado no presente estudo para o Ca foi inferior ao do NRC (2000), porém para o P o valor obtido foi bem próximo.

Segundo o ARC (1980) para um bovino de 400 kg de PV e ganho de 1,0 kg/dia as exigências dietéticas totais de Mg, K e Na seriam, respectivamente, de 9,50; 43,38 e 4,64 g/dia. Com exceção da exigência de Mg que foi menor, as exigências dietéticas totais de K e Na foram bem próximos às recomendadas pelo ARC (1980). Segundo Miranda et al. (2006) estas diferenças se devem basicamente às estimativas das exigências líquidas para ganho de peso.

Segundo o NRC (2000), um animal de 400 kg de PV ganhando 1 kg de PV/dia e consumindo 2,4% do PV de MS teria exigências dietéticas totais de Ca, P, Mg, K e Na, em % da MS total da dieta, de 0,32; 0,19; 0,10; 0,60 e 0,07%, respectivamente. Observou-se

que os valores encontrados neste trabalho foram superiores para Ca, praticamente iguais para P, Mg e Na e inferiores para K em relação aos recomendados pelo NRC (2000).

Para condições de Brasil, segundo Paulino et al. (2006), seriam de 0,41; 0,21; 0,10; 0,50 e 0,05% da MS total da dieta, respectivamente, para Ca, P, Mg, K e Na. Observando a Tabela 8, nota-se que os valores do presente estudo são muito próximos às recomendações de Paulino et al (2006) para macroelementos minerais para condições brasileiras.

Ressalta-se que as recomendações estabelecidas por Paulino et al. (2006), foram obtidas através da compilação de dados experimentais que utilizaram animais em confinamento. Desta forma, mais estudos são necessários para obtenção das exigências totais de macroelementos minerais de bovinos de corte criados a pasto de forma mais acurada.

Conclusões

As exigências líquidas para ganho de peso de cálcio, fósforo, potássio, magnésio e sódio diminuem, com o aumento do peso vivo dos animais;

As relações g Ca/100 g proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram superiores às citadas pelo NRC (2000) e próximas às encontradas por Paulino et al. (2006) para zebuínos no Brasil, obtidos através da compilação de dados experimentais nacionais.

A exigência dietética total de cálcio foi pouco inferior à recomendada pelo NRC (2000), porém a de fósforo foi muito próxima.

Com exceção da exigência de Mg que foi inferior, as exigências dietéticas totais de K e Na foram bem próximas às recomendadas pelo ARC (1980).

Literatura Citada

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle**. 6.ed. Nutrition Abstract and Reviews (Series B). Wallingford: 1991. p.573-612.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: 1980. 351p.

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, p.494-531, 1994.

FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.D. et al. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim-elefante e mudanças na composição corporal

- de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1711-1720, 2005a.
- FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.D. et al. Uso do abate comparativo na determinação da exigência de energia de manutenção de gado de corte pastejando capim-elefante: descrição da metodologia e dos resultados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1721-1729, 2005b.
- FREGADOLLI, F.L. **Composição corporal e exigências nutricionais de novilhos de três grupos genéticos em pastejo**. Jaboticabal, SP. UNESP, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005.
- JOHNSON, A.D., Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L.T. ed. **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux. p.96-102, 1978.
- MIRANDA, E.N; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais de bovinos Caracu selecionados e Nelore selecionados ou não para peso ao sobreano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1201-1211, 2006.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**. V.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- MORAES, S.S. **Principais deficiências de minerais em bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2001. 27p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 112).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2000. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.: 242p
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: Minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.770-780, 2004.
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Exigências nutricionais de zebuínos no Brasil: III. Minerais. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte, 1.ed.-Viçosa: UFV, DZO, 2006. 142p.
- ROBELIN, J. Growth of adipose tissues in cattle: partitioning between depots, chemical composition and cellularity, a review. **Livestock Production Science**, 14:349-364, 1986.
- SILVA, J.F.C. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.467-504.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2002. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª Edição. Viçosa:UFV, imp. univ. 165p.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.503-513, 2002a.

- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macromelementos minerais de bovinos nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.757-764, 2002b.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macromelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002c.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.20, n.3, p.127-138, 2000.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; DETMANN, E. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos no Brasil: I. Energia**. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte, 1.ed.-Viçosa: UFV, DZO, 2006a. 142p.
- VAN SOEST, P.J. e ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202p, 1985.
- VÉRAS, A . S. C., VALADARES FILHO, S. C., COELHO DA SILVA, J. F., et al. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macromelementos minerais de bovinos nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1106-1111, 2001.
- ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.530-537, 2002.

CONCLUSÕES GERAIS

Bovinos de corte criados em sistema pasto-suplemento durante os períodos de seca, águas e transição águas/seca, não precisam ser suplementados diariamente, sendo o fornecimento de suplementos protéicos do tipo autocontrole ou em frequência de três vezes por semana alternativas viáveis, visto que não comprometem o desempenho dos animais.

A escolha da estratégia de manejo de suplementos protéicos para bovinos de corte sob pastejo dependerá da logística do sistema de produção e disponibilidade de ingredientes.

Durante o período de transição águas/seca, bovinos de corte sob pastejo apresentam maior consumo e digestibilidade e conseqüentemente melhor desempenho que animais suplementados apenas com mistura mineral.

As exigências de Elm de bovinos anelados criados em regime de pastejo são estimadas em 64,00 kcal/PV^{0,75}/dia e 69,33 kcal/PCVZ^{0,75}/dia.

As exigências de Elg de animais anelados não-castrados criados a pasto, podem ser obtidas pela equação: ER (Mcal/kg) = 0,0617*PCVZ^{0,75}*GDPCVZ^{1,0564}.

A eficiência de utilização da EM para manutenção (km) de animais anelados sob pastejo é de 64% e para ganho (kg) de 26%.

O requerimento líquido de proteína para ganho de peso de animais anelados não-castrados sob pastejo, em g/dia, pode ser obtido a partir da equação: PR (g/dia) = -34,6109 + 257,956*GPVJ - 17,01*ER

As exigências líquidas de cálcio, fósforo, potássio, magnésio e sódio diminuem, com o aumento do peso vivo dos animais;

As relações g Ca/100 g proteína retida e g P/100 g de proteína retida foram superiores às citadas pelo NRC (2000) e próximas às encontradas para zebuínos no Brasil através da compilando dados de experimentos nacionais.

A exigência dietética total de cálcio foi pouco inferior ao recomendado pelo NRC (2000), porém a de fósforo foi muito próxima.

Com exceção da exigência de Mg que foi inferior, as exigências dietéticas totais de K e Na foram bem próximos às recomendadas pelo ARC (1980).

APÊNDICE

Tabela 1 - Número do animal, tratamento, peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), peso do corpo vazio inicial (PCVZI) e peso do corpo vazio final (PCVZF) de bovinos anelados sob pastejo

| Nº animal | Tratamento | PVI (kg) | PVF (kg) | PCVZI (kg) | PCVZF (kg) |
|-----------|-----------------|----------|----------|------------|------------|
| 2025 | Referência | 137,5 | 137,5 | --- | 118,48 |
| 3000 | Referência | 217,5 | 217,5 | --- | 171,36 |
| 3010 | Referência | 154,0 | 154,0 | --- | 130,10 |
| 3005 | Mantença | 212,0 | 232,5 | 176,27 | 190,17 |
| 3009 | Mantença | 232,0 | 246,0 | 192,90 | 200,34 |
| 2067 | Mantença | 257,0 | 282,0 | 213,68 | 233,15 |
| 2059 | Mantença | 242,0 | 257,6 | 201,21 | 215,90 |
| 2017 | Mistura mineral | 294,0 | 349,0 | 244,45 | 291,93 |
| 2057 | Mistura mineral | 290,0 | 354,5 | 241,12 | 302,93 |
| 2002 | Mistura mineral | 354,0 | 405,5 | 294,33 | 328,76 |
| 2036 | Mistura mineral | 298,0 | 356,5 | 247,77 | 296,81 |
| 2012 | Mistura mineral | 317,0 | 378,0 | 263,57 | 328,76 |
| 2034 | Autocontrole | 278,0 | 351,5 | 231,14 | 292,19 |
| 2050 | Autocontrole | 288,0 | 367,5 | 239,46 | 314,43 |
| 2013 | Autocontrole | 334,0 | 403,5 | 277,70 | 352,25 |
| 2043 | Autocontrole | 354,0 | 442,0 | 294,33 | 377,14 |
| 2063 | Autocontrole | 316,0 | 384,0 | 262,74 | 331,44 |
| 2064 | 3X | 278,0 | 332,3 | 231,14 | 294,67 |
| 2045 | 3X | 294,0 | 365,5 | 244,45 | 302,07 |
| 2011 | 3X | 285,0 | 314,5 | 236,96 | 282,91 |
| 2004 | 3X | 355,0 | 426,5 | 295,16 | 365,57 |
| 2058 | 7X | 258,0 | 343,0 | 214,51 | 293,54 |
| 2091 | 7X | 227,0 | 308,5 | 188,74 | 260,72 |
| 2006 | 7X | 378,0 | 446,5 | 314,29 | 385,67 |
| 2015 | 7X | 357,0 | 436,5 | 296,83 | 371,64 |

Tabela 2 - Número do animal, tratamento, peso do corpo vazio final (PCVZF) e conteúdos corporais de gordura, proteína e energia de bovinos anelados sob pastejo

| Nº animal | Tratamento | Proteína (kg) | Gordura (kg) | Energia (Mcal) |
|-----------|-----------------|---------------|--------------|----------------|
| 2025 | Referência | 25,25 | 3,97 | 179,71 |
| 3000 | Referência | 31,11 | 5,96 | 231,42 |
| 3010 | Referência | 26,82 | 4,08 | 189,62 |
| 3005 | Mantença | 53,45 | 59,81 | 863,32 |
| 3009 | Mantença | 55,82 | 55,16 | 832,98 |
| 2067 | Mantença | 57,42 | 61,32 | 899,84 |
| 2059 | Mantença | 52,81 | 55,58 | 819,90 |
| 2017 | Mistura mineral | 60,11 | 74,64 | 1040,13 |
| 2057 | Mistura mineral | 48,79 | 63,69 | 873,48 |
| 2002 | Mistura mineral | 55,15 | 65,98 | 930,76 |
| 2036 | Mistura mineral | 66,82 | 67,01 | 1006,29 |
| 2012 | Mistura mineral | 68,47 | 70,01 | 1043,82 |
| 2034 | Autocontrole | 56,88 | 64,08 | 922,77 |
| 2050 | Autocontrole | 54,98 | 60,29 | 876,39 |
| 2013 | Autocontrole | 54,18 | 59,77 | 867,02 |
| 2043 | Autocontrole | 54,89 | 58,13 | 855,62 |
| 2063 | Autocontrole | 70,69 | 57,58 | 939,58 |
| 2064 | 3X | 52,38 | 53,79 | 800,73 |
| 2045 | 3X | 56,90 | 58,45 | 869,97 |
| 2011 | 3X | 69,73 | 73,55 | 1084,19 |
| 2004 | 3X | 68,80 | 70,04 | 1045,95 |
| 2058 | 7X | 25,25 | 3,97 | 179,71 |
| 2091 | 7X | 31,11 | 5,96 | 231,42 |
| 2006 | 7X | 26,82 | 4,08 | 189,62 |
| 2015 | 7X | 53,45 | 59,81 | 863,32 |

Tabela 3 - Número do animal, tratamento, unidade de tamanho metabólico (UTM), dias de pastejo (DP), consumo de energia metabolizável por UTM (CEM/UTM), energia retida (ER) e produção de calor (PC) bovinos anelados sob pastejo

| Nº animal | Tratamento | UTM ¹ | DP | CEM/UTM ² | ER ³ | PC ⁴ |
|-----------|-----------------|------------------|-----|----------------------|-----------------|-----------------|
| 2025 | Referência | 35,91 | --- | --- | --- | --- |
| 3000 | Referência | 47,36 | --- | --- | --- | --- |
| 3010 | Referência | 38,52 | --- | --- | --- | --- |
| 3005 | Mantença | 51,21 | 98 | 135,89 | 2,67 | 133,23 |
| 3009 | Mantença | 53,25 | 105 | 102,81 | 0,99 | 101,82 |
| 2067 | Mantença | 59,67 | 103 | 92,46 | 25,77 | 66,69 |
| 2059 | Mantença | 56,32 | 105 | 121,46 | 21,37 | 100,09 |
| 2017 | Mistura mineral | 70,63 | 110 | 190,12 | 42,63 | 147,49 |
| 2057 | Mistura mineral | 72,61 | 110 | 192,68 | 36,53 | 156,14 |
| 2002 | Mistura mineral | 77,21 | 110 | 205,95 | 28,75 | 176,24 |
| 2036 | Mistura mineral | 71,51 | 110 | 191,82 | 29,64 | 162,19 |
| 2012 | Mistura mineral | 77,21 | 110 | 193,38 | 56,59 | 136,80 |
| 2034 | Autocontrole | 70,67 | 105 | 265,06 | 37,64 | 227,42 |
| 2050 | Autocontrole | 74,67 | 105 | 265,73 | 46,21 | 219,51 |
| 2013 | Autocontrole | 81,31 | 105 | 275,15 | 48,22 | 226,93 |
| 2043 | Autocontrole | 85,58 | 105 | 280,33 | 48,02 | 232,31 |
| 2063 | Autocontrole | 77,68 | 105 | 273,37 | 43,77 | 229,60 |
| 2064 | 3X | 71,12 | 98 | 244,29 | 55,31 | 188,98 |
| 2045 | 3X | 72,46 | 98 | 254,36 | 16,95 | 237,41 |
| 2011 | 3X | 68,98 | 103 | 241,13 | 19,82 | 221,31 |
| 2004 | 3X | 83,60 | 98 | 260,74 | 35,87 | 224,87 |
| 2058 | 7X | 70,92 | 103 | 267,26 | 46,48 | 220,78 |
| 2091 | 7X | 64,88 | 103 | 262,09 | 49,01 | 213,07 |
| 2006 | 7X | 87,03 | 103 | 287,16 | 45,53 | 241,63 |
| 2015 | 7X | 84,64 | 103 | 283,06 | 40,98 | 242,08 |

¹PCVZ^{0,75}; ²kcal; ³kcal/kg^{0,75}; ⁴kcal

Tabela 4 - Número do animal, tratamento e conteúdos corporais de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) de bovinos anelados sob pastejo

| Nº animal | Tratamento | Ca (kg) | P (kg) | Mg (kg) | K (kg) | Na (kg) |
|-----------|-----------------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 2025 | Referência | 2,86 | 1,89 | 0,03 | 0,17 | 0,18 |
| 3000 | Referência | 2,90 | 1,88 | 0,04 | 0,27 | 0,25 |
| 3010 | Referência | 2,79 | 1,88 | 0,03 | 0,18 | 0,20 |
| 3005 | Mantença | 5,82 | 3,19 | 0,10 | 0,42 | 0,41 |
| 3009 | Mantença | 5,78 | 3,44 | 0,09 | 0,47 | 0,46 |
| 2067 | Mantença | 5,94 | 3,24 | 0,09 | 0,48 | 0,47 |
| 2059 | Mantença | 5,77 | 3,41 | 0,11 | 0,43 | 0,42 |
| 2017 | Mistura mineral | 6,38 | 3,50 | 0,10 | 0,49 | 0,48 |
| 2057 | Mistura mineral | 6,19 | 3,96 | 0,09 | 0,42 | 0,41 |
| 2002 | Mistura mineral | 5,15 | 3,13 | 0,10 | 0,50 | 0,49 |
| 2036 | Mistura mineral | 5,63 | 3,42 | 0,11 | 0,54 | 0,53 |
| 2012 | Mistura mineral | 5,32 | 3,98 | 0,09 | 0,59 | 0,58 |
| 2034 | Autocontrole | 6,92 | 3,38 | 0,08 | 0,53 | 0,52 |
| 2050 | Autocontrole | 5,47 | 3,44 | 0,07 | 0,43 | 0,42 |
| 2013 | Autocontrole | 5,97 | 3,57 | 0,10 | 0,46 | 0,45 |
| 2043 | Autocontrole | 5,71 | 3,43 | 0,10 | 0,44 | 0,43 |
| 2063 | Autocontrole | 6,04 | 3,72 | 0,08 | 0,57 | 0,56 |
| 2064 | 3X | 4,71 | 2,85 | 0,08 | 0,41 | 0,40 |
| 2045 | 3X | 5,28 | 3,49 | 0,10 | 0,37 | 0,36 |
| 2011 | 3X | 6,54 | 4,16 | 0,10 | 0,54 | 0,53 |
| 2004 | 3X | 7,33 | 3,81 | 0,10 | 0,57 | 0,56 |
| 2058 | 7X | 2,86 | 1,89 | 0,03 | 0,17 | 0,18 |
| 2091 | 7X | 2,90 | 1,88 | 0,04 | 0,27 | 0,25 |
| 2006 | 7X | 2,79 | 1,88 | 0,03 | 0,18 | 0,20 |
| 2015 | 7X | 5,82 | 3,19 | 0,10 | 0,42 | 0,41 |