

CARLA HELOISA AVELINO CABRAL

**NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA FÊMEAS BOVINAS DE
CORTE EM PASTEJO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

CARLA HELOISA AVELINO CABRAL

**NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA FÊMEAS BOVINAS DE
CORTE EM PASTEJO**

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

APROVADA: 15 de agosto de 2011.

Prof.: Edenio Detmann
(Co-Orientador)

Prof.: Sebastião de C. Valadares Filho
(Co-Orientador)

Prof.: Maristela de Oliveira Bauer

Prof.: Rilene Ferreira Diniz Valadares

Prof.: Mário Fonseca Paulino
(Orientador)

“No princípio era o Verbo, e o Verbo estava com Deus, e o Verbo era Deus. Ele estava no princípio com Deus. Todas as coisas foram feitas por intermédio dele e sem ele, nada do que foi feito se fez”.

(João 1. 1-3)

A Deus, que me sustenta a cada segundo de minha vida.

Ofereço.

Aos meus amados pais Luiz e Célia,
Ao meu querido irmão Carlos Eduardo,
Ao meu paciente companheiro Adevair,

Dedico.

Aos meus amigos Livia, Ériton, Fabiana e Maristela,

Agradeço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus,

Pela Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia, por tornar possível a realização deste curso.

Pela Capes, CNPq, INCT-CA e FAPEMIG pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

Pelo Prof. Mário Fonseca Paulino, pela orientação.

Pelos professores Edenio Detmann e Sebastião de Campos Valadares Filho, pela dedicação a este trabalho.

Pela Prof^a. Maristela de Oliveira Bauer e Prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares por disponibilizarem seu tempo e cooperarem com este trabalho.

Pelos amigos e colaboradores de trabalho: **Lívia, Ériton**, Daniel, Roberta, Isis Scatolin, Nelcino, Sidnei, Leandro, Fabiana, Mateus (UFES), Cecília (UFES), Heloisa (UFMT), Victor, Aline, Gabriel, Ivan, Anny, pela fundamental ajuda na condução dos trabalhos de campo e laboratório.

Pelos amigos da pós-graduação Daiany, Samantha, Jercyane e Luciana.

Pelos funcionários do setor de Bovinocultura de Corte (Joãozinho, Neco e Lorival) e do Laboratório de Nutrição Animal (**Wellington, Fernando, Plínio**, Valdir, Vera, Monteiro e Mário) pela colaboração durante os experimentos e as análises laboratoriais, respectivamente.

Pelas secretárias do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Celeste e Fernanda, pela paciência.

Enfim, agradeço a Deus por mais essa conquista e por ter providenciado a existência dessa grande equipe citada acima, pois, sem ela, este trabalho não teria se concretizado.

BIOGRAFIA

CARLA HELOISA AVELINO CABRAL, filha de Luiz Carlos Lira Cabral e Maria Célia Avelino dos Santos, nasceu em Guiratinga, Mato Grosso, em 04 de abril de 1984.

Em 2002, ingressou na Universidade Federal de Mato Grosso campus de Rondonópolis, colando grau em 10 de janeiro de 2006.

Em março de 2006 iniciou o curso de Mestrado em Agricultura Tropical, na Universidade Federal de Mato Grosso, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 15 de fevereiro de 2008.

No período de julho de 2006 a julho de 2007 atuou como professora substituta nos cursos de Agronomia e Medicina Veterinária na Universidade Federal de Mato Grosso.

E de agosto de 2007 a fevereiro de 2009 trabalhou com controle de qualidade das empresas Suprenorte Agropecuária Ltda e Suprefós Indústria e Comércio Ltda em Mato Grosso.

De fevereiro de 2008 a dezembro de 2008 foi professora no curso Tecnólogo em Bovinocultura na Universidade de Cuiabá.

Em março de 2009 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia submetendo-se à defesa de tese em 15 de agosto de 2011.

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| RESUMO..... | viii |
| ABSTRACT..... | xi |
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 4 |
| | |
| CAPÍTULO 1 – Níveis de suplementação para novilhas de corte em pastejo no período de transição águas-seca | 5 |
| Resumo..... | 5 |
| Abstract..... | 6 |
| Introdução..... | 7 |
| Material e Métodos..... | 8 |
| Resultados e Discussão..... | 14 |
| Conclusões..... | 22 |
| Referências Bibliográficas..... | 22 |
| | |
| CAPÍTULO 2 - Níveis de suplementação para novilhas de corte em pastejo no período da seca | 26 |
| Resumo..... | 26 |
| Abstract..... | 27 |
| Introdução..... | 28 |
| Material e Métodos..... | 29 |
| Resultados e Discussão..... | 35 |
| Conclusões..... | 45 |
| Referências Bibliográficas..... | 45 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 3 - Níveis de suplementação para novilhas de corte prenhes em pastejo no período da seca | 48 |
| Resumo..... | 48 |
| Abstract..... | 49 |
| Introdução..... | 50 |
| Material e Métodos..... | 51 |
| Resultados e Discussão..... | 57 |
| Conclusões..... | 65 |
| Referências Bibliográficas..... | 65 |
| | |
| CAPÍTULO 4 - Níveis de suplementação para vacas de corte prenhes em pastejo no período da seca | 69 |
| Resumo..... | 69 |
| Abstract..... | 70 |
| Introdução..... | 71 |
| Material e Métodos..... | 71 |
| Resultados e Discussão..... | 78 |
| Conclusões..... | 85 |
| Referências Bibliográficas..... | 86 |

RESUMO

CABRAL, Carla Heloisa Avelino, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2011. **Níveis de suplementação para fêmeas bovinas de corte em pastejo.** Orientador: Mário Fonseca Paulino. Coorientadores: Edenio Detmann e Sebastião de Campos Valadares Filho.

Esta tese foi elaborada a partir de quatro experimentos com fêmeas mestiças com predominância de sangue zebuino submetidas a diferentes níveis de fornecimento de suplementação múltipla a pasto. **No primeiro experimento** objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em recria sob pastejo no período de transição águas-seca. Os animais experimentais foram 30 novilhas mestiças com predominância de sangue zebuino com idade e peso médio inicial de 19 meses e 303 ± 5 kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em suplemento mineral (tratamento controle) e fornecimento de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg/animal/dia de suplemento múltiplo com 300 g de proteína bruta (PB)/kg de matéria seca (MS). Verificou-se efeito quadrático dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo ($P < 0,10$) sobre o ganho médio diário (GMD). Os consumos de matéria seca (MS) e nutrientes digestíveis totais (NDT) apresentaram relação linear crescente ($P < 0,10$) com os níveis de fornecimento de suplemento múltiplo, mas, não houve efeito para o consumo de FDN digerida (FDND) e a digestibilidade aparente da MS ($P > 0,10$). Não houve efeito dos níveis de suplementação sobre o fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC - g/dia), mas, a eficiência de síntese microbiana (EFM - g PBmic/kg NDT) e o fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR - g/g de nitrogênio ingerido) apresentaram perfis lineares negativos. Conclui-se que a suplementação múltipla otimiza o desempenho de novilhas em pastejo no período de transição águas-seca e o fornecimento de 1,0 kg de suplemento múltiplo por animal por dia promove o máximo incremento do ganho de peso. **No segundo experimento** objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em recria sob pastejo no período da seca. Os animais experimentais foram 30 novilhas mestiças com predominância de sangue zebuino com idade e peso médio inicial de 22 meses e 339 ± 5 kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com

cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em suplemento mineral e fornecimento de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg/animal/dia de suplemento múltiplo com 300 g PB/kg MS. Verificou-se no padrão descritivo das médias dos mínimos quadrados uma tendência de estabilização do GMD a partir do fornecimento de 0,98 kg de suplemento múltiplo. Os consumos de MS e NDT apresentaram relação linear crescente ($P < 0,10$) com os níveis de fornecimento de suplemento múltiplo. As médias dos coeficientes de digestibilidade aparente das diferentes frações da dieta apresentaram um padrão *linear-response-plateau* (LRP). O NMIC apresentou perfil linear positivo para os níveis de suplementação. Conclui-se que a suplementação múltipla otimiza o desempenho de novilhas em pastejo no período da seca e o fornecimento de 1,0 kg de suplemento múltiplo por animal por dia promove o máximo incremento do ganho de peso. **No terceiro experimento** objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas prenhes sob pastejo no período da seca. Os animais experimentais foram 24 novilhas prenhes mestiças com predominância de sangue zebuino com idade e peso médio inicial de 32 meses e 416 ± 6 kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em suplemento mineral e fornecimento de 0,5; 1,0 e 2,0 kg/animal/dia de suplemento múltiplo com 300 g PB/kg MS. Verificou-se efeito quadrático dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo ($P < 0,10$) sobre o GMD. Os consumo de MS e NDT apresentaram relação linear crescente ($P < 0,10$) com os níveis de fornecimento de suplemento múltiplo. O coeficiente de digestibilidade aparente da MS apresentou perfil linear crescente ($P < 0,10$) para os níveis de suplementação múltipla. Não houve efeito dos níveis de suplementação múltipla sobre o NMIC e a EFM, mas o NMICR apresentou perfil linear decrescente ($P < 0,10$). Conclui-se que o fornecimento de 1,5 kg de suplemento múltiplo otimiza o desempenho de novilhas prenhes em pastejo no período da seca. **No quarto experimento** objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de vacas prenhes sob pastejo no período da seca. Os animais experimentais foram 28 vacas prenhes mestiças com predominância de sangue zebuino com peso médio inicial de 446 ± 12 kg. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e sete repetições. Os tratamentos consistiram em suplemento mineral e fornecimento de 0,5; 1,0 e 1,5 kg/animal/dia de suplemento múltiplo com 300 g PB/kg MS. Verificou-se efeito quadrático dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo

($P < 0,10$) sobre o GMD e linear crescente para o escore de condição corporal final (ECCF). Os consumos de MS e NDT não apresentaram efeito ($P > 0,10$) com os níveis de fornecimento de suplemento múltiplo e a digestibilidade aparente da MS apresentou perfil cúbico ($P < 0,10$). Não houve efeito ($P > 0,10$) dos níveis de suplementação múltipla sobre o NMIC e EFM, mas o NMICR apresentou perfil linear decrescente ($P < 0,10$). Conclui-se que o fornecimento de 1,0 kg de suplemento múltiplo otimiza o desempenho de vacas prenhes em pastejo no período da seca.

ABSTRACT

CABRAL, Carla Heloisa Avelino, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August of 2011. **Levels of supplementation for grazing beef cattle female.** Advisor: Mário Fonseca Paulino. Co-Advisors: Edenio Detmann and Sebastião de Campos Valadares Filho.

This thesis was developed from four experiments with crossbred female with predominance of Zebu breed exposed to different levels of supply multiple supplementation on pasture. The objective of **first experiment** was to evaluate the effect of providing different levels of multiple supplement on the nutritional characteristics and productive performance of heifers on pasture during the rainy-dry transition period. It was used 30 crossbred heifers with predominance of Zebu breed at 19 months of age and body weight of 303 ± 5 kg in a completely randomized experimental design. Treatments consisted of mineral supplement (control treatment) and four levels providing 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 kg/animal/day of multiple supplement with 300 g crude protein (CP)/ kg of dry matter (DM). There was quadratic effect of multiple supplementation ($P < 0.10$) on daily weight gain (DWG). The intakes of DM and total digestible nutrients (TDN) showed increasing linear relationship ($P < 0.10$) with multiple supplement levels, but there was no effect ($P > 0.10$) on the intake digested NDF (DNDF) and DM apparent digestibility (DMD). There was no effect ($P > 0.10$) of supplementation levels on the microbial nitrogen flow (MNF - g/day), but the microbial efficiency (MEF - CPmic g/kg TDN) and the relationship of microbial nitrogen flow with nitrogen intake (RMNF g/g nitrogen intake) were negative linear profiles. It is concluded that supplementation multiple optimizes grazing heifers performance during the rainy-dry season and supply 1.0 kg of multiple supplement per animal promotes the maximum increment of weight gain. The objective of **second experiment** was to evaluate the effect of providing different levels of multiple supplement on the nutritional characteristics and productive performance of heifers on pasture during the dry period. It was used 30 crossbred heifers with predominance of Zebu breed at 19 months of age and body weight of 339 ± 5 kg in a completely randomized experimental design. Treatments consisted of mineral supplement and four levels providing 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 kg/animal/day of multiple supplement with 300 g CP/kg DM. There was in the least squares means trend stabilization of DWG the supply of 0.98 kg of multiple supplement. The intakes of DM and TDN showed increasing linear relationship

($P < 0.10$) with multiple supplement levels. Linear-response-plateau relationships were observed between the coefficients of apparent digestibility of diet fractions and levels of multiple supplementation. The MNF showed positive linear profile for supplementation levels. It is concluded that supplementation multiple optimizes grazing heifers performance during the dry season and supply 1.0 kg of multiple supplement per animal promotes the maximum increment of weight gain. The objective of **third experiment** was to evaluate the effect of providing different levels of multiple supplement on the nutritional characteristics and productive performance of pregnant heifers on pasture during the dry period. It was used 24 crossbred heifers with predominance of Zebu breed at 32 months of age and body weight of 416 ± 5.74 kg in a completely randomized experimental design. Treatments consisted of mineral supplement and three levels providing 0.5, 1.0 and 2.0 kg/animal/day of multiple supplement with 300 g CP/kg DM. There was quadratic effect of multiple supplementation ($P < 0.10$) on DWG. The intakes of DM and TDN showed increasing linear relationship ($P < 0.10$) with multiple supplement levels. The DMD had linear effect ($P < 0.10$) with multiple supplementation levels. No effect ($P > 0.10$) of levels of multiple supplementation on MNF and MEF, but the RMNF showed decreasing linear profile ($P < 0.10$). It is concluded that the supply of 1.5 kg of multiple supplement optimizes the performance of grazing heifers during the dry season. The objective of **fourth experiment** was to evaluate the effect of providing different levels of multiple supplement on the nutritional characteristics and productive performance of pregnant cows on pasture during the dry period. It was used 28 crossbred cows with predominance of Zebu breed at body weight of 446 ± 11.6 kg in a completely randomized experimental design. Treatments consisted of mineral supplement and three levels providing 0.5, 1.0 and 2.0 kg/animal/day of multiple supplement with 300 g CP/kg DM. There was quadratic effect of multiple supplementation ($P < 0.10$) on DWG and linear increase for final body condition score. The intakes of DM and TDN no effect ($P > 0.10$) with levels of multiple supplement. The DMD had cubic effect ($P < 0.10$) with multiple supplementation levels. No effect ($P > 0.10$) of levels of multiple supplementation on the MNF and MEF, but the RMNF showed decreasing linear profile ($P < 0.10$). It is concluded that the supply of 1.0 kg of multiple supplement optimizes the performance of grazing cows during the dry season.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui extensa área de pastagens com predominância de gramíneas tropicais com alto potencial de produção, consistindo a forma mais econômica para produção de carne bovina. Apesar de quantidade, as forrageiras tropicais brasileiras não possuem todos os nutrientes necessários para permitir o máximo desempenho animal e apresentam estacionalidade de produção durante o ano. Neste contexto, o uso de pastagens bem manejadas e suplementação durante todo ano é primordial para a elaboração de um sistema de produção de ciclo curto que explora a eficiência biológica dos animais com o intuito de alcançar máxima eficiência técnica e econômica, ou seja, manejo racional de baixo custo objetivando máxima lucratividade.

Na pecuária de ciclo curto os primeiros aspectos a considerar para o estabelecimento de padrões de crescimento são: a idade ao primeiro parto para as fêmeas, a idade ao abate para os machos e as fêmeas de descarte e a taxa de parição das matrizes (Paulino et al., 2001).

Para melhorar a eficiência biológica do rebanho torna-se necessário que as novilhas atinjam a puberdade e o acasalamento mais cedo, sendo que a importância dessa característica aumenta à medida que o sistema de produção se torna mais intensivo e competitivo (Menegaz et al., 2008). A redução da idade de acasalamento de fêmeas altera a estrutura do rebanho de cria, reduzindo o intervalo entre gerações e diminuindo a participação de animais improdutivos na composição do rebanho.

O desenvolvimento da bovinocultura de corte de acordo com as flutuações de disponibilidade e qualidade dos pastos faz com que os animais tenham crescimento descontínuo ampliando a idade média ao primeiro serviço das fêmeas e reduzindo o índice de fertilidade das primíparas.

A grande meta dos rebanhos de cria ao nível de Brasil deve ser o serviço das novilhas aos 24 meses de idade e maximização da taxa de prenhez com o planejamento alimentar para cada categoria animal de acordo com os objetivos e os recursos disponíveis, possibilitando evoluir para processos de seleção genética com descarte de vacas com parição tardia e maior pressão de seleção sobre as fêmeas de reposição (Pilau, 2007).

Entre tantos fatores que afetam o desempenho reprodutivo de vacas de leite e corte, o manejo nutricional tem grande impacto. Balanços endócrinos e de composição corporal são específicos quando a novilha está próximo à puberdade, tanto quanto a repartição de nutrientes e aos processos de síntese e excreção, que culminam com a

preparação da fêmea para o início da reprodução. Portanto, a restrição alimentar altera a curva de crescimento avançando a idade à puberdade.

A recria de novilhas destinadas à reprodução deve ser programada através de alternativas de manejo de acordo com cada sistema de produção, levando-se em consideração que fêmeas jovens destinadas à reprodução apresentam maiores necessidades nutricionais, pois estão em período de crescimento acelerado.

As dietas de novilhas de corte em pastejo têm promovido aumento da idade ao primeiro serviço pela deficiência de suprimento das necessidades nutricionais, depreciando os índices produtivos e reprodutivos da pecuária brasileira.

O principal objetivo de suplementar fêmeas durante a recria é de incrementar a sua performance reprodutiva, proporcionando melhores condições corporais à primeira monta e ao primeiro parto, beneficiando o aumento do índice de repetição de cria e o peso ao desmame (Paulino et al., 2001).

Além de atenção à idade ao primeiro parto, deve ser realizado o monitoramento do estado nutricional do rebanho de cria, ao longo do ano, para a manutenção de taxas elevadas de natalidade, e a condição corporal da vaca ao parto tem grande influência sobre o seu desempenho reprodutivo na estação de monta seguinte.

A estimativa do estado nutricional dos ruminantes de interesse zootécnico por meio da avaliação da condição corporal constitui medida subjetiva baseada na classificação dos animais em função da cobertura muscular e da massa de gordura. O escore é obtido mediante avaliação visual e tátil do animal e há diferentes escalas de escores, as quais variam no conceito, na topologia dos pontos de observação e na espécie animal à qual são aplicados. O NRC (1996) recomendou a escala de pontuação de escores de condição corporal de 1 a 9, em que 1 corresponde a animais extremamente magros e 9 a animais extremamente gordos, sendo desejáveis vacas com escore mínimo de 5 ao parto (NRC, 2000).

O monitoramento do escore da condição corporal no pré-parto, de maneira que os animais possam parir em boa condição corporal ou que mantenham condição adequada no pós-parto, é o que se deseja no manejo reprodutivo.

Contudo, a fase de cria normalmente é conduzida em áreas de pastagens de qualidade inferior e a suplementação de vacas de cria é ainda prática pouco utilizada no Brasil. Assim, o fornecimento de suplementos múltiplos para recuperação do escore de condição corporal entre a desmama e o início da próxima estação de monta pode constituir alternativa viável do ponto de vista produtivo.

A manipulação do ganho de peso e da condição corporal durante a gestação, portanto, é um desafio na pecuária brasileira (Pilau & Lobato, 2009). Assim, há necessidade de definir diferentes planos nutricionais para incremento dos índices produtivos e reprodutivos de fêmeas bovinas em sistema de pastejo com redução da idade ao primeiro serviço e do intervalo entre partos.

A nutrição influencia diretamente na fertilidade dos ruminantes pelo suprimento de nutrientes específicos requeridos nos processos de ovulação, fertilização, sobrevivência embrionária e gestação; e indiretamente pelo impacto na circulação de hormônios e metabólitos que são requeridos nesses processos (Robinson et al., 2006). Os efeitos da nutrição sobre a reprodução têm sido mais extensivamente examinados usando-se a energia como variável. O exato mecanismo pelo qual a energia afeta a secreção do hormônio de liberação de gonadotrofina (GnRH) e de gonadotrofinas ainda não está claro, mas é possível que os níveis séricos mais baixos de glicose, fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-I) e insulina possam mediar este processo. Contudo, Ruas et al. (2000) destacaram que a deficiência de proteína pode agir indiretamente na secreção de hormônio luteinizante (LH), pois, baixo nível de proteína na dieta acarreta redução de aminoácidos na circulação, com conseqüente diminuição da concentração de insulina e da taxa de entrada de glicose, diminuindo assim a disponibilidade de energia ao hipotálamo, causando redução do fator liberador de LH.

A energia e proteína podem ser introduzidas no sistema via suplementação, mas deve-se atentar que grande parte dos substratos energéticos presentes na fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd) da forragem deixam de ser utilizados por deficiência de sistemas enzimáticos microbianos no ambiente ruminal (Paulino et al., 2006). Desta forma a suplementação com compostos nitrogenados incrementa a atividade microbiana e amplia o consumo e extração de energia a partir da forragem.

Destaca-se ainda que quando o suplemento múltiplo é fornecido novas variáveis interferem no consumo de nutrientes e estão associadas às relações de substituição de forragem por suplemento e/ou adição no consumo total de matéria seca, dependendo das características da forragem e do suplemento (Goes et al., 2005). Torna-se necessário conhecer as interações dietéticas (Detmann et al., 2008), sendo que o conhecimento do tipo e da quantidade do suplemento a ser fornecido aos animais contribui para maior eficiência de utilização da suplementação.

Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em

recria e vacas e novilhas prenhes sob pastejo em *Brachiaria decumbens* em diferentes períodos do ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: VI SIMCORTE, 2008. p.21-52.
- GOES, R.H.T.B.; MÂNCIO, A.B.; LANA, R.P. et al. Recria de novilhos mestiços em pastagem de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região amazônica. Consumo e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1730-1739, 2005.
- MENEGAZ, A.L.; LOBATO, J.F.P.; PEREIRA, A.C.G. Influência do manejo alimentar no ganho de peso e no desempenho reprodutivo de novilhas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1844-1852, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996, 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2000. 248p.
- 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, 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2001. p.187-232.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2006. p.359 – 392.
- PILAU, A. **Crescimento e desempenho reprodutivo de novilhas e vacas primíparas**. 2007. 256p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- PILAU, A.; LOBATO, J.F.P. Desenvolvimento e desempenho reprodutivo de vacas primíparas aos 22/24 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.728-736, 2009.
- ROBINSON, J.J.; ASHWORTH, C.J.; ROOKE, J.A. et al. Nutrition and fertility in ruminant livestock. **Animal Feed Science Technology**, v.126, p.256-276, 2006.
- RUAS, J.R.M.; TORRES, C.A.A.; BORGES, L.E. et al. Efeito da Suplementação Protéica a Pasto sobre Eficiência Reprodutiva e Concentrações Sangüíneas de Colesterol, Glicose e Uréia, em Vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2043-2050, 2000.

CAPÍTULO 1

Níveis de suplementação para novilhas de corte em pastejo no período de transição águas-seca

Resumo – Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em recria sob pastejo em *Brachiaria decumbens* Stapf. no período de transição águas-seca. A área experimental constituiu-se de cinco piquetes de 2,5 hectares cada, com disponibilidade média de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) de 2742 kg/ha. Os animais experimentais foram 30 novilhas mestiças com predominância de sangue zebuino com idade e peso médio inicial de 19 meses e 303±5 kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em suplemento mineral (tratamento controle) e fornecimento diário de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg/animal de suplemento múltiplo com 300 g de proteína bruta (PB)/kg de matéria seca (MS). Verificou-se efeito quadrático dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo ($P < 0,10$) sobre o ganho médio diário. Os consumos de MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) apresentaram relação linear crescente ($P < 0,10$) com os níveis de fornecimento de suplemento múltiplo. Os coeficientes de digestibilidade aparente da PB, EE e CNF sofreram efeito linear crescente ($P < 0,10$) com os níveis de suplementação múltipla, contudo, não houve efeito sobre a digestibilidade aparente da MS ($P > 0,10$). A excreção urinária de nitrogênio uréico (g/dia) apresentou perfil linear positivo para os níveis de suplementação. Não houve efeito dos níveis de suplementação sobre o fluxo de compostos nitrogenados microbianos (g/dia), mas, a eficiência de síntese microbiana (g PBmic/kg NDT) e o fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (g/g de nitrogênio ingerido) apresentaram perfis lineares negativos. Conclui-se que a suplementação múltipla otimiza o desempenho de novilhas em pastejo no período de transição águas-seca e o fornecimento de 1,0 kg de suplemento múltiplo por animal por dia promove o máximo incremento do ganho de peso.

Palavras chave: ganho de peso, parâmetros nutricionais, suplemento múltiplo

Levels of supplementation for grazing beef heifers during the rainy-dry season period

Abstract – The objective was to evaluate the effect of providing different levels of multiple supplement on the nutritional characteristics and productive performance of heifers grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. during the rainy-dry transition period. The experimental area was composed of five 2.5-ha paddocks with availability of potentially digestible dry matter of 2,742 kg/ha. It was used 30 crossbred heifers with predominance of Zebu breed at 19 months of age and body weight of 303±5 kg in a completely randomized experimental design. Treatments consisted of mineral supplement (control treatment) and four levels providing 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 kg/animal/day of multiple supplement with 300 g crude protein (CP)/kg of dry matter (DM). There was quadratic effect of multiple supplementation ($P < 0.10$) on daily weight gain. The intakes of DM, organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), non fibrous carbohydrates and total digestible nutrients (TDN) showed increasing linear relationship ($P < 0.10$) with multiple supplement levels. Coefficients of apparent digestibility of CP, EE and non fibrous carbohydrates were increased linearly ($P < 0.10$) with multiple supplementation levels, but there was no effect on the DM apparent digestibility ($P > 0.10$). The urea urinary excretion (g/day) had a positive linear profile for supplementation levels. There was no effect of supplementation levels on the microbial nitrogen flow (g/day), but the microbial efficiency (g CP_{mic}/kg TDN) and the relationship of microbial nitrogen flow with nitrogen intake (g/g nitrogen intake) were negative linear profiles. It is concluded that supplementation multiple optimizes grazing heifers performance during the rainy-dry season and supply 1.0 kg of multiple supplement per animal promotes the maximum increment of weight gain.

Key words: weight gain, nutritional parameters, multiple supplement

Introdução

Os baixos índices reprodutivos são indicadores de condições inadequadas de nutrição, sanidade e da qualidade genética dos rebanhos (Rigolon et al., 2008). Dentre os fatores que afetam o desempenho reprodutivo de bovinos, a nutrição é talvez aquele que tem maior impacto (Santos & Amstalden, 1998).

A idade à puberdade tem importante impacto sobre a eficiência produtiva, reprodutiva e econômica de fêmeas bovinas. A ocorrência deste evento fisiológico depende da taxa de crescimento e desenvolvimento do animal, de forma a dar suporte aos mecanismos endócrinos que resultam na maturidade sexual (Maquivar e Day, 2009).

A taxa de crescimento entre o desmame tradicional (6 a 8 meses de idade) e a puberdade é negativamente associada com a idade à puberdade. Assim, a melhoria na alimentação após o desmame constitui fator importante para a redução na idade à puberdade e ao primeiro parto, desde que a genética permita.

O objetivo básico no desenvolvimento de fêmeas de reposição é prover a quantidade de ganho adequado ao menor custo possível (Semmelmann et al., 2001). É importante salientar que alguns dos principais motivos para o aparecimento tardio da puberdade nos rebanhos zebuínos são a sazonalidade da produção de forragem, o manejo deficiente do pasto e a inexistência de suplementação alimentar durante o período de crescimento desses animais (Sá Filho et al., 2008). Apesar de zebuínos serem mais tardios que os bovinos de raças européias pode ser possível reduzir a idade à puberdade desses animais através de manejo nutricional adequado e melhoramento genético.

O uso da suplementação para animais em pastejo é uma prática que pode ser adotada na estratégia de manejo de pastagens visando aumentar a capacidade de suporte e desempenho animal. Para isso é necessário conhecimento sólido sobre o assunto, com o intuito de alcançar máxima eficiência técnica e econômica.

Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em recria sob pastejo em *Brachiaria decumbens* Stapf. no período de transição águas-seca.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa – UFV numa área de 12,5 hectares composta por cinco piquetes para pastejo com lotação contínua, correspondente aos tratamentos, no período de abril a junho de 2009 na transição águas-seca, com variáveis climáticas conforme a Figura 1.

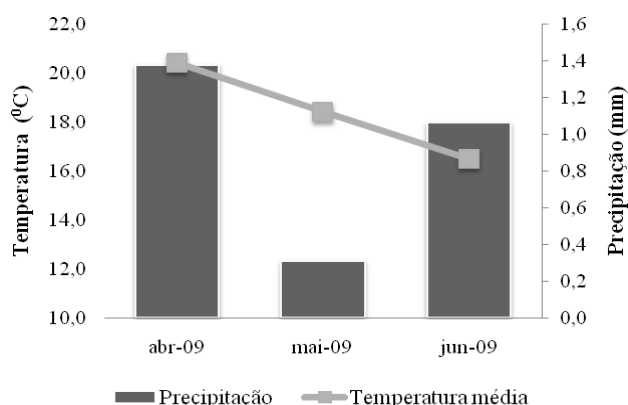


Figura 1 - Precipitação em milímetros (mm) e temperatura média em °C durante o período experimental. (Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola - UFV).

Durante o período experimental foram avaliados o desempenho produtivo, o consumo voluntário, as características nutricionais (digestibilidade e eficiência microbiana), a composição química da forragem e dos suplementos e a estrutura do pasto.

Os tratamentos consistiram em suplemento mineral (tratamento controle) e fornecimento de quatro níveis diários 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg/animal de suplemento múltiplo (Tabela 1) com aproximadamente 300 g de proteína bruta (PB)/ kg de matéria seca (MS) composto por farelo de soja (200g/kg), farelo de algodão (200 g/kg), milho (285 g/kg), sorgo (285 g/kg) e mistura uréia: sulfato de amônio na proporção 9:1 (30 g/kg).

Foram utilizadas 30 novilhas mestiças com predominância de sangue zebuino com idade e peso médio inicial de 19 meses e 303±5 kg, respectivamente, devidamente vacinadas e vermifugadas.

A água foi fornecida *ad libitum*. O suplemento múltiplo foi ofertado às 10h00 ao longo de todo o período experimental em cochos cobertos com acesso pelos dois lados. As novilhas dos tratamentos com suplemento múltiplo em qualquer um dos níveis de fornecimento receberam a mesma quantidade (80g/animal/dia) de suplemento mineral

(Composição com base na matéria natural: fosfato bicálcico, 500,00 g/kg; cloreto de sódio, 477,75 g/kg; sulfato de zinco, 14,00 g/kg; sulfato de cobre, 7,00 g/kg; sulfato de cobalto, 0,50 g/kg; iodeto de potássio, 0,50 g/kg e selenito de sódio, 0,25 g/kg). As novilhas do tratamento controle tiveram acesso irrestrito ao suplemento mineral.

Tabela 1 – Composição química do suplemento múltiplo (S. Múltiplo) e *Brachiaria decumbens* Stapf com base na matéria seca (MS) durante os períodos experimentais

| Item | S. Múltiplo | <i>B. decumbens</i> ¹ | | | |
|--------------------|-------------|----------------------------------|------------------------|-----------|--------------|
| | | Período 1 | Período 2 ² | Período 3 | Média |
| | | | g/kg | | |
| Matéria seca | 888,7 | 330,6 | 351,2 | 372,2 | 351,3 ± 12,0 |
| Proteína bruta | 304,9 | 80,8 | 74,7 | 59,5 | 71,7 ± 6,3 |
| Extrato etéreo | 28,6 | 14,1 | 13,7 | 9,5 | 12,4 ± 1,5 |
| FDNcp ³ | 188,2 | 667,8 | 648,6 | 681,6 | 666,0 ± 9,6 |
| Matéria orgânica | 967,2 | 912,7 | 914,4 | 914,4 | 913,8 ± 0,6 |
| CNF ⁴ | 499,9 | 150,0 | 177,3 | 163,7 | 163,7 ± 7,9 |
| Lignina | 15,0 | 39,6 | 45,3 | 47,6 | 44,2 ± 2,4 |

¹ Amostras obtidas por simulação manual de pastejo

² Amostra coletada durante o ensaio de digestibilidade

³ Fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

⁴ Carboidratos não-fibrosos

O experimento foi implementado e conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições por tratamento e três períodos experimentais de 28 dias.

Os animais foram pesados no início e ao final do experimento, sem jejum e após serem submetidos a jejum de líquidos e sólidos de 14 horas, objetivando reduzir as possíveis diferenças quanto ao enchimento do trato digestivo, bem como a cada ciclo de pastejo de 28 dias, sem jejum, de modo a monitorar o desenvolvimento dos animais. O ganho de peso total (GPT) foi quantificado pela diferença entre o peso final e inicial em jejum, sendo o ganho médio diário (GMD) a razão entre o GPT e o número de dias experimentais (84). Os animais foram submetidos ao rodízio de piquetes a cada sete dias, visando minimizar as possíveis diferenças em relação à disponibilidade de forragem e características dos piquetes (localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento).

No décimo quarto dia de cada período experimental foi realizada uma coleta para determinação da massa total de matéria seca/ha. A área a ser amostrada foi demarcada com um quadrado de ferro (vergalhão) de dimensões 0,5 m x 0,5 m, em quatro pontos aleatórios em cada piquete experimental. As amostras foram cortadas rente ao solo com

o auxílio de uma tesoura e, posteriormente, foram retiradas alíquotas de cada amostra coletada, sendo confeccionadas amostras compostas para cada piquete. Uma alíquota da amostra composta foi separada em lâmina foliar verde, lâmina foliar seca, colmo+bainha verde e colmo + bainha seco para determinação do percentual dos componentes morfológicos.

Posteriormente, as amostras foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada (60°C), processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e acondicionadas em recipientes previamente identificados para posteriores análises. Procedeu-se à quantificação do teor de MS (Silva & Queiroz, 2002). Na Figura 2 está demonstrada a massa de forragem em função dos períodos experimentais.

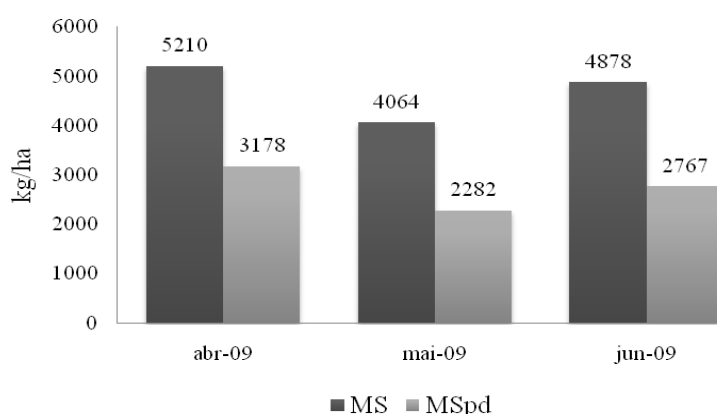


Figura 2 – Massa de matéria seca total (MS) e MS potencialmente digestível (MSpd) durante os períodos experimentais.

A amostragem para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais foi obtida via simulação manual de pastejo também no décimo quarto dia de cada período experimental. As amostras foram secas sob ventilação forçada (60°C), processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e, posteriormente, acondicionadas em recipientes previamente identificados para análises. Durante o ensaio de digestibilidade a simulação manual de pastejo foi realizada no oitavo dia (42º do desempenho produtivo).

Para avaliações das características nutricionais foram utilizadas as mesmas novilhas e área do desempenho produtivo. O ensaio de digestibilidade teve duração de 9 dias, com início no 35º dia do desempenho produtivo e término no 43º dia, sendo os seis primeiros dias de adaptação aos indicadores externos óxido crômico (estimar excreção fecal) e dióxido de titânio (estimar consumo do suplemento) e os três últimos de coleta de fezes em horários diferenciados, 15h00, 10h00 e 7h00.

Foram fornecidos 10 gramas do indicador óxido crômico por animal por dia, introduzidos com auxílio de um aplicador via esôfago às 9h00 e 10 gramas do indicador dióxido de titânio por animal por dia misturado ao suplemento múltiplo.

As fezes foram coletadas imediatamente após a defecação dos animais ou diretamente no reto, em quantidades aproximadas de 200g, identificadas individualmente e secas em estufa com circulação forçada de ar (60°C). Após esse período, as amostras foram processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e elaborou-se amostras compostas dos três dias de coleta.

No 9º dia do ensaio de digestibilidade foi realizada, quatro horas após o fornecimento do suplemento, coleta de amostra “spot” de urina (10mL) em micção espontânea dos animais (Valadares et al., 1999). Após a coleta, as amostras de urina foram diluídas em 40 mL de H₂SO₄ (0,036N) e armazenadas a -20°C para posterior quantificação dos teores de creatinina, uréia e derivados de purina.

As amostras de forragem, fezes e ingredientes utilizados para produção do suplemento, processadas em moinho com peneira de 1 mm, foram avaliadas quanto aos teores de MS, matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) de acordo com as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002); FDN segundo descrições de Mertens (2002), utilizando-se α -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio; as correções para proteína e cinzas na FDN seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente.

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos conforme a equação proposta por Detmann & Valadares Filho (2010):

$$CNF = 100 - [MM + EE + FDN_{cp} + (PB - PBu + U)]$$

em que: CNF = teor de carboidratos não fibrosos; MM = teor de matéria mineral; EE = teor de extrato etéreo; FDN_{cp} = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB = teor de proteína bruta; PBu = teor de proteína bruta oriunda da uréia; e U = teor de uréia. Todos os termos são expressos como % da MS.

As amostras fecais foram avaliadas quanto aos teores de dióxido de titânio segundo técnica colorimétrica descrita por Titgemeyer et al. (2001) e óxido crômico em espectrofotômetro de absorção atômica conforme metodologia descrita por Willians et al. (1962). A excreção fecal foi estimada por intermédio da relação entre dose e concentração fecal do óxido crômico.

Para estimativa do consumo voluntário de forragem foi utilizado o indicador interno FDNi segundo Detmann et al. (2001), quantificado por procedimentos de incubação *in situ* com sacos de Ankon® (F57) por 288 horas nas amostras processadas a 2 mm. A estimativa foi realizada com a seguinte equação:

$$CIMSP = \frac{[(EF \times CIFz) - IS]}{CIFO}$$

em que: CIMSP = consumo individual de MS de pasto (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); CIFz = concentração da FDNi nas fezes (kg/kg); IS = consumo de FDNi a partir do suplemento (kg/dia) e CIFO = concentração da FDNi na forragem (kg/kg).

A estimativa do consumo individual de suplemento foi obtida através da seguinte equação:

$$CISup = \frac{(EF \times CIFz)}{IFG} \times SupFG$$

em que: CISup = consumo individual de suplemento (g/dia); EF = excreção fecal (g/dia); CIFz = concentração do dióxido de titânio nas fezes (g/g); IFG = dióxido de titânio presente no suplemento fornecido ao grupo de animais (g/dia); SupFG = quantidade de suplemento fornecida ao grupo de animais (g/dia).

O consumo de MS total (kg/dia) foi estimado pela somatória do CIMSP e CISup.

As amostras de forragem coletadas para avaliação da massa momentânea em determinado período experimental foram avaliadas quanto aos teores de MS, FDN e FDNi conforme descrito anteriormente. O percentual de MS potencialmente digestível (MSpd) na forragem em cada período experimental foi estimado segundo Paulino et al. (2008):

$$MSpd = 0,98 \times (100 - FDN) + (FDN - FDNi)$$

em que: MSpd = teor de MS potencialmente digestível na forragem (% da MS); 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeiro do conteúdo celular; e FDN e FDNi = teores de FDN e FDNi na forragem, respectivamente (% da MS).

As amostras de urina, depois de descongeladas, foram analisadas quanto aos teores de creatinina, segundo o método de Jaffé modificado; ácido úrico, por método

enzimático-colorimétrico com fator clareante de lípidos; alantoína, segundo método colorimétrico descrito por Chen & Gomes (1992); e uréia pelo método Urease/GLDH.

O volume total urinário foi estimado por intermédio da relação entre excreção diária de creatinina em função do peso corporal e concentração de creatinina na urina. A excreção de creatinina por unidade de peso corporal foi obtida segundo equação (Chizzotti et al., 2006):

$$EC = 32,27 - 0,01093 \times PC$$

em que: EC = excreção diária de creatinina (mg/kg PV); e PC = peso corporal (kg).

A excreção urinária diária de uréia foi estimada pelo produto entre sua concentração nas amostras “spot” de urina e o valor estimado do volume urinário.

A excreção de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina.

As purinas absorvidas foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas por intermédio da equação (Barbosa et al., 2011):

$$PA = \frac{DP - 0,301 \times PC^{0,75}}{0,80}$$

em que: PA = purinas absorvidas (mmol/dia); DP = excreção de derivados de purinas (mmol/dia); 0,301 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico ($PC^{0,75}$); e 0,80 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados microbianos foi estimada em função das PA utilizando a equação descrita por Chen & Gomes (1992):

$$N_{mic} = \frac{70 \times PA}{0,83 \times R \times 1000}$$

em que: N_{mic} = fluxo de compostos nitrogenados microbianos no intestino delgado (g/dia); R = relação $N_{RNA}:N_{TOTAL}$ nas bactérias; 70 = conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol); e 0,83 = digestibilidade intestinal das purinas microbianas. Adotou-se a relação $N_{RNA}:N_{TOTAL}$ de 0,134, conforme Valadares et al. (1999).

O experimento foi analisado em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos (suplemento mineral e quatro níveis de fornecimento de suplemento múltiplo) e seis repetições. Após a análise de variância, os tratamentos foram comparados por intermédio da decomposição ortogonal da soma de quadrados de tratamentos em efeitos de ordem linear, quadrática, cúbica e de quarto grau relativo ao efeito do nível de suplementação, com posterior ajuste de equações de regressão linear.

Os procedimentos estatísticos foram conduzidos por intermédio do PROC GLM do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2), adotando-se 0,10 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I e o peso corporal como covariável.

Resultados e Discussão

Os valores de massa de MS e MSpd do pasto em todos os períodos experimentais (três períodos de 28 dias cada) são apresentados na Figura 2. No sistema de produção de bovinos criados a pasto a base da alimentação é a forragem que é selecionada e colhida pelo próprio animal. Para o máximo desempenho produtivo há necessidade de disponibilidade de MS que permita ao animal optar por material de maior valor nutritivo aumentando o consumo de volumoso.

A massa média de MS de 4717 kg/ha que correspondeu a 72,8 g/kg do peso corporal (PC) está dentro do intervalo de 70 a 110 g/kg de PC de oferta de forragem para obtenção de alto GMD sem afetar demasiadamente o ganho por área (Barbosa et al., 2006).

Para Paulino et al. (2008), a interpretação da forragem disponível ao pastejo como recurso nutricional basal deve ser conduzida sob a ótica da fração potencialmente convertível em produto animal que pode ser alcançado pela aplicação do conceito de MSpd, pois integra quantidade e qualidade independente da época do ano. Neste trabalho (Figura 2) observou-se uma média de 2742 kg/ha de MSpd que correspondeu a uma oferta de 42,4 g/kg do PC e encontra-se dentro da recomendação de Paulino et al. (2004) de 40 a 50 g/kg do PC dos animais de oferta de MSpd de pasto para um desempenho satisfatório.

Os componentes morfológicos do pasto são apresentados na Figura 3. Em seu procedimento de alimentação, os herbívoros têm o desafio de se alimentarem de um recurso que é complexo e dinâmico no tempo e no espaço, pois uma mesma planta tem sua estrutura e composição modificadas ao longo do tempo como fruto de sua fenologia e resposta ao meio ambiente.

À medida que avançou o período experimental e aproximou-se o início do período seco do ano, aumentou o percentual de lâmina foliar seca e colmo+bainha seco, ou seja, material de baixo valor nutritivo. Segundo Cabral et al. (2011), das características estruturais do dossel apenas a massa de forragem verde (MSV) composta por lâmina foliar verde e colmo+bainha verde, apresenta correlação forte e positiva com o desempenho dos animais, que neste estudo foram respectivamente, 822 e 1559 kg MS/ha, superior ao mínimo de 2000 kg MSV/ha recomendado por Mannelje e Ebersohn (1980) para que gramíneas tropicais não limitem o consumo e desempenho animal. Contudo, está abaixo do proposto por Machado et al. (2008) de ofertas de 80 a 120 g/kg de PC em folhas verdes para maximizar o ganho animal com uma boa qualidade da dieta.

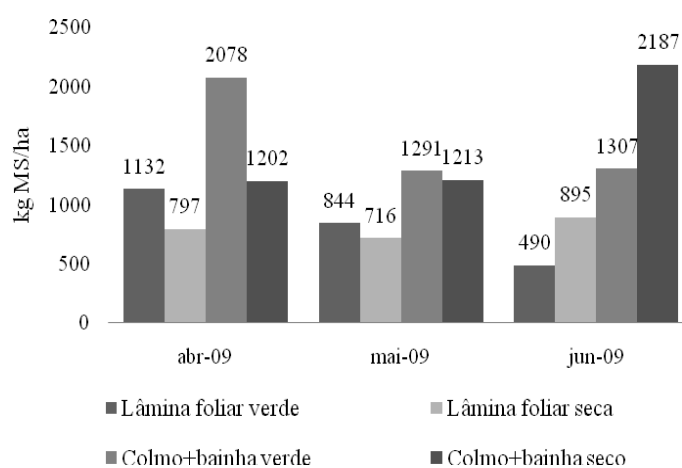


Figura 3 – Massa dos componentes morfológicos (kg MS/ha) do pasto durante os períodos experimentais.

O ganho médio diário (GMD) apresentou efeito quadrático ($P < 0,10$) para os diferentes níveis de suplementação múltipla (Tabela 2). O máximo GMD estimado de 489,4 g ocorreu para o nível de fornecimento de 1,05 kg de suplemento múltiplo por animal por dia e o desempenho foi aproximadamente 32% superior ao das novilhas que receberam apenas suplemento mineral.

O GMD do máximo desempenho foi similar ao encontrado por Barros et al. (2011a), ofertando 1 kg/dia de suplemento com 250 g PB/kg, para novilhas em *Brachiaria decumbens* no período de transição seca-águas. Por outro lado, Moraes (2010), suplementando novilhas no período de transição águas seca com suplemento com 400 g PB/kg na proporção de 840 g/animal/dia, encontrou GMD de 478 g.

Tabela 2 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q), cúbica (C) e quártico (Qt) para peso corporal inicial (PCI) em kg, peso corporal final (PCF) em kg e ganho médio diário (GMD) em g em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | CV (%) | Valor – P | | | |
|------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | | L | Q | C | Qt |
| PCI | 301,4 | 297,3 | 307,4 | 301,9 | 307,2 | | | | | |
| PCF ¹ | 331,1 | 339,0 | 339,1 | 341,6 | 332,1 | 1,6 | 0,5225 | 0,0029 | 0,5804 | 0,3023 |
| GMD ² | 369,6 | 464,1 | 464,4 | 494,8 | 381,8 | 15,1 | 0,5225 | 0,0029 | 0,5804 | 0,3023 |

¹ $\hat{Y} = 331,0 + 19,4x - 9,2571x^2$ ($R^2 = 0,8810$); ² $\hat{Y} = 369,5 + 228,1x - 108,4445x^2$ ($R^2 = 0,8975$)

A composição da dieta pode ser visualizada na Tabela 1. O teor médio de 72 g PB/kg de MS da forragem (Tabela 1) é o limite mínimo necessário para manter o crescimento microbiano e promover a digestão de carboidratos fibrosos de forragem de baixa qualidade, conforme relatado por Lazzarini et al. (2009), mas está abaixo do nível de 10 g PB/kg (Lazzarini et al., 2009; Sampaio et al., 2009) que otimiza a utilização dos substratos energéticos da forragem, explicando o menor desempenho dos animais recebendo somente suplemento mineral. O fornecimento adicional de proteína via suplemento múltiplo otimiza o desempenho dos animais, destacando a importância de seu uso, porque além da deficiência de compostos nitrogenados que apresenta natureza prioritária, as carências nutricionais são de natureza múltipla.

Tonello et al. (2011) utilizaram a meta-análise para avaliar os efeitos da suplementação sobre o desempenho de bovinos de corte em pastagens no Brasil em diferentes épocas do ano e apenas 12% dos trabalhos (entre os anos de 1999 e 2007) ocorreram na transição águas/secas, e destes, 33,33% dos dados de ganho médio apresentaram-se acima de 0,40 kg/dia e não foram observados valores negativos.

Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,10$) dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo sobre os consumos de MS, MO, PB, EE, CNF e NDT e não houve efeito ($P > 0,10$) para os consumos de MS do pasto (MSP), MO do pasto (MOP), FDNcp e FDNi (Tabela 3).

O efeito linear para os consumos de MS e MO e o não efeito para os consumos de MSP e MOP demonstra que não ocorreu efeito substitutivo do consumo de suplemento sobre o consumo de forragem o que seria positivo se o desempenho também fosse linear crescente, o que não ocorreu. Este contexto remete à possibilidade de um desbalanço nutricional.

Os perfis crescentes dos consumos de PB, EE e CNF ocorreram pelo aumento do fornecimento de suplemento múltiplo nos diferentes tratamentos e este foi a maior fonte destes nutrientes (Tabela 1) comparativamente ao pasto. Verificou-se um incremento de 101%, 48% e 67%, respectivamente, para a ingestão de PB, EE e CNF do nível de 2 kg de fornecimento de suplemento múltiplo comparativamente ao tratamento controle (suplemento mineral *ad libitum*).

Tabela 3 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q), cúbica (C) e quártico (Qt) para os consumos de matéria seca total (MS), MS de pasto (MSP), matéria orgânica (MO), MO de pasto (MOP), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), FDND (FDN digerida), relação NDT/PB e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | | Valor – P | | | | |
|---------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|--------|--------|--------|--|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | CV (%) | L | Q | C | Qt | |
| | kg/dia | | | | | | | | | | |
| MS ¹ | 6,76 | 6,76 | 7,50 | 7,84 | 8,01 | 12,5 | 0,0060 | 0,9598 | 0,4502 | 0,6604 | |
| MSP | 6,76 | 6,35 | 6,59 | 6,41 | 6,21 | 13,1 | 0,3491 | 0,9876 | 0,5432 | 0,6182 | |
| MO ² | 6,18 | 6,20 | 6,91 | 7,24 | 7,41 | 13,5 | 0,0036 | 0,9584 | 0,4462 | 0,6630 | |
| MOP | 6,18 | 5,81 | 6,03 | 5,86 | 5,67 | 13,1 | 0,3491 | 0,9876 | 0,5432 | 0,6182 | |
| PB ³ | 0,50 | 0,60 | 0,77 | 0,91 | 1,01 | 13,1 | <0,0001 | 0,9109 | 0,3460 | 0,7911 | |
| EE ⁴ | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 12,5 | <0,0001 | 0,9367 | 0,3915 | 0,7105 | |
| CNF ⁵ | 1,20 | 1,33 | 1,62 | 1,85 | 2,00 | 12,6 | <0,0001 | 0,9254 | 0,3687 | 0,7428 | |
| FDNcp | 4,38 | 4,20 | 4,45 | 4,43 | 4,36 | 12,9 | 0,7926 | 0,9789 | 0,5115 | 0,6294 | |
| FDNi | 1,45 | 1,37 | 1,44 | 1,42 | 1,39 | 13,0 | 0,7880 | 0,9828 | 0,5252 | 0,6242 | |
| FDND | 2,915 | 2,782 | 2,952 | 2,822 | 2,772 | 14,3 | 0,6588 | 0,8372 | 0,6891 | 0,4959 | |
| NDT ⁶ | 3,99 | 4,06 | 4,66 | 5,03 | 5,14 | 14,0 | 0,0005 | 0,8804 | 0,3501 | 0,7232 | |
| NDT/PB ⁷ | 7,89 | 6,788 | 6,057 | 5,488 | 5,077 | 5,2 | <0,0001 | 0,0050 | 0,6188 | 0,8529 | |
| | g/kg de peso corporal | | | | | | | | | | |
| MS ⁸ | 20,14 | 20,23 | 22,00 | 23,04 | 23,89 | 12,4 | 0,0071 | 0,8507 | 0,6006 | 0,7534 | |
| MSP | 20,14 | 19,04 | 19,33 | 18,83 | 18,48 | 12,7 | 0,2708 | 0,8481 | 0,6992 | 0,7089 | |
| MO ⁹ | 18,42 | 18,56 | 20,26 | 21,29 | 22,13 | 12,5 | 0,0044 | 0,8511 | 0,5965 | 0,7561 | |
| MOP | 18,42 | 17,41 | 17,68 | 17,21 | 16,90 | 12,7 | 0,2708 | 0,8480 | 0,6994 | 0,7089 | |
| FDNcp | 13,06 | 12,57 | 13,04 | 13,00 | 13,00 | 12,5 | 0,8833 | 0,8478 | 0,6656 | 0,7210 | |
| FDNi | 4,31 | 4,12 | 4,23 | 4,17 | 4,14 | 12,6 | 0,6843 | 0,8478 | 0,6801 | 0,7155 | |

¹ $\hat{Y} = 6,7 + 0,7150x$ ($r^2 = 0,9193$); ² $\hat{Y} = 6,1 + 0,7028x$ ($r^2 = 0,9282$); ³ $\hat{Y} = 0,5 + 0,2661x$ ($r^2 = 0,9907$); ⁴ $\hat{Y} = 0,09 + 0,0236x$ ($r^2 = 0,9783$); ⁵ $\hat{Y} = 1,18 + 0,4248x$ ($r^2 = 0,9857$); ⁶ $\hat{Y} = 3,9 + 0,6559x$ ($r^2 = 0,9370$); ⁷ $\hat{Y} = 7,9 - 2,3x + 0,4411x^2$ ($R^2 = 0,9990$); ⁸ $\hat{Y} = 19,8 + 2,0533x$ ($r^2 = 0,9530$); ⁹ $\hat{Y} = 18,1 + 2,0286x$ ($r^2 = 0,9587$)

Em contrapartida, os consumos de FDNcp, FDNi e FDND apresentaram o mesmo perfil ($P > 0,10$) do CMSP (Tabela 3), pois a fonte primordial destas frações era o pasto.

Apesar do aumento do consumo de FDN_{cp} via suplemento que possui característica de rápida degradação da fração potencialmente degradável (FDN_{pd}), este representou apenas 7,8% do consumo total deste componente.

Os níveis médios de PB na dieta, calculados a partir da razão entre o consumo total de PB (pasto e suplemento) e o consumo total de MS foram de 74; 89; 103; 116 e 124 g/kg, respectivamente, para os tratamentos 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg suplemento/animal/dia e o consumo de NDT em relação ao consumo total de MS pode ser visualizado na Tabela 4.

Embora o efeito quadrático sobre o ganho de peso em animais recebendo níveis crescentes de energia seja freqüentemente relatado na literatura (Pardo et al., 2003), quando se usa suplementos protéicos espera-se que o comportamento quadrático ocorra em níveis de suplementação mais elevados, devido ao fato da elevação do teor de PB reduzir o efeito negativo da alta quantidade de carboidratos não fibrosos ao ambiente ruminal (Valente, 2009).

A relação NDT/PB pode ser visualizada na Tabela 3. Na Figura 4 observa-se a relação NDT/PB de acordo com o nível de consumo de suplemento múltiplo pelas novilhas nos diferentes tratamentos.

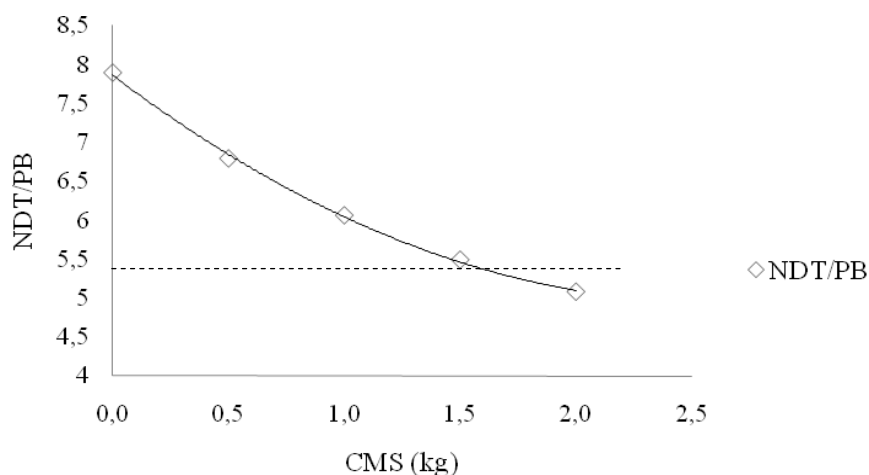


Figura 4 – Relação entre nível de nutrientes digestíveis totais e de proteína bruta (NDT/PB) de acordo com o consumo de suplemento múltiplo nos diferentes tratamentos. A linha pontilhada representa a relação NDT/PB ditada pela exigência nutricional para manutenção e ganho de 0,5 kg/dia segundo dados de Valadares Filho et al. (2010).

Mesmo em condições tropicais, com a utilização de recursos basais de baixa qualidade, a regulação do consumo voluntário não pode ser definida exclusivamente por

um único mecanismo regulador, mecanismos físicos como a repleção ruminal atuam em conjunto com mecanismos fisiológicos ou metabólicos (Detmann et al., 2003).

A razão entre proteína metabolizável e energia metabolizável, na Figura 4 representada pela relação NDT/PB, constitui um dos fatores determinantes do consumo (Illius & Jessop, 1996), e os ajustes realizados pelo animal à respeito do aumento ou diminuição da utilização da fibra (digestibilidade da FDN_{cp}, Tabela 4) e diminuição no consumo indica mecanismos adaptativos para redução de fatores de desconforto por excesso de energia na dieta (Forbes, 2003). Nestes casos, o excesso de energia seria eliminado por ciclos fúteis no metabolismo animal (Leng, 1990; Poppi e McLennan, 1995).

A ação de mecanismos metabólicos de regulação de consumo também são verificadas sob condições excessivas de nitrogênio no ambiente ruminal, com excesso de amônia direcionada ao fígado e maior síntese de uréia. Desta forma há um aumento do gasto energético hepático e, conseqüentemente, uma redução no desempenho produtivo, pois o excesso de metabolismo hepático contribui para a redução da razão energia líquida (EL)/energia metabolizável (EM) por elevar o incremento calórico (Detmann et al., 2010).

Segundo Valadares Filho et al. (2010) a relação NDT/PB ditada pela exigência nutricional para manutenção e ganho de 0,5 kg/dia (Figura 4) é de 5,3, valor próximo ao encontrado neste trabalho para o maior GMD.

Neste contexto, nos dois extremos de relação NTD/PB (Tabela 3 e Figura 4) observou-se uma diminuição do desempenho (Tabela 2), explicando o comportamento quadrático com os diferentes níveis de fornecimento de suplemento múltiplo. Destaca-se que Detmann et al. (2010) analisaram forragem colhido em pastagens tropicais sob manejo contínuo e observaram que a maioria dos dados apresentaram relação NDT/PB acima daquelas demandadas pelos animais.

A suplementação permitiu um aumento do teor de PB na dieta o que ampliou o equilíbrio dietético e possibilitou maiores GMD.

Na Tabela 4 encontram-se as estimativas dos coeficientes de digestibilidade aparente total dos constituintes da dieta em função dos diferentes tratamentos. Houve efeito linear crescente ($P < 0,10$) dos níveis de suplementação múltipla sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MO, PB, EE, CNF e NDT e a digestibilidade aparente da MS não foi diferente ($P > 0,10$) entre os tratamentos.

As digestibilidades de PB, EE e CNF mostraram perfis lineares crescentes devido ao efeito de diluição da fração metabólica fecal resultante do maior consumo destas

frações com o aumento do fornecimento de suplemento múltiplo (Tabelas 3 e 4). Adicionalmente, a digestibilidade aparente da proteína pode ter sido ampliada por maiores perdas de N ruminal (Barros et al., 2011b). Os microrganismos obtêm N proveniente da dieta e reciclado resultando na diminuição da proporção de N endógeno nos compostos nitrogenados fecais à medida que a ingestão de N aumenta (Valadares et al., 1997a; Cabral et al., 2006).

Tabela 4 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q), cúbica (C) e quártico (Qt) para a digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não-fibrosos (DCNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp) e para os níveis de nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | CV (%) | Valor – P | | | |
|---------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | | L | Q | C | Qt |
| DMS | 60,95 | 61,31 | 62,21 | 63,12 | 61,78 | 3,8 | 0,2580 | 0,3474 | 0,3616 | 0,8336 |
| DMO ¹ | 64,34 | 65,03 | 66,06 | 67,39 | 66,75 | 3,2 | 0,0133 | 0,4671 | 0,4002 | 0,7561 |
| DPB ² | 51,02 | 55,20 | 61,45 | 62,28 | 64,62 | 5,7 | <0,0001 | 0,1017 | 0,9082 | 0,2444 |
| DEE ³ | 7,31 | 10,91 | 31,73 | 36,40 | 50,35 | 33,4 | <0,0001 | 0,7712 | 0,5994 | 0,1250 |
| DCNF ⁴ | 65,76 | 71,29 | 71,07 | 74,36 | 77,23 | 5,1 | <0,0001 | 0,7517 | 0,2713 | 0,3012 |
| DFDNcp ⁵ | 65,95 | 66,36 | 66,32 | 66,91 | 63,37 | 3,8 | 0,0694 | 0,0805 | 0,1799 | 0,5499 |
| NDT ⁶ | 58,96 | 60,04 | 62,10 | 64,02 | 64,13 | 3,2 | <0,0001 | 0,5017 | 0,2938 | 0,9351 |

¹/ $\hat{Y} = 64,49 + 1,4357x$ ($r^2 = 0,8378$); ²/ $\hat{Y} = 52,06 + 6,8548x$ ($r^2 = 0,9294$); ³/ $\hat{Y} = 4,21 + 22,1974x$ ($r^2 = 0,9775$); ⁴/ $\hat{Y} = 66,75 + 5,2020x$ ($r^2 = 0,9241$); ⁵/ $\hat{Y} = 65,67 + 3,23x - 2,0771x^2$ ($R^2 = 0,7621$); ⁶/ $\hat{Y} = 58,99 + 2,8640x$ ($r^2 = 0,9494$)

Houve efeito quadrático do nível de suplemento múltiplo sobre a digestibilidade da FDNcp ($P < 0,10$), apesar da pequena amplitude encontrada de 63,37% a 66,91%. Mas este fato torna-se importante, pois evidencia que existe um nível de suplementação (0,78 kg) que maximiza a digestibilidade da FDNcp (66,93%). Esta fração responde, em média, por 60 a 80% da MS de forragens tropicais, sendo a fonte energética de menor custo para os sistemas de produção de bovinos nos trópicos (Detmann et al., 2004).

Sampaio et al. (2009) encontraram uma taxa de degradação da FDN potencialmente degradável positiva e linearmente associada com níveis de PB na dieta e Satter & Slyter (1974) afirmaram que o rendimento microbiano, que está diretamente relacionada à velocidade de utilização da energia dos substratos, aumenta linearmente até níveis próximos de 13-14% de PB. Esse padrão não foi encontrado neste trabalho.

O efeito linear crescente sobre o NDT ocorreu pelo aumento da ingestão dos componentes de rápida digestibilidade (PB, EE e CNF), pois, não houve efeito sobre o consumo de FDND (Tabela 3).

A excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU – g/dia) apresentou perfil linear positivo para os níveis de suplementação.

A uréia é a forma de excreção do metabolismo de N pelos mamíferos, sendo que ocorre com gasto de energia. Portanto, à medida que aumentou o nível de suplementação houve incremento da perda de N.

Não houve efeito dos níveis de suplementação sobre o fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC – g/dia), mas a eficiência de síntese microbiana (EFM) expressa como g PBmic/kg NDT consumido e o fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR – g/g de nitrogênio ingerido) apresentaram perfis lineares negativos.

O não efeito dos níveis de suplementação sobre o NMIC ($P > 0,10$) está de acordo com o NRC (2001), pois nas situações nas quais há carência de compostos nitrogenados no rúmen ocorre ganho líquido de nitrogênio no sistema via reciclagem. Lazzarini et al. (2009), Sampaio et al. (2010), Figueiras et al. (2010) e Souza et al. (2010) também não encontraram efeito da suplementação em condições tropicais sobre o NMIC. A média de NMIC de 86,42 g/dia deste trabalho está próximo ao valor de 85,98 g/dia encontrado por Barros et al. (2011b).

Tabela 5 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q), cúbica (C) e quártico (Qt) para excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU – g/dia), fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC – g/dia), eficiência de síntese microbiana (EFM) expressa como g PBmic/kg NDT consumido e fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR – g/g de nitrogênio ingerido) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | CV (%) | Valor – P | | | |
|--------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | | L | Q | C | Qt |
| NUU ¹ | 26,18 | 28,25 | 57,71 | 65,30 | 71,51 | 24,6 | <0,0001 | 0,5012 | 0,1135 | 0,1500 |
| NMIC | 84,11 | 87,84 | 88,70 | 88,19 | 83,26 | 10,7 | 0,9224 | 0,2968 | 0,9090 | 0,9193 |
| EFM ² | 135,92 | 144,40 | 123,71 | 110,46 | 104,18 | 17,6 | 0,0070 | 0,5903 | 0,2607 | 0,6963 |
| NMICR ³ | 1,04 | 0,92 | 0,73 | 0,61 | 0,53 | 17,8 | <0,0001 | 0,5626 | 0,6047 | 0,7576 |

¹ $\bar{Y} = 26,1 + 23,0230x$ ($r^2 = 0,8782$); ² $\bar{Y} = 140,51 - 14,1548x$ ($r^2 = 0,7602$); ³ $\bar{Y} = 1,05 - 0,2333x$ ($r^2 = 0,9943$)

O efeito linear negativo dos níveis de suplementação sobre a EFM não se deve à menor produção microbiana e sim ao maior consumo de NDT (Tabela 3), uma vez que a EFM é a razão entre a produção de PB microbiana e consumo de NDT (kg), corroborando com os resultados de Valente (2009) que encontrou maior EFM para os animais controle.

Os animais controle apresentaram NMICR de 1,04 indicando déficit protéico na dieta e reciclagem de N para manutenção da atividade microbiana no rúmen.

Lazzarini et al. (2009) verificou que a ingestão de nitrogênio foi menor que o NMIC no nível mais baixo de PB da dieta (52,8 g PB/kg) e a avaliação do NMICR usando a equação de regressão em função dos níveis de PB na dieta indicou que as estimativas dessas variáveis tornou-se equivalentes entre si em 71,3 g PB/kg.

Neste trabalho as estimativas das variáveis ingestão de nitrogênio e produção de NMIC tornaram-se equivalentes no nível de 0,22 kg de fornecimento de suplemento múltiplo que correspondeu a uma dieta de 81,6 g PB/kg.

Este resultado mostra que uma grande parte dos compostos nitrogenados exigidos pelos microrganismos ruminais pode ser atribuído à reciclagem de uréia da dieta quando os níveis de PB são inferiores a 81,6 g/kg.

Conclusões

Conclui-se que o fornecimento de suplemento múltiplo otimiza o desempenho de novilhas em pastejo no período de transição águas-seca e o fornecimento de 1,0 kg de suplemento múltiplo por animal por dia promove o máximo incremento do ganho de peso.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.89, p.510-519, 2011.
- BARBOSA, M.A.A.F.; NASCIMENTO JR., 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, p.1594-1600, 2006.
- BARROS, L.V.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Replacement of soybean meal by treated castor meal in supplements for grazing heifer during the dry-rainy season period. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.843-851, 2011a.

- BARROS, L.V.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Replacement of soybean meal by cottonseed meal 38% in multiple supplements for grazing beef heifers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.852-859, 2011b.
- CABRAL, C.H.A.; BAUER, M.O.; CARVALHO, R.C. et al. Desempenho e viabilidade econômica de novilhos suplementados nas águas mantidos em pastagem de capim-marandu. **Revista Caatinga**, v.24, p.173-181, 2011.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2406-2412, 2006.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle basid on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details.** Ocasional publication. Buchsburnd Aberdeen. Ed. Rowett Research Institute. 1992. 21p.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F. et al. Consumo, digestibilidade, excreção de uréia e derivados de purina em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, p.1813–1821, 2006.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p. 980-984, 2010.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na estimação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R. et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Brasileira de Zootecnia**. v.32, p.1763-1777, 2003.
- DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S. et al. Validação de equações preditivas da fração indigestível em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1866-1875, 2004.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: VII SIMCORTE, 2010. p.191-240.
- FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake and digestibility in cattle under grazing supplemented with nitrogenous compounds during dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1303-1312, 2010.
- FORBES, J.M. The multifactorial nature of food intake control. **Journal of Animal Science**, v.81, p. E139–E144, 2003.
- ILLIUS, A.W.; JESSOP, N.S. Metabolic Constraints on voluntary intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3052–3062, 1996.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2021-2030, 2009.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, p.277-303, 1990.

- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MACHADO, L.A.Z.; FABRÍCIO, A.C.; GOMES, A. et al. Desempenho de animais alimentados com lâminas foliares, em pastagem de capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1609-1616, 2008.
- MANNETJE, L.; EBERSOHN, J.P. Relations between sward characteristics and animal production. **Tropical Grasslands**, v.14, p.273-280, 1980.
- MAQUIVAR, M.; DAY, M.L. Regulação nutricional da puberdade. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 13., 2009, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia: UNESP, 2009. p.143-158.
- MORAES, A.L. **Desempenho de novilhas Nelore submetidas a níveis de proteína bruta no período de transição água-seca**. 2010. 55p. (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2010.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1408-1418, 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., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: IV SIMCORTE, 2004. p.93-139.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: VI SIMCORTE, 2008. p.275-305.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.
- RIGOLON, L.P.; PRADO, I.N.; CAVALIERI, F.L.B. et al. Níveis de ingestão de matéria seca sobre metabólitos e hormônios circulantes e hormônios foliculares em novilhas de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, p.367 – 383, 2008.
- SÁ FILHO, M.F.; GIMENES, L.U.; SALES, J.N.S. et al. IATF em novilha. In: 3º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, Londrina, 2008. **Anais...** Londrina: UEL, 2008, p. 54-67.
- SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, p.1471-1479, 2010.
- SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I. et al. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.560-569, 2009.

- SANTOS, J.E.; AMSTALDEN, M. Effects of nutrition on bovine reproduction. **Arquivo Faculdade Veterinária**, v. 26, p.19-79, 1998.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, p.199-208, 1974.
- SEMMELMANN, C.E.N.; LOBATO, J.F.P.; ROCHA, M.G. Efeito de Sistemas de Alimentação no Ganho de Peso e Desempenho Reprodutivo de Novilhas Nelore Acasaladas aos 17/18 Meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.835-843, 2001.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SOUZA, M.A.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, p.1299-1310, 2010.
- TITGEMEYER; E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**. v.79, p.1059-1063, 2001.
- TONELLO, C.L.; BRANCO, A.F.; TSUTSUMI, C.Y. et al. Suplementação sobre o desempenho de bovinos de corte em pastagens: época do ano. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.373-382, 2011.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidade e balance de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1259-1263, 1997a.
- 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, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2010. 193p.
- VALENTE, E. E. L. **Suplementação de bezerras de corte lactentes e em recria e parâmetros nutricionais de vacas de corte em pastejo**. 2009. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.

CAPÍTULO 2

Níveis de suplementação para novilhas de corte em pastejo no período da seca

Resumo – Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em recria sob pastejo em *Brachiaria decumbens* Stapf. no período da seca. A área experimental constituiu-se de cinco piquetes de 2,5 hectares cada, com disponibilidade média de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) de 1533 kg/ha. Os animais experimentais foram 30 novilhas mestiças com predominância de sangue zebuino com idade e peso médio inicial de 22 meses e 339±5 kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em suplemento mineral (tratamento controle) e fornecimento de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg/animal/dia de suplemento múltiplo com 300 g de proteína bruta (PB)/ kg de matéria seca (MS). Verificou-se no padrão descritivo das médias dos mínimos quadrados uma tendência de estabilização do GMD a partir do fornecimento de 0,98 kg de suplemento múltiplo. Os consumos de MS, matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) apresentaram relação linear crescente ($P < 0,10$) com os níveis de fornecimento de suplemento múltiplo. As médias dos coeficientes de digestibilidade aparente das diferentes frações da dieta apresentaram um padrão *linear-response-plateau* (LRP). O fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC - g/dia) apresentou perfil linear positivo para os níveis de suplementação. Conclui-se que a suplementação múltipla otimiza o desempenho de novilhas em pastejo no período da seca e o fornecimento de 1,0 kg de suplemento múltiplo por animal por dia promove o máximo incremento do ganho de peso.

Palavras chave: ganho de peso, parâmetros nutricionais, suplemento múltiplo

Levels of supplementation for grazing beef heifers during the dry season

Abstract – The objective was to evaluate the effect of providing different levels of multiple supplement on the nutritional characteristics and productive performance of heifers grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. during the dry period. The experimental area was composed of five 2.5-ha paddocks with availability of potentially digestible dry matter of 1,533 kg/ha. It was used 30 crossbred heifers with predominance of Zebu breed at 19 months of age and body weight of 339 ± 5 kg in a completely randomized experimental design. Treatments consisted of mineral supplement (control treatment) and four levels providing 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 kg/animal/day of multiple supplement with 300 g crude protein (CP)/ kg of dry matter (DM). There was in the least squares means trend stabilization of daily weight gain the supply of 0.98 kg of multiple supplement. The intakes of DM, organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients (TDN) showed increasing linear relationship ($P < 0.10$) with multiple supplement levels. Linear-response-plateau relationships were observed between the coefficients of apparent digestibility of diet fractions and levels of multiple supplementation. The microbial nitrogen flow (g/d) showed positive linear profile for supplementation levels. It is concluded that supplementation multiple optimizes grazing heifers performance during the dry season and supply 1.0 kg of multiple supplement per animal promotes the maximum increment of weight gain.

Key words: weight gain, nutritional parameters, multiple supplement

Introdução

Um sistema de produção de bovinos de corte que visa a sustentabilidade, baseado na viabilidade biológica e econômica, requer a compreensão de diversos fatores relacionados à produção, à implantação e utilização de novas tecnologias e práticas de manejo que estimulem o aumento da produtividade (Figueiredo, 2008).

Contudo, na maioria dos sistemas de produção de gado de corte, a recria de novilhas é muitas vezes prejudicada, em decorrência do crescimento dos machos destinados ao abate, os quais geralmente têm acesso a melhores pastos e ofertas de forragem. Esse é um quadro comum em muitas propriedades rurais e resulta em atraso na idade ao primeiro acasalamento (Neves et al., 2009).

O desenvolvimento do rebanho de cria de acordo com as flutuações de disponibilidade e qualidade dos pastos faz com que os animais tenham crescimento descontínuo, aumentem a idade média ao primeiro serviço e diminuam o índice de prenhez das primíparas. Para melhorar a eficiência biológica do rebanho torna-se necessário que as novilhas atinjam a puberdade e o acasalamento mais cedo, sendo que a importância dessa característica aumenta à medida que o sistema de produção se torna mais intensivo e competitivo (Menegaz et al., 2008). A redução da idade de acasalamento de fêmeas altera a estrutura do rebanho de cria, reduzindo o intervalo entre gerações e diminuindo a participação de animais improdutivos na composição do rebanho.

Embora, tanto substratos energéticos como protéicos possam ser introduzidos no sistema via suplementação, grande parte dos substratos energéticos relativos à fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd) deixam de ser utilizados por deficiência de sistemas enzimáticos microbianos no ambiente ruminal (Paulino et al., 2006), principalmente no período seco do ano. Desta forma a suplementação prioritária com compostos nitrogenados incrementa a atividade microbiana propiciando a ampliação do consumo e extração de energia a partir da forragem (fração FDNpd), como reflexo dos estímulos verificados sobre a taxa e extensão da degradação da FDNpd, com conseqüente redução do efeito de repleção ruminal (Costa et al., 2008).

Todavia, torna-se necessário reconhecer a interação dos componentes da dieta (Detmann et al., 2008), de modo a explorar os efeitos benéficos e/ou minimizar os efeitos deletérios da interação entre os seus constituintes.

Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em

recria sob pastejo em *Brachiaria decumbens* Stapf. no período da seca, preparando-as para a estação de monta subsequente.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa – UFV numa área de 12,5 hectares composta por cinco piquetes para pastejo com lotação contínua, correspondente aos tratamentos, no período de julho a setembro de 2009 no período da seca, com variáveis climáticas conforme a Figura 1.

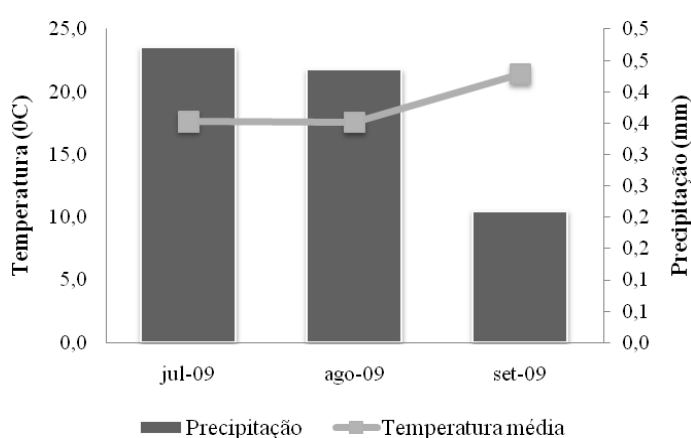


Figura 1 - Precipitação em milímetros (mm) e temperatura média em °C durante o período experimental. (Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola - UFV).

Durante o período experimental foram avaliados o desempenho produtivo, o consumo voluntário, as características nutricionais (digestibilidade e eficiência microbiana), a composição química da forragem e dos suplementos e a estrutura do pasto.

Os tratamentos consistiram em suplemento mineral (tratamento controle) e fornecimento de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg/animal/dia de suplemento múltiplo (Tabela 1) com aproximadamente 300 g de proteína bruta (PB)/ kg de matéria seca (MS) composto por farelo de soja (200g/kg), farelo de algodão (200 g/kg), milho (285 g/kg), sorgo (285 g/kg) e mistura uréia: sulfato de amônio na proporção 9:1 (30 g/kg).

Foram utilizadas 30 novilhas mestiças com predominância de sangue zebuino com idade e peso médio inicial de 22 meses e 339±5 kg, respectivamente, devidamente vacinadas e vermifugadas.

A água foi fornecida *ad libitum*. O suplemento múltiplo foi ofertado às 10h00 ao longo de todo o período experimental em cochos cobertos com acesso pelos dois lados. As novilhas dos tratamentos com suplemento múltiplo em qualquer um dos níveis de fornecimento receberam a mesma quantidade (80g/animal/dia) de suplemento mineral (Composição com base na matéria natural: fosfato bicálcico, 500,00 g/kg; cloreto de sódio, 477,75 g/kg; sulfato de zinco, 14,00 g/kg; sulfato de cobre, 7,00 g/kg; sulfato de cobalto, 0,50 g/kg; iodeto de potássio, 0,50 g/kg e selenito de sódio, 0,25 g/kg). As novilhas do tratamento controle tiveram acesso irrestrito ao suplemento mineral.

Tabela 1 – Composição química do suplemento múltiplo (S. Múltiplo) e *Brachiaria decumbens* Stapf com base na matéria seca (MS) durante os períodos experimentais

| Item | S. Múltiplo | <i>B. decumbens</i> ¹ | | | |
|--------------------|-------------|----------------------------------|------------------------|-----------|--------------|
| | | Período 1 | Período 2 ² | Período 3 | Média |
| | | g/kg | | | |
| Matéria seca | 888,7 | 368,2 | 507,2 | 564,9 | 480,1 ± 58,4 |
| Proteína bruta | 304,9 | 76,6 | 60,5 | 42,1 | 59,7 ± 10,0 |
| Extrato etéreo | 28,6 | 16,0 | 16,9 | 10,3 | 14,4 ± 2,1 |
| FDNcp ³ | 188,2 | 636,5 | 739,7 | 787,3 | 721,2 ± 44,5 |
| Matéria orgânica | 967,2 | 909,3 | 927,9 | 920,0 | 919,1 ± 5,4 |
| CNF ⁴ | 499,9 | 186,0 | 110,7 | 80,3 | 125,7 ± 31,4 |
| Lignina | 15,0 | 48,0 | 63,8 | 66,4 | 59,4 ± 5,7 |

¹ Amostras obtidas por simulação manual de pastejo

² Amostra coletada durante o ensaio de digestibilidade

³ Fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

⁴ Carboidratos não-fibrosos

O experimento foi implementado e conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições por tratamento e três períodos experimentais de 28 dias.

Os animais foram pesados no início e ao final do experimento, sem jejum e após serem submetidos a jejum de líquidos e sólidos de 14 horas, objetivando reduzir as possíveis diferenças quanto ao enchimento do trato digestivo, bem como a cada ciclo de pastejo de 28 dias, sem jejum, de modo a monitorar o desenvolvimento dos animais. O ganho de peso total (GPT) foi quantificado pela diferença entre o peso final e inicial em jejum, sendo o ganho médio diário (GMD) a razão entre o GPT e o número de dias experimentais (84). Os animais foram submetidos ao rodízio de piquetes a cada sete dias, visando minimizar as possíveis diferenças em relação à disponibilidade de forragem e características dos piquetes (localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento).

No décimo quarto dia de cada período experimental foi realizada uma coleta para determinação da massa total de matéria seca/ha. A área a ser amostrada foi demarcada com um quadrado de ferro (vergalhão) de dimensões 0,5 m x 0,5 m, em quatro pontos aleatórios em cada piquete experimental. As amostras foram cortadas rente ao solo com o auxílio de uma tesoura e, posteriormente, foram retiradas alíquotas de cada amostra coletada, sendo confeccionadas amostras compostas para cada piquete. Uma alíquota da amostra composta foi separada em lâmina foliar verde, lâmina foliar seca, colmo+bainha verde e colmo + bainha seco para determinação do percentual dos componentes morfológicos.

Posteriormente, as amostras foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada (60°C), processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e acondicionadas em recipientes previamente identificados para posteriores análises. Procedeu-se à quantificação do teor de MS (Silva & Queiroz, 2002). Na Figura 2 está demonstrada a massa de forragem em função dos períodos experimentais.

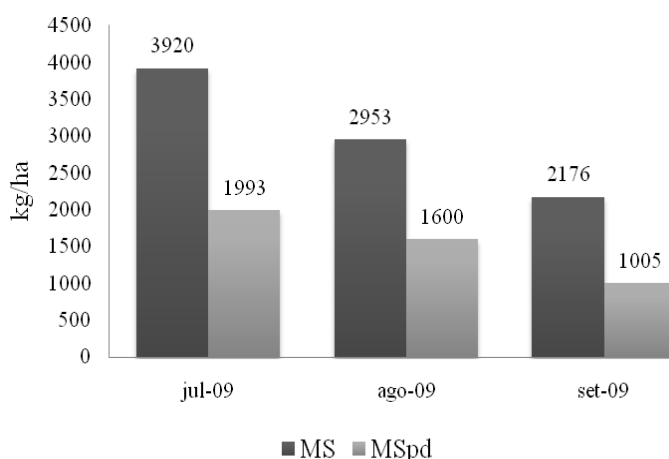


Figura 2 – Massa de matéria seca total (MS) e MS potencialmente digestível (MSpd) durante os períodos experimentais.

A amostragem para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais foi obtida via simulação manual de pastejo também no décimo quarto dia de cada período experimental. As amostras foram secas sob ventilação forçada (60°C), processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e, posteriormente, acondicionadas em recipientes previamente identificados para análises. Durante o ensaio de digestibilidade a simulação manual de pastejo foi realizada no oitavo dia (42º do desempenho produtivo).

Para avaliações das características nutricionais foram utilizadas as mesmas novilhas e área do desempenho produtivo. O ensaio de digestibilidade teve duração de 9

dias, com início no 35º dia do desempenho produtivo e término no 43º dia, sendo os seis primeiros dias de adaptação aos indicadores externos óxido crômico (estimar excreção fecal) e dióxido de titânio (estimar consumo do suplemento) e os três últimos de coleta de fezes em horários diferenciados, 15h00, 10h00 e 7h00.

Foram fornecidos 10 gramas do indicador óxido crômico por animal por dia, introduzidos com auxílio de um aplicador via esôfago às 9h00 e 10 gramas do indicador dióxido de titânio por animal por dia misturado ao suplemento múltiplo.

As fezes foram coletadas imediatamente após a defecação dos animais ou diretamente no reto, em quantidades aproximadas de 200g, identificadas individualmente e secas em estufa com circulação forçada de ar (60°C). Após esse período, as amostras foram processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e elaborou-se amostras compostas dos três dias de coleta.

No 9º dia do ensaio de digestibilidade foi realizada, quatro horas após o fornecimento do suplemento, coleta de amostra “spot” de urina (10mL) em micção espontânea dos animais (Valadares et al., 1999). Após a coleta, as amostras de urina foram diluídas em 40 mL de H₂SO₄ (0,036N) e armazenadas a -20°C para posterior quantificação dos teores de creatinina, uréia e derivados de purina.

As amostras de forragem, fezes e ingredientes utilizados para produção do suplemento, processadas em moinho com peneira de 1 mm, foram avaliadas quanto aos teores de MS, matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) de acordo com as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002); FDN segundo descrições de Mertens (2002), utilizando-se α -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio; as correções para proteína e cinzas na FDN seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente.

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos conforme a equação proposta por Detmann & Valadares Filho (2010):

$$CNF = 100 - [MM + EE + FDN_{cp} + (PB - PBu + U)]$$

em que: CNF = teor de carboidratos não fibrosos; MM = teor de matéria mineral; EE = teor de extrato etéreo; FDN_{cp} = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB = teor de proteína bruta; PBu = teor de proteína bruta oriunda da uréia; e U = teor de uréia. Todos os termos são expressos como % da MS.

As amostras fecais foram avaliadas quanto aos teores de dióxido de titânio segundo técnica colorimétrica descrita por Titgemeyer et al. (2001) e óxido crômico em

espectrofotômetro de absorção atômica conforme metodologia descrita por Willians et al. (1962). A excreção fecal foi estimada por intermédio da relação entre dose e concentração fecal do óxido crômico.

Para estimativa do consumo voluntário de forragem foi utilizado o indicador interno FDNi segundo Detmann et al. (2001), quantificado por procedimentos de incubação *in situ* com sacos de Ankon® (F57) por 288 horas nas amostras processadas a 2 mm. A estimativa foi realizada com a seguinte equação:

$$CIMSP = \frac{[(EF \times CIFz) - IS]}{CIFO}$$

em que: CIMSP = consumo individual de MS de pasto (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); CIFz = concentração da FDNi nas fezes (kg/kg); IS = consumo de FDNi a partir do suplemento (kg/dia) e CIFO = concentração da FDNi na forragem (kg/kg).

A estimativa do consumo individual de suplemento foi obtida através da seguinte equação:

$$CISup = \frac{(EF \times CIFz)}{IFG} \times SupFG$$

em que: CISup = consumo individual de suplemento (g/dia); EF = excreção fecal (g/dia); CIFz = concentração do dióxido de titânio nas fezes (g/g); IFG = dióxido de titânio presente no suplemento fornecido ao grupo de animais (g/dia); SupFG = quantidade de suplemento fornecida ao grupo de animais (g/dia).

O consumo de MS total (kg/dia) foi estimado pela somatória do CIMSP e CISup.

As amostras de forragem coletadas para avaliação da massa momentânea em determinado período experimental foram avaliadas quanto aos teores de MS, FDN e FDNi conforme descrito anteriormente. O percentual de MS potencialmente digestível (MSpd) na forragem em cada período experimental foi estimado segundo Paulino et al. (2008):

$$MSpd = 0,98 \times (100 - FDN) + (FDN - FDNi)$$

em que: MS_{pd} = teor de MS potencialmente digestível na forragem (% da MS); 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeiro do conteúdo celular; e FDN e FDN_i = teores de FDN e FDN_i na forragem, respectivamente (% da MS).

As amostras de urina, depois de descongeladas, foram analisadas quanto aos teores de creatinina, segundo o método de Jaffé modificado; ácido úrico, por método enzimático-colorimétrico com fator clareante de lípidos; alantoína, segundo método colorimétrico descrito por Chen & Gomes (1992); e uréia pelo método Urease/GLDH.

O volume total urinário foi estimado por intermédio da relação entre excreção diária de creatinina em função do peso corporal e concentração de creatinina na urina. A excreção de creatinina por unidade de peso corporal foi obtida segundo equação (Chizzotti et al., 2006):

$$EC = 32,27 - 0,01093 \times PC$$

em que: EC = excreção diária de creatinina (mg/kg PV); e PC = peso corporal (kg).

A excreção urinária diária de uréia foi estimada pelo produto entre sua concentração nas amostras “spot” de urina e o valor estimado do volume urinário.

A excreção de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina.

As purinas absorvidas foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas por intermédio da equação (Barbosa et al., 2011):

$$PA = \frac{DP - 0,301 \times PC^{0,75}}{0,80}$$

em que: PA = purinas absorvidas (mmol/dia); DP = excreção de derivados de purinas (mmol/dia); 0,301 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico ($PC^{0,75}$); e 0,80 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados microbianos foi estimada em função das PA utilizando a equação descrita por Chen & Gomes (1992):

$$N_{mic} = \frac{70 \times PA}{0,83 \times R \times 1000}$$

em que: N_{mic} = fluxo de compostos nitrogenados microbianos no intestino delgado (g/dia); R = relação $N_{RNA}:N_{TOTAL}$ nas bactérias; 70 = conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol); e 0,83 = digestibilidade intestinal das purinas microbianas. Adotou-se a relação $N_{RNA}:N_{TOTAL}$ de 0,134, conforme Valadares et al. (1999).

O experimento foi analisado em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos (suplemento mineral e quatro níveis de fornecimento de suplemento múltiplo) e seis repetições. Após a análise de variância, os tratamentos foram comparados por intermédio da decomposição ortogonal da soma de quadrados de tratamentos em efeitos de ordem linear, quadrática, cúbica e de quarto grau relativo ao efeito do nível de suplementação, com posterior ajuste de equações de regressão linear.

Os procedimentos estatísticos foram conduzidos por intermédio do PROC GLM do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2), adotando-se 0,10 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I e o peso corporal como covariável.

Resultados e Discussão

Os valores de massa de MS e MSpd do pasto em todos os períodos experimentais, três períodos de 28 dias cada, são apresentados na Figura 2.

No sistema de produção de bovinos criados a pasto a base da alimentação é a forragem que é selecionada e colhida pelo próprio animal e para o máximo desempenho produtivo há necessidade de disponibilidade de MS que permita ao animal optar por material de melhor valor nutritivo.

Devido a reconhecida estacionalidade de produção “quali-quantitativa” das forrageiras tropicais, a definição de estratégias de manejo de pastejo baseadas na condição do pasto deverá estabelecer alvos de manejo para cada época do ano, sendo que na época da seca deve-se minimizar a diferenciação morfológica e conviver com a senescência (Paulino et al., 2008).

A massa média de MS de 3016 kg/ha, entre os períodos experimentais, representou 42,8 g/kg de PC das novilhas. A fração MSpd foi de 1533 kg/ha e corresponde à fração potencialmente convertível em produto animal, pois integra quantidade e qualidade independente da época do ano. Paulino et al. (2004) preconizou de 40 a 50 g/kg de PC dos animais de oferta de MSpd de pasto para um desempenho satisfatório.

Neste trabalho a massa média de MSpd foi de 21,7 g/kg de PC, sendo a metade do mínimo recomendado por este autor. Como a MSpd é o recurso basal na alimentação

deste sistema de produção, seu déficit promove a necessidade de recursos suplementares.

O mês de setembro caracterizou-se como a época mais crítica da seca, quando o pasto apresentou menor disponibilidade e proporção de forragem verde e de folhas verdes, menor concentração protéica (410 g PB/ kg MS; Tabela 1) e os animais perderam peso (Tabela 2), corroborando com os dados de Santos et al. (2004).

Os componentes morfológicos do pasto são apresentados na Figura 3. Em seu procedimento de alimentação, os herbívoros têm o desafio de se alimentarem de um recurso que é complexo e dinâmico no tempo e no espaço, pois uma mesma planta tem sua estrutura e composição modificadas ao longo do tempo como fruto de sua fenologia e resposta ao meio ambiente. Na estação seca, a produção forrageira é severamente reduzida, a senescência de folhas e perfilhos, acelerada, e as pastagens tropicais, especialmente aquelas mantidas sob pastejo, apresentam normalmente baixa disponibilidade de forragem de boa qualidade (Santos et al., 2004).

Segundo Cabral et al. (2011) das características estruturais do dossel apenas a massa de forragem verde (kg MSV/ha) composta por lâmina foliar verde e colmo+bainha verde, apresenta correlação forte e positiva com o desempenho dos animais, que neste estudo foram respectivamente, 238 e 468 kg MS/ha, muito aquém do mínimo de 2000 kg/ha recomendado por Mannelje & Ebersohn (1980) e 1000 kg/ha para Euclides (2000).

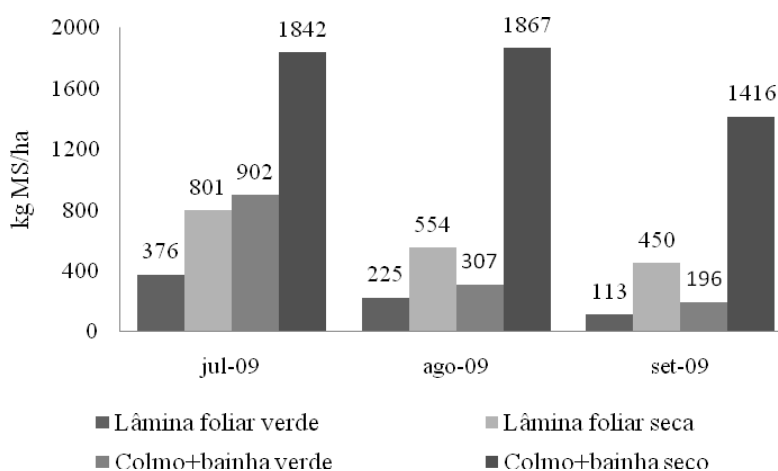


Figura 3 – Massa dos componentes morfológicos do pasto durante os períodos experimentais.

À medida que avançou o período seco do ano, aumentou o percentual de lâmina foliar seca e colmo+bainha seco, ou seja, material morto e de menor valor nutritivo.

Santos et al. (2004) observaram que o ganho de peso dos animais foi influenciado linear e negativamente pela disponibilidade de forragem morta.

A estrutura do pasto é importante na determinação da facilidade com que a forragem é apreendida pelo animal. A porção potencialmente pastejável de um dossel forrageiro corresponde à camada representada pelas lâminas foliares que representam a preferência dos animais.

A composição da dieta pode ser visualizada na Tabela 1. O teor médio de 60 g PB/kg MS da forragem estava abaixo do limite mínimo necessário para manter o crescimento microbiano e promover a digestão de carboidratos fibrosos de forragem de baixa qualidade, conforme relatado por Lazzarini et al. (2009).

O ganho médio diário (GMD) apresentou efeito quadrático ($P < 0,10$) para os diferentes níveis de suplementação múltipla (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q), cúbica (C) e quártico (Qt) para peso corporal inicial (PCI) em kg, peso corporal final (PCF) em kg e ganho médio diário (GMD) em g em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | CV (%) | Valor – P | | | |
|------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | | L | Q | C | Qt |
| PCI | 337,3 | 339,4 | 341,3 | 339,7 | 338,6 | – | – | – | – | – |
| PCF ¹ | 334,0 | 349,7 | 356,5 | 358,9 | 361,5 | 1,6 | <0,0001 | 0,0020 | 0,2468 | 0,9880 |
| GMD ² | -61,3 | 122,7 | 203,5 | 231,7 | 261,2 | 45,0 | <0,0001 | 0,0020 | 0,2468 | 0,9880 |

¹ $\bar{Y} = 334,9 + 30,3x - 8,7429x^2$ ($R^2 = 0,9830$); ² $\bar{Y} = -49,4 + 352,6x - 101,1195x^2$ ($R^2 = 0,9838$)

Contudo, analisando o padrão descritivo das médias de mínimos quadrados observou-se uma diminuição na eficiência de ganho de peso (g GMD/ kg de suplemento) com o aumento do nível de fornecimento de suplemento múltiplo (Tabela 3), com tendência de estabilização do GMD.

Tabela 3 – Incremento no ganho de peso (ΔG) e eficiência de ganho de peso (EFGMD) de acordo com o aumento do fornecimento de suplemento múltiplo, considerando as condições experimentais do presente estudo

| Suplemento múltiplo (kg/dia) | ΔG g | EFGMD g GMD/ kg |
|------------------------------|-----------------|--------------------|
| 0-0,5 | 189 | 368 |
| 0,5-1,0 | 80,8 | 162 |
| 1,0-1,5 | 28,2 | 56 |
| 1,5-2,0 | 29,5 | 59 |

Assim, promoveu-se ajuste com modelo de regressão não linear (Figura 4) como segue:

$$\text{GMD} = G_0 + \Delta \times (1 - e^{-k \times N})$$

em que:

G_0 = ganho médio diário sem suplementação (g/dia);

Δ = potencial de incremento no ganho de peso considerando-se as condições experimentais do presente estudo (g/dia);

k = taxa fracional de alteração no GMD em função da massa de suplemento (kg^{-1});

N = massa do suplemento (kg).

Usando o limite inferior definido pelas propriedades do intervalo de confiança de 0,90 ($IC_{0,90}$) dos parâmetros da função ajustada as respostas no desempenho produtivo se estabilizam ($P > 0,10$) a partir do fornecimento de 0,98 kg de suplemento múltiplo por dia. Portanto, este é o ponto onde o GMD se torna equivalente ($P > 0,10$) ao ganho médio teórico máximo ($\text{GMD}_{\text{Max}} = G_0 + \Delta$).

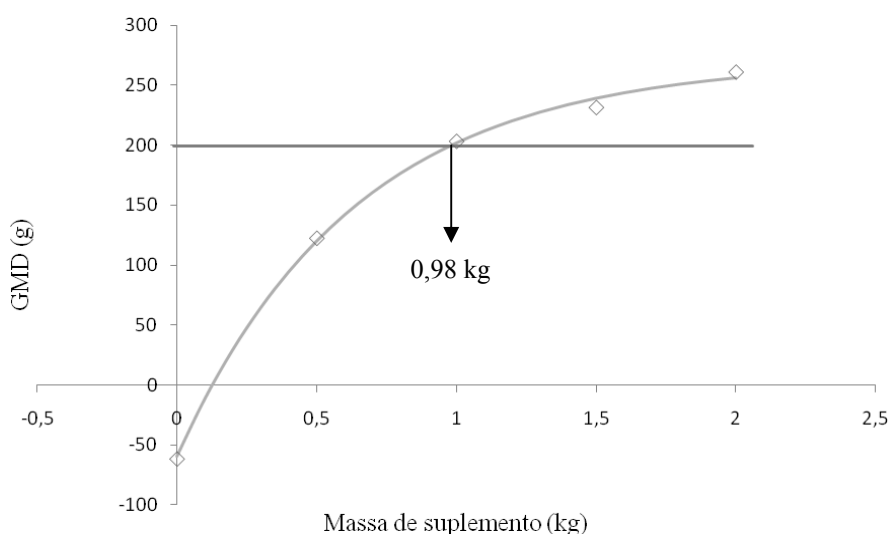


Figura 4 – Relação entre ganho médio diário (GMD - g) e massa (kg) de suplemento múltiplo consumido pelos animais experimentais ($\hat{Y} = -59,1 + 329,4 \times (1 - e^{-1,5706 \times N})$; $R^2 = 0,9857$).

Couto et al. (2010) avaliaram o desempenho produtivo de novilhas em recria durante o período da seca em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf, com suplementação com fontes de energia amilácea ou fibrosa e observaram GMD superior dos animais sob suplementação do que aqueles que receberam apenas mistura mineral

(0,198 vs 0,077 kg/animal/dia). Apesar do pequeno GMD dos animais do tratamento controle, não ocorreu perda de peso como observado neste trabalho, pois, a disponibilidade de MS e teor de PB do pasto foram 5013 kg/ha e 83,1 g/kg, respectivamente, superiores aos valores apresentados aqui.

Apesar dos maiores níveis de suplementação múltipla ofertados neste trabalho, a base da alimentação continuou sendo o pasto. Desta forma, como a forragem foi deficiente quali-quantitativamente prejudicou a ocorrência de ganhos mais expressivos. Isso pode ser confirmado comparando com os dados de Valente (2009) em que novilhas em recria em pastagem com disponibilidade de 2560 kg de MSpd/ha no período seco do ano consumiram 1,214 kg de suplemento por dia com 400 g PB/kg e tiveram GMD de 307 g.

Em pesquisa utilizando meta-análise para avaliar os efeitos da suplementação sobre o desempenho de bovinos de corte em pastagens no Brasil em diferentes épocas do ano, Tonello et al. (2011) observaram que 41% dos trabalhos (entre os anos de 1999 e 2007) ocorreram durante o período de seca, e destes, verificou-se que 21,15% dos dados de ganho diário corrigido estavam abaixo de 0,02 kg/dia e 21,15% acima de 0,40 kg/dia, variabilidade que pode ser explicada por grande alteração do valor nutritivo das forragens tropicais.

As novilhas neste trabalho apresentaram PCF médio de 352 kg (Tabela 2), cumprindo o peso alvo à puberdade de 65% do peso à maturidade para novilhas *Bos indicus* descrito pelo NRC (2000), portanto, estariam aptas para iniciar a vida reprodutiva na estação de monta ao final da segunda seca de suas vidas. Essas fêmeas seriam classificadas como semi-precoces (Paulino et al., 2004), pois o primeiro acasalamento ocorreria aos 25-27 meses de idade, durante a segunda estação de monta após aquelas em que essas estavam sendo amamentadas.

Observou-se efeito linear crescente dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo sobre os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) e não houve efeito ($P > 0,10$) para os consumos de MS do pasto (MSP) e MO do pasto (MOP) em kg/dia, fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), FDN indigestível (FDN_i) e FDN digerida (FDND) (Tabela 4).

O efeito linear para consumo de MS e MO e o não efeito para o consumo de MSP e MOP demonstra que não ocorreu efeito substitutivo do consumo de suplemento sobre o consumo de forragem, em discordância aos resultados de Valente (2009) e Couto et al. (2010). Contudo, sabe-se que o coeficiente de substituição é reduzido à medida que se

reduz a disponibilidade de pasto, uma vez que não se propiciam as condições necessárias para que o consumo de forragem seja maximizado (Minson, 1990).

Tabela 4 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q), cúbica (C) e quártico (Qt) para os consumos de matéria seca total (MS), MS de pasto (MSP), matéria orgânica (MO), MO de pasto (MOP), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), FDN indigestível (FDNi), FDN digerida (FDND) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | CV (%) | Valor – P | | | | |
|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|--------|--------|--------|--|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | | L | Q | C | Qt | |
| | kg/dia | | | | | | | | | | |
| MS ¹ | 4,755 | 5,073 | 5,561 | 5,820 | 6,325 | 14,5 | 0,0009 | 0,9073 | 0,9412 | 0,7502 | |
| MSP | 4,755 | 4,576 | 4,601 | 4,320 | 4,345 | 14,0 | 0,1994 | 0,9184 | 0,9003 | 0,6077 | |
| MO ² | 4,411 | 4,730 | 5,195 | 5,461 | 5,948 | 14,5 | 0,0006 | 0,9046 | 0,9401 | 0,7676 | |
| MOP | 4,411 | 4,248 | 4,270 | 4,008 | 4,031 | 14,0 | 0,1986 | 0,9208 | 0,8960 | 0,6094 | |
| PB ³ | 0,287 | 0,429 | 0,571 | 0,720 | 0,869 | 20,0 | <0,0001 | 0,9074 | 0,9949 | 0,9766 | |
| EE ⁴ | 0,080 | 0,091 | 0,105 | 0,115 | 0,130 | 15,4 | <0,0001 | 0,9010 | 0,9596 | 0,8370 | |
| CNF ⁵ | 0,526 | 0,754 | 0,987 | 1,226 | 1,468 | 19,3 | <0,0001 | 0,9063 | 0,9991 | 0,9931 | |
| FDNcp | 3,517 | 4,479 | 3,584 | 3,478 | 3,587 | 13,9 | 0,8274 | 0,9125 | 0,9108 | 0,6468 | |
| FDNi | 1,250 | 1,220 | 1,243 | 1,188 | 1,211 | 13,9 | 0,6165 | 0,9150 | 0,9056 | 0,6283 | |
| FDND | 2,153 | 2,228 | 2,292 | 2,152 | 2,304 | 14,2 | 0,5846 | 0,9174 | 0,4645 | 0,5277 | |
| NDT ⁶ | 2,526 | 3,029 | 3,633 | 3,771 | 4,346 | 15,4 | <0,0001 | 0,6951 | 0,6277 | 0,4270 | |
| | g/kg de peso vivo | | | | | | | | | | |
| MS ⁷ | 13,28 | 14,06 | 15,11 | 15,70 | 17,31 | 11,3 | 0,0002 | 0,6486 | 0,7302 | 0,7043 | |
| MSP ⁸ | 13,28 | 12,71 | 12,51 | 11,66 | 11,91 | 11,4 | 0,0486 | 0,6527 | 0,6911 | 0,5716 | |
| MO ⁹ | 12,33 | 13,11 | 14,12 | 14,73 | 16,27 | 11,3 | 0,0001 | 0,6530 | 0,7311 | 0,7233 | |
| MOP ¹⁰ | 12,33 | 11,79 | 11,61 | 10,83 | 11,06 | 11,4 | 0,0489 | 0,6445 | 0,7027 | 0,5731 | |
| FDNcp | 9,83 | 9,66 | 9,75 | 9,39 | 9,83 | 11,1 | 0,8493 | 0,6399 | 0,7048 | 0,6064 | |
| FDNi | 3,50 | 3,39 | 3,38 | 3,21 | 3,32 | 11,2 | 0,2850 | 0,6414 | 0,7032 | 0,5897 | |

¹ $\hat{Y} = 4,73 + 0,7773x$ ($r^2 = 0,9914$); ² $\hat{Y} = 4,39 + 0,7610x$ ($r^2 = 0,9930$); ³ $\hat{Y} = 0,28 + 0,2908x$ ($r^2 = 0,9998$); ⁴ $\hat{Y} = 0,0799 + 0,0248x$ ($r^2 = 0,9983$); ⁵ $\hat{Y} = 0,52 + 0,4711x$ ($r^2 = 0,9998$); ⁶ $\hat{Y} = 2,59 + 0,8763x$ ($r^2 = 0,9748$); ⁷ $\hat{Y} = 13,16 + 1,9400x$ ($r^2 = 0,9758$); ⁸ $\hat{Y} = 13,18 - 0,7567x$ ($r^2 = 0,8604$); ⁹ $\hat{Y} = 12,22 + 1,8975x$ ($r^2 = 0,9789$); ¹⁰ $\hat{Y} = 12,23 - 0,7013x$ ($r^2 = 0,8608$);

Os perfis crescentes dos consumos de PB, EE e CNF ocorreram pelo aumento do fornecimento de suplemento múltiplo nos diferentes tratamentos e este foi a maior fonte destes nutrientes (Tabela 1) comparativamente ao pasto. Verificou-se um incremento de 203%, 62,5% e 179%, respectivamente, para a ingestão de PB, EE e CNF no nível de 2 kg de fornecimento de suplemento múltiplo comparativamente ao tratamento controle (suplemento mineral *ad libitum*).

Em contrapartida, o CFDNcp e CFDNi apresentaram o mesmo perfil ($P > 0,10$) do CMSP (Tabela 4), pois a fonte primordial destas frações era a forragem.

O padrão linear positivo para o consumo de NDT com a suplementação múltipla (Tabela 4) parece refletir a ampliação no consumo e coeficientes de digestibilidade (Tabela 5) da PB, EE e CNF, não havendo aumento significativo na extração de energia a partir da FDNcp, pois, não houve efeito sobre o consumo de FDND (Tabela 4). Esse padrão está de acordo com o observado por Lazzarini (2011).

Resultados obtidos em condições tropicais com forragens de baixa qualidade indicam que respostas diretas sobre o consumo total ou de componentes digeridos são obtidas pela suplementação com compostos nitrogenados até níveis de 80 a 100 g de PB/ kg na dieta (Lazzarini et al., 2009; Detmann et al., 2010; Figueiras et al., 2010). A partir deste ponto, as respostas a este tipo de suplementação se tornam pouco evidentes sobre o consumo e as perdas de compostos nitrogenados passam a ser mais proeminentes (Detmann et al., 2009). Os níveis médios de PB na dieta, calculados a partir da razão entre o consumo total de PB (pasto e suplemento) e o consumo total de MS foram de 60; 85; 103; 124 e 137 g/kg, respectivamente, para os tratamentos 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 kg suplemento/animal/dia e o consumo de NDT em relação ao consumo de MS pode ser visualizado na Tabela 5.

Desta forma, esperava-se aumento no consumo de FDNcp e FDND com o aumento do nível de suplementação, contudo, isso não ocorreu, provavelmente por restrição na massa de MS de pasto.

O consumo médio de FDNcp observado neste estudo foi de 9,7 g/kg de PC, inferior ao observado por outros autores durante o período da seca (Moraes et al., 2009; Figueiras et al., 2010; Moraes et al., 2010; Lazzarini, 2011), indicando que o consumo do pasto não foi otimizado.

Observou-se perfis lineares negativos dos consumos de MSP e MOP ($P < 0,10$) em g/kg PC em relação aos níveis de suplementação múltipla, isso ocorreu pelo diferencial no GMD à medida que aumentou o nível de fornecimento de suplemento, pois, como citado anteriormente, não houve efeito para o consumo em kg/dia.

O consumo de MSP médio de 12,4 g/kg PC foi inferior a 20,84 g/kg PC (Couto et al., 2010) e 20,66 g/kg PC (Valente, 2009) encontrados em trabalhos anteriores, pois, a baixa massa de forragem em todos os períodos experimentais não permitiu maximização do consumo de MSP, tornando os efeitos da suplementação múltipla sobre o consumo menos evidente.

Na Tabela 5 encontram-se as estimativas dos coeficientes de digestibilidade aparente total dos constituintes da dieta em função dos diferentes tratamentos.

Verificou-se efeito quadrático ($P < 0,10$) dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo sobre as digestibilidade da MS, MO, PB, EE, CNF, dos nutrientes digestíveis totais (% da MS) e não houve efeito para a digestibilidade da FDNcp ($P > 0,10$).

No entanto, avaliando as médias das digestibilidades das diferentes frações sugeriu-se um padrão *linear-response-plateau* (LRP). O ajuste de tais funções evidenciaram (Tabela 6) o aumento ($P < 0,10$) das digestibilidades da MS, MO, PB, EE, CNF e NDT com limites próximos a 1,1; 0,9; 0,8; 0,8; 1,3 e 1,1 kg de suplemento múltiplo por dia, respectivamente. A partir destes níveis as variáveis citadas mantiveram-se inalteradas.

Tabela 5 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q), cúbica (C) e quártico (Qt) para a digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não fibrosos (DCNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp) e para os níveis de nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | CV (%) | Valor – P | | | |
|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|---------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | | L | Q | C | Qt |
| DMS ¹ | 52,74 | 56,85 | 62,15 | 61,91 | 64,01 | 4,0 | <0,0001 | 0,0363 | 0,7507 | 0,1801 |
| DMO ² | 56,18 | 62,65 | 66,76 | 66,72 | 68,10 | 2,6 | <0,0001 | <0,0001 | 0,1462 | 0,2688 |
| DPB ³ | 29,98 | 52,53 | 64,55 | 65,67 | 68,56 | 9,9 | <0,0001 | <0,0001 | 0,1092 | 0,5742 |
| DEE ⁴ | 22,07 | 51,86 | 67,12 | 69,91 | 75,52 | 13,6 | <0,0001 | <0,0001 | 0,1369 | 0,6377 |
| DCNF ⁵ | 47,18 | 59,88 | 78,20 | 78,88 | 79,82 | 9,8 | <0,0001 | 0,0010 | 0,5390 | 0,1206 |
| DFDNcp | 61,20 | 63,88 | 63,48 | 62,72 | 63,80 | 3,4 | 0,1724 | 0,3115 | 0,1004 | 0,9449 |
| NDT ⁶ | 53,14 | 59,38 | 64,50 | 64,82 | 67,56 | 3,3 | <0,0001 | 0,0024 | 0,2008 | 0,1815 |

¹/ $\hat{Y} = 52,65 + 10,9818x - 2,7309x^2$ ($R^2 = 0,9628$); ²/ $\hat{Y} = 56,46 + 13,7756x - 4,0951x^2$ ($R^2 = 0,9767$); ³/ $\hat{Y} = 31,12 + 45,5171x - 13,1065x^2$ ($R^2 = 0,9826$); ⁴/ $\hat{Y} = 23,23 + 61,8934x - 18,1728x^2$ ($R^2 = 0,9928$); ⁵/ $\hat{Y} = 46,03 + 40,5229x - 11,8148x^2$ ($R^2 = 0,9692$); ⁶/ $\hat{Y} = 53,35 + 13,5916x - 3,3680x^2$ ($R^2 = 0,9774$)

Destaca-se que calculando a média dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo que constituíram o plateau da digestibilidade das diferentes frações do alimento encontra-se o valor médio de 0,98 kg que corresponde ao ponto onde o GMD se torna equivalente ao GMD_{Max} .

Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,10$) dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo sobre a excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU – g/dia) e fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC – g/dia) (Tabela 7).

A uréia é a forma de excreção do metabolismo de N pelos mamíferos, sendo que ocorre com gasto de energia. Portanto, à medida que aumentou o nível de

suplementação houve incremento da perda de N, sendo que a elevada concentração está relacionada com utilização ineficiente da PB da dieta.

Tabela 6 – Parametrização da digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não fibrosos (DCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de acordo com a função *linear-response-plateau*

| Item | Fase linear | | Plateau | | |
|------|-------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| | Intercepto | Inclinação | Nível SM ¹ | Estimativa | R2 |
| DMS | 52,5417 | 9,4100 | 1,1072 | 62,9600 | 0,9716 |
| DMO | 56,1800 | 12,9400 | 0,8511 | 67,1933 | 0,9870 |
| DPB | 29,9800 | 45,1000 | 0,8044 | 66,2600 | 0,9915 |
| DEE | 22,0700 | 59,5800 | 0,8187 | 70,8500 | 0,9803 |
| DCNF | 47,1800 | 25,4000 | 1,2514 | 78,9667 | 0,9623 |
| NDT | 53,3267 | 11,3600 | 1,1323 | 66,1900 | 0,9696 |

¹Nível de fornecimento de suplemento múltiplo onde as estimativas de digestibilidade se estabilizam (plateau).

Tabela 7 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q), cúbica (C) e quártico (Qt) para excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU – g/dia), fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC – g/dia), eficiência de síntese microbiana (EFM) expressa como g PBmic/kg NDT consumido e fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR – g/g de nitrogênio ingerido) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | CV (%) | Valor - P | | | |
|--------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | | L | Q | C | Qt |
| NUU ¹ | 12,08 | 24,45 | 47,60 | 49,92 | 76,16 | 30,8 | <0,0001 | 0,7940 | 0,5173 | 0,1864 |
| NMIC ² | 67,19 | 65,65 | 65,84 | 70,69 | 74,33 | 8,1 | 0,0280 | 0,1318 | 0,7055 | 0,6696 |
| EFM ³ | 180,29 | 130,95 | 113,55 | 118,51 | 118,68 | 12,4 | <0,0001 | 0,0004 | 0,1227 | 0,7746 |
| NMICR ⁴ | 1,58 | 0,94 | 0,73 | 0,62 | 0,62 | 14,9 | <0,0001 | <0,0001 | 0,1944 | 0,5452 |

¹ $\hat{Y} = 12,67 + 10,4092x$ ($r^2 = 0,9123$); ² $\hat{Y} = 64,87 + 3,8658x$ ($r^2 = 0,6743$); ³ $\hat{Y} = 176,87 - 96,4883x + 34,6778x^2$ ($R^2 = 0,9540$); ⁴ $\hat{Y} = 1,55 - 1,24x + 0,3990x^2$ ($R^2 = 0,9818$)

O maior consumo de suplemento elevou a disponibilidade de nitrogênio e de energia prontamente disponível para assimilação microbiana, conforme descrito por Valente (2009), explicando o efeito linear crescente sobre o NMIC.

A eficiência de síntese microbiana (EFM - g PBmic/kg NDT) e o fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR – g/g de nitrogênio ingerido) apresentaram perfis quadráticos em função dos diferentes

tratamentos (Tabela 7). No entanto, avaliando as médias de mínimos quadrados observou-se o padrão *LRP* para EFM e NMICR (Tabela 8).

Tabela 8 – Parametrização eficiência de síntese microbiana (EFM) expressa como g PBmic/kg NDT consumido e fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR – g/g de nitrogênio ingerido) de acordo com a função *linear-response-plateau*

| Item | Fase linear | | Plateau | | |
|-------|-------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| | Intercepto | Inclinação | Nível SM ¹ | Estimativa | R2 |
| EFM | 180,2900 | -98,6800 | 0,6422 | 116,9133 | 0,9943 |
| NMICR | 158,7600 | -128,7000 | 0,7218 | 65,8633 | 0,9890 |

¹Nível de fornecimento de suplemento múltiplo onde as estimativas de EFM e NMICR se estabilizam (plateau).

O ajuste das funções evidenciaram o perfil linear decrescente da EFM e NMICR até os valores de 116,9 e 65,9, respectivamente. A partir destes pontos as variáveis mantiveram-se inalteradas.

A estimativa da EFM do tratamento controle foi maior que o valor teórico sugerido por Valadares Filho et al. (2010) para condições tropicais, pois, as deficiências de compostos nitrogenados na dieta causaram um ganho líquido de nitrogênio no rúmen através de uma maior representatividade dos eventos de reciclagem, que implicam no aumento na eficiência microbiana (NRC, 2001).

Durante a época seca do ano as forragens tropicais são consideradas de baixa qualidade, uma vez que apresentam baixo nível de proteína bruta (PB) e alta lignificação da fração fibrosa insolúvel (Paulino et al., 2008) que limitam o crescimento das bactérias que utilizam como substrato os carboidratos fibrosos da forragem basal.

Desta forma, os animais controle apresentaram NMICR de 1,58, indicando déficit protéico acentuado na dieta e reciclagem de N para manutenção da atividade microbiana no rúmen.

Lazzarini et al. (2009) verificaram que a ingestão de nitrogênio foi menor que o NMIC no nível mais baixo de PB da dieta (5,28% PB) e a avaliação do NMICR usando a equação de regressão em função dos níveis de PB na dieta indicou que as estimativas dessas variáveis tornaram-se equivalentes entre si em 71,3 g PB/ kg MS.

Neste trabalho a equivalência entre consumo de nitrogênio e produção de NMIC ocorreu no nível de fornecimento diário de 0,63 kg de suplemento múltiplo (89 g PB/ kg MS), sendo próximo ao valor encontrado por Figueiras et al. (2010) de 94 g PB/ kg MS.

Conclusões

Conclui-se que o fornecimento de suplemento múltiplo otimiza o desempenho de novilhas em pastejo no período da seca no nível de fornecimento de 1,0 kg de suplemento múltiplo por dia.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.89, p.510-519, 2011.
- CABRAL, C.H.A.; BAUER, M.O.; CARVALHO, R.C. et al. Desempenho e viabilidade econômica de novilhos suplementados nas águas mantidos em pastagem de capim-marandu. **Revista Caatinga**, v.24, p.173-181, 2011.
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função de suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.494-503, 2008.
- COUTO, V.R.M.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Energy sources and supplementation levels for beef heifers raised during the dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2494-2501, 2010.
- 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. 1992. 21p.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F. et al. Consumo, digestibilidade, excreção de uréia e derivados de purina em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, p.1813-1821, 2006
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p. 980-984, 2010.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na estimação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: VI SIMCORTE, 2008. p.21-52.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C. et al. Parameterization of ruminal fiber degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, p.136-146, 2009.

- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: VII SIMCORTE, 2010. p.191-240.
- EUCLIDES, V.P.B. **Alternativas para intensificação da produção de carne bovina em pastagem**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 66p.
- FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake and digestibility in cattle under grazing supplemented with nitrogenous compounds during dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1303-1312, 2010.
- FIGUEIREDO, D.M. **Avaliação da suplementação protéica e/ou energética sobre o desempenho produtivo e características nutricionais de novilhas de corte em pastejo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2021-2030, 2009.
- LAZZARINI, I. **Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante os períodos de seca e águas suplementados com compostos nitrogenados e/ou amido**. 2011. 66p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MANNETJE, L; EBERSOHN, J.P. Relations between sward characteristics and animal production. **Tropical Grasslands**, v.14, p.273-280, 1980.
- MENEGAZ, A.L.; LOBATO, J.F.P.; PEREIRA, A.C.G. Influência do manejo alimentar no ganho de peso e no desempenho reprodutivo de novilhas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1844-1852, 2008.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; MORAES, K.A.K. et al. Uréia em suplementos protéico-energéticos para bovinos de corte durante o período da seca: características nutricionais e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.770-777, 2009.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO; S.C. et al. Avaliação nutricional de estratégias de suplementação para bovinos de corte durante a estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.608-616, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2000. 248p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.

- NEVES, F.P.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. et al. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1532-1542, 2009.
- 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., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: IV SIMCORTE, 2004. p.93-139.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: VI SIMCORTE, 2006. p.359 – 392.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: VI SIMCORTE, 2008. p.275-305.
- 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, p.214-224, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- TITGEMEYER; E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**. v.79, n.4, p.1059-1063, 2001.
- TONELLO, C.L.; BRANCO, A.F.; TSUTSUMI, C.Y. et al. Suplementação sobre o desempenho de bovinos de corte em pastagens: época do ano. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.373-382, 2011.
- 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, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2010. 193p.
- VALENTE, E.E.L. **Suplementação de bezerras de corte lactentes e em recria e parâmetros nutricionais de vacas de corte em pastejo**. 2009. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.

CAPÍTULO 3

Níveis de suplementação para novilhas de corte prenhes em pastejo no período da seca

Resumo – Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas prenhes sob pastejo em *Brachiaria decumbens* Stapf. no período da seca. A área experimental constituiu-se de quatro piquetes de 3,0 hectares cada, com disponibilidade média de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) de 1863 kg/ha. Os animais experimentais foram 24 novilhas prenhes mestiças com predominância de sangue zebuino com idade e peso médio inicial de 32 meses e 416±6 kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em suplemento mineral (tratamento controle) e fornecimento de 0,5; 1,0 e 2,0 kg/animal/dia de suplemento múltiplo com 300 g de proteína bruta (PB)/kg de matéria seca (MS). Verificou-se efeito quadrático dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo ($P<0,10$) sobre o ganho médio diário (GMD). Os consumos de MS, matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) apresentaram relação linear crescente ($P<0,10$) com os níveis de fornecimento de suplemento múltiplo. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO e CNF apresentaram perfil linear crescente ($P<0,10$) para os níveis de suplementação múltipla. Não houve efeito dos níveis de suplementação múltipla sobre o fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC - g/dia) e eficiência de síntese microbiana (EFM - g PBmic/kg NDT), mas o fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR) apresentou perfil linear decrescente ($P<0,10$). Conclui-se que o fornecimento de 1,5 kg de suplemento múltiplo otimiza o desempenho de novilhas prenhes em pastejo no período da seca.

Palavras chave: ganho de peso, parâmetros nutricionais, suplemento múltiplo

Levels of supplementation for grazing pregnant beef heifers during the dry season

Abstract – The objective was to evaluate the effect of providing different levels of multiple supplement on the nutritional characteristics and productive performance of pregnant heifers grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. during the dry period. The experimental area was composed of four 3.0-ha paddocks with availability of potentially digestible dry matter of 1,863 kg/ha. It was used 24 crossbred heifers with predominance of Zebu breed at 32 months of age and body weight of 416±6 kg in a completely randomized experimental design. Treatments consisted of mineral supplement (control treatment) and three levels providing 0.5, 1.0 and 2.0 kg/animal/day of multiple supplement with 300 g crude protein (CP)/kg of dry matter (DM). There was quadratic effect of multiple supplementation ($P < 0.10$) on daily weight gain. The intakes of DM, organic matter (OM), CP, ether extract (EE), non fibrous carbohydrates and total digestible nutrients (TDN) showed increasing linear relationship ($P < 0.10$) with multiple supplement levels. Coefficients of apparent digestibility of DM, OM and non-fibrous carbohydrates had linear effect ($P < 0.10$) with multiple supplementation levels. No effect ($P > 0.10$) of levels of multiple supplementation on the microbial nitrogen flow and efficiency, but the microbial nitrogen flow in relation to nitrogen intake showed decreasing linear profile ($P < 0.10$). It is concluded that the supply of 1.5 kg of multiple supplement optimizes the performance of grazing heifers during the dry season.

Key words: weight gain, nutritional parameters, multiple supplement

Introdução

Uma característica econômica importante na produção de bovinos de corte é o desempenho reprodutivo das fêmeas. Restrição alimentar pré e pós-parto resulta em baixo peso ao parto, prolongado intervalo de anestro pós-parto e baixo índice de vacas ciclando no período reprodutivo subsequente (Gottschall & Lobato, 1996). Em contrapartida, elevado ganho de peso da vaca pré-parto é o principal determinante de maior peso ao nascer do bezerro, que está diretamente relacionado à incidência de distocia.

A manipulação do ganho de peso e da condição corporal durante a gestação é um desafio na pecuária brasileira, sendo objetivo primordial buscar peso adequado da novilha ao parto sem promover excessivo desenvolvimento do bezerro no período neonatal.

Alternativas de alimentação devem ser testadas para enriquecer a qualidade da dieta-base em pastagens tropicais, sendo que o uso de suplementação no período da seca pode contribuir para maiores taxas de ganho de peso e, conseqüentemente, melhor resposta reprodutiva a idades mais jovens (Vieira et al., 2006).

Os rebanhos com nutrição inadequada apresentam baixos índices reprodutivos, atrasando o reinício da atividade ovariana luteal cíclica, o que poderia ser evitado ou amenizado pela suplementação estratégica desses animais durante determinados meses do ano (Figueiredo et al., 2008). O monitoramento do escore da condição corporal no pré-parto, de maneira que os animais possam parir em boa condição corporal ou que mantenham condição adequada no pós-parto, é o que se deseja no manejo reprodutivo.

O estresse ao parto e os efeitos combinados entre crescimento e primeira lactação elevam os requisitos nutricionais das novilhas, e quando estas ainda são submetidas a períodos de restrição alimentar pré e ou pós-parto ocorre baixa resposta reprodutiva subsequente.

Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais, desempenho produtivo e escore de condição corporal de novilhas prenhes sob pastejo em *Brachiaria decumbens* Stapf. no período da seca.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa – UFV numa área de 12 hectares composta por quatro piquetes para pastejo com lotação contínua, correspondente aos tratamentos, no período de maio a julho de 2010 durante o período da seca, com variáveis climáticas conforme a Figura 1.

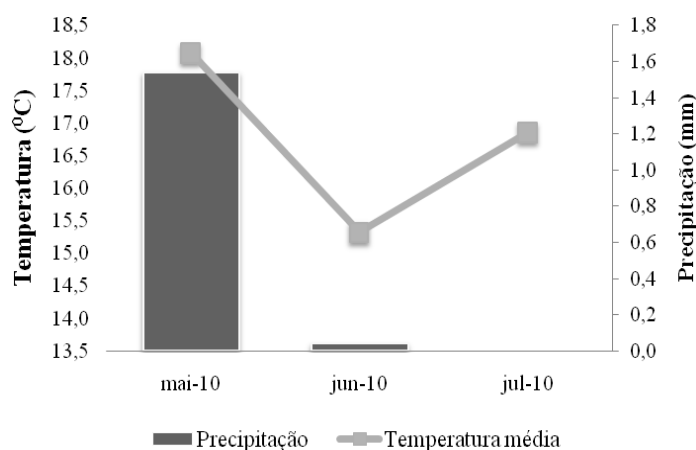


Figura 1 - Precipitação em milímetros (mm) e temperatura média em °C durante o período experimental. (Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola - UFV).

Durante o período experimental foram avaliados o desempenho produtivo, o escore de condição corporal, o consumo voluntário, características nutricionais (digestibilidade e eficiência microbiana), a composição química da forragem e dos suplementos e a estrutura do pasto.

Os tratamentos consistiram em suplemento mineral (tratamento controle) e fornecimento de 0,5; 1,0 e 2,0 kg/animal/dia de suplemento múltiplo (Tabela 1) com aproximadamente 300 g de proteína PB/kg de matéria seca (MS) composto por farelo de soja (280 g/kg), milho (680 g/kg) e mistura uréia: sulfato de amônio na proporção 9:1 (40 g/kg).

Foram utilizadas 24 novilhas mestiças prenhas (4-5 meses de gestação) com predominância de sangue zebuino com idade e peso médio inicial de 32 meses e 416±6 kg, respectivamente, devidamente vacinadas e vermifugadas.

A água foi fornecida *ad libitum*. O suplemento múltiplo foi ofertado às 10h00 ao longo de todo o período experimental em cochos cobertos com acesso pelos dois lados. As novilhas dos tratamentos com suplemento múltiplo em qualquer um dos níveis de fornecimento receberam a mesma quantidade (80g/animal/dia) de suplemento mineral

(Composição com base na matéria natural: fosfato bicálcico, 500,00 g/kg; cloreto de sódio, 477,75 g/kg; sulfato de zinco, 14,00 g/kg; sulfato de cobre, 7,00 g/kg; sulfato de cobalto, 0,50 g/kg; iodeto de potássio, 0,50 g/kg e selenito de sódio, 0,25 g/kg). As novilhas do tratamento controle tiveram acesso irrestrito ao suplemento mineral.

Tabela 1 – Composição química do suplemento múltiplo (S. Múltiplo) e *Brachiaria decumbens* Stapf com base na matéria seca (MS) durante os períodos experimentais

| Item | S. Múltiplo | <i>B. decumbens</i> ¹ | | | |
|--------------------|-------------|----------------------------------|------------------------|-----------|--------------|
| | | Período 1 | Período 2 ² | Período 3 | Média |
| | | | g/kg | | |
| Matéria seca | 890,7 | 323,9 | 487,6 | 565,1 | 458,9 ± 71,1 |
| Proteína bruta | 321,2 | 62,4 | 54,2 | 45,9 | 54,2 ± 4,8 |
| Extrato etéreo | 36,7 | 18,0 | 18,8 | 15,6 | 17,5 ± 1,0 |
| FDNcp ³ | 112,1 | 689,4 | 737,4 | 774,2 | 733,7 ± 24,6 |
| Matéria orgânica | 970,5 | 81,0 | 71,9 | 84,7 | 79,2 ± 3,8 |
| CNF ⁴ | 564,9 | 149,3 | 117,8 | 79,5 | 115,5 ± 20,2 |
| Lignina | 2,2 | 39,9 | 52,1 | 61,8 | 51,3 ± 6,3 |

¹Amostras obtidas por simulação manual de pastejo

²Amostra coletada durante o ensaio de digestibilidade

³Fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

⁴Carboidratos não-fibrosos

O experimento foi implementado e conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, seis repetições por tratamento e três períodos experimentais de 28 dias.

Os animais foram pesados no início e ao final do experimento, sem jejum e após serem submetidos a jejum de líquidos e sólidos de 14 horas, objetivando reduzir as possíveis diferenças quanto ao enchimento do trato digestivo, bem como a cada ciclo de pastejo de 28 dias, sem jejum, de modo a monitorar o desenvolvimento dos animais. O ganho de peso total (GPT) foi quantificado pela diferença entre o peso final e inicial em jejum, sendo o ganho médio diário (GMD) a razão entre o GPT e o número de dias experimentais (84). Os animais foram submetidos ao rodízio de piquetes a cada sete dias, visando minimizar as possíveis diferenças em relação à disponibilidade de forragem e características dos piquetes (localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento). O monitoramento do escore de condição corporal (ECC) foi realizado por três indivíduos treinados, utilizando a escala de pontuação recomendada pelo NRC (1996).

No décimo quarto dia de cada período experimental foi realizada uma coleta para determinação da massa total de matéria seca/ha. A área a ser amostrada foi demarcada

com um quadrado de ferro (vergalhão) de dimensões 0,5 m x 0,5 m, em quatro pontos aleatórios em cada piquete experimental. As amostras foram cortadas rente ao solo com o auxílio de uma tesoura e, posteriormente, foram retiradas alíquotas de cada amostra coletada, sendo confeccionadas amostras compostas para cada piquete. Uma alíquota da amostra composta foi separada em lâmina foliar verde, lâmina foliar seca, colmo+bainha verde e colmo + bainha seco para determinação do percentual dos componentes morfológicos.

Posteriormente, as amostras foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada (60°C), processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e acondicionadas em recipientes previamente identificados para posteriores análises. Procedeu-se à quantificação do teor de MS (Silva & Queiroz, 2002). Na Figura 2 está demonstrada a massa de forragem em função dos períodos experimentais.

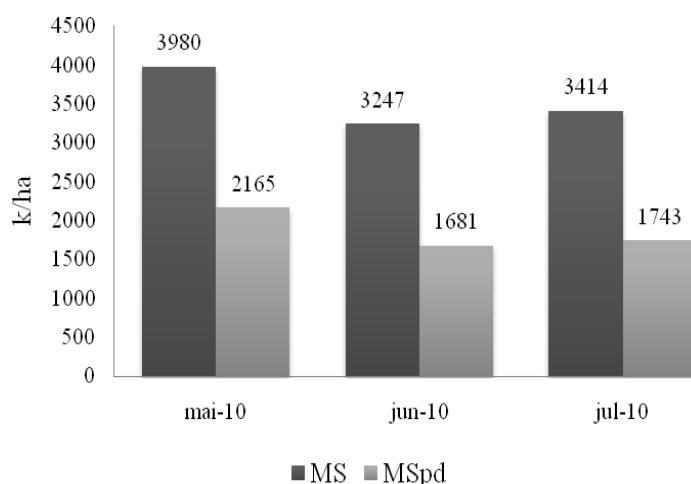


Figura 2 – Massa de matéria seca total (MS) e MS potencialmente digestível (MSpd) durante os períodos experimentais.

A amostragem para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais foi obtida via simulação manual de pastejo também no décimo quarto dia de cada período experimental. As amostras foram secas sob ventilação forçada (60°C), processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e, posteriormente, acondicionadas em recipientes previamente identificados para análises. Durante o ensaio de digestibilidade a simulação manual de pastejo foi realizada no oitavo dia (42° do desempenho produtivo).

Para avaliações das características nutricionais foram utilizadas as mesmas novilhas e área do desempenho produtivo. O ensaio de digestibilidade teve duração de 9 dias, com início no 35° dia do desempenho produtivo e término no 43° dia, sendo os seis primeiros dias de adaptação aos indicadores externos óxido crômico (estimar excreção

fecal) e dióxido de titânio (estimar consumo do suplemento) e os três últimos de coleta de fezes em horários diferenciados, 15h00, 10h00 e 7h00.

Foram fornecidos 15 gramas do indicador óxido crômico por animal por dia, introduzidos com auxílio de um aplicador via esôfago às 9h00 e 15 gramas do indicador dióxido de titânio por animal por dia misturado ao suplemento múltiplo.

As fezes foram coletadas imediatamente após a defecação dos animais ou diretamente no reto, em quantidades aproximadas de 200g, identificadas individualmente e secas em estufa com circulação forçada de ar (60°C). Após esse período, as amostras foram processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e elaborou-se amostras compostas dos três dias de coleta.

No 9º dia do ensaio de digestibilidade foi realizada, quatro horas após o fornecimento do suplemento, coleta de amostra “spot” de urina (10mL) em micção espontânea dos animais (Valadares et al., 1999). Após a coleta, as amostras de urina foram diluídas em 40 mL de H₂SO₄ (0,036N) e armazenadas a -20°C para posterior quantificação dos teores de creatinina, uréia e derivados de purina.

As amostras de forragem, fezes e ingredientes utilizados para produção do suplemento, processadas em moinho com peneira de 1 mm, foram avaliadas quanto aos teores de MS, matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) de acordo com as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002); FDN segundo descrições de Mertens (2002), utilizando-se α -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio; as correções para proteína e cinzas na FDN seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente.

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos conforme a equação proposta por Detmann & Valadares Filho (2010):

$$CNF = 100 - [MM + EE + FDN_{cp} + (PB - PBu + U)]$$

em que: CNF = teor de carboidratos não fibrosos; MM = teor de matéria mineral; EE = teor de extrato etéreo; FDN_{cp} = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB = teor de proteína bruta; PBu = teor de proteína bruta oriunda da uréia; e U = teor de uréia. Todos os termos são expressos como % da MS.

As amostras fecais foram avaliadas quanto aos teores de dióxido de titânio segundo técnica colorimétrica descrita por Titgemeyer et al. (2001) e óxido crômico em espectrofotômetro de absorção atômica conforme metodologia descrita por Willians et

al. (1962). A excreção fecal foi estimada por intermédio da relação entre dose e concentração fecal do óxido crômico.

Para estimativa do consumo voluntário de forragem foi utilizado o indicador interno FDNi segundo Detmann et al. (2001), quantificado por procedimentos de incubação *in situ* com sacos de Ankon® (F57) por 288 horas nas amostras processadas a 2 mm. A estimativa foi realizada com a seguinte equação:

$$CIMSP = \frac{[(EF \times CIFz) - IS]}{CIFO}$$

em que: CIMSP = consumo individual de MS de pasto (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); CIFz = concentração da FDNi nas fezes (kg/kg); IS = consumo de FDNi a partir do suplemento (kg/dia) e CIFO = concentração da FDNi na forragem (kg/kg).

A estimativa do consumo individual de suplemento foi obtida através da seguinte equação:

$$CISup = \frac{(EF \times CIFz)}{IFG} \times SupFG$$

em que: CISup = consumo individual de suplemento (g/dia); EF = excreção fecal (g/dia); CIFz = concentração do dióxido de titânio nas fezes (g/g); IFG = dióxido de titânio presente no suplemento fornecido ao grupo de animais (g/dia); SupFG = quantidade de suplemento fornecida ao grupo de animais (g/dia).

O consumo de MS total (kg/dia) foi estimado pela somatória do CIMSP e CISup.

As amostras de forragem coletadas para avaliação da massa momentânea em determinado período experimental foram avaliadas quanto aos teores de MS, FDN e FDNi conforme descrito anteriormente. O percentual de MS potencialmente digestível (MSpd) na forragem em cada período experimental foi estimado segundo Paulino et al. (2008):

$$MSpd = 0,98 \times (100 - FDN) + (FDN - FDNi)$$

em que: MSpd = teor de MS potencialmente digestível na forragem (% da MS); 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeiro do conteúdo celular; e FDN e FDNi = teores de FDN e FDNi na forragem, respectivamente (% da MS).

As amostras de urina, depois de descongeladas, foram analisadas quanto aos teores de creatinina, segundo o método de Jaffé modificado; ácido úrico, por método enzimático-colorimétrico com fator clareante de lípidos; alantoína, segundo método colorimétrico descrito por Chen & Gomes (1992); e uréia pelo método Urease/GLDH.

O volume total urinário foi estimado por intermédio da relação entre excreção diária de creatinina em função do peso corporal e concentração de creatinina na urina. A excreção de creatinina por unidade de peso corporal foi obtida segundo equação (Chizzotti et al., 2006):

$$EC = 32,27 - 0,01093 \times PC$$

em que: EC = excreção diária de creatinina (mg/kg PV); e PC = peso corporal (kg).

A excreção urinária diária de uréia foi estimada pelo produto entre sua concentração nas amostras “spot” de urina e o valor estimado do volume urinário.

A excreção de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina.

As purinas absorvidas foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas por intermédio da equação (Barbosa et al., 2011):

$$PA = \frac{DP - 0,301 \times PC^{0,75}}{0,80}$$

em que: PA = purinas absorvidas (mmol/dia); DP = excreção de derivados de purinas (mmol/dia); 0,301 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico ($PC^{0,75}$); e 0,80 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados microbianos foi estimada em função das PA utilizando a equação descrita por Chen & Gomes (1992):

$$N_{mic} = \frac{70 \times PA}{0,83 \times R \times 1000}$$

em que: N_{mic} = fluxo de compostos nitrogenados microbianos no intestino delgado (g/dia); R = relação $N_{RNA}:N_{TOTAL}$ nas bactérias; 70 = conteúdo de nitrogênio nas purinas

(mg/mmol); e 0,83 = digestibilidade intestinal das purinas microbianas. Adotou-se a relação $N_{RNA}:N_{TOTAL}$ de 0,134, conforme Valadares et al. (1999).

O experimento foi analisado em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos (suplemento mineral e quatro níveis de fornecimento de suplemento múltiplo) e seis repetições. Após a análise de variância, os tratamentos foram comparados por intermédio da decomposição ortogonal da soma de quadrados de tratamentos em efeitos de ordem linear, quadrática e cúbica relativo ao efeito do nível de suplementação, com posterior ajuste de equações de regressão linear.

Os procedimentos estatísticos foram conduzidos por intermédio do PROC GLM do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2), adotando-se 0,10 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I e o peso corporal e escore de condição corporal como covariáveis.

Resultados e Discussão

As massas médias de MS e MSpd durante os períodos experimentais (Figura 2) foram 3547 e 1863 kg/ha, respectivamente, que corresponderam às disponibilidades momentâneas médias de 48,3 e 25,4 g/kg de peso corporal (PC) das novilhas.

A avaliação da produção e qualidade da MS do pasto é primordial no sistema de bovinos em pastejo, pois este constitui-se no alimento basal para o animal que seleciona e colhe o material a ser consumido.

O foco das justificativas para o baixo desempenho animal em pastagens durante muito tempo esteve quase que exclusivamente sobre os processos digestivos devido a baixa qualidade das forrageiras tropicais. Mas aproximadamente 60% a 90% das variações observadas na qualidade entre forragens são atribuídas às diferenças em consumo, enquanto 10% a 40% são resultantes de diferenças em digestibilidades dos nutrientes (Mertens, 1994). Então, a produção animal é função do consumo e valor nutritivo do alimento disponível e está diretamente associada com o consumo de matéria seca digestível quando proteína, minerais, vitaminas e outros fatores nutricionais são adequados.

Desta forma, considera-se mais adequado discorrer sobre a produção de MSpd que corresponde à fração potencialmente convertível em produto animal, pois integra quantidade e qualidade independente da época do ano. Neste contexto, observou-se neste trabalho déficit de forragem, pois, estava abaixo de 40 a 50 g/kg de PC dos

animais de oferta de MS_{pd} de pasto que representa o intervalo em que observa-se um desempenho satisfatório por área e por animal (Paulino et al., 2004).

Devido à reconhecida estacionalidade de produção “quali-quantitativa” das forrageiras tropicais, a definição de estratégias de manejo de pastejo baseadas na condição do pasto deverá estabelecer alvos de manejo para cada época do ano, sendo que na época da seca deve-se minimizar a diferenciação morfológica e conviver com a senescência (Paulino et al., 2008).

Neste período a produção forrageira é severamente reduzida, a senescência ampliada e os pastos tropicais, especialmente aqueles mantidos sob pastejo, apresentam normalmente baixa disponibilidade de forragem de boa qualidade (Santos et al., 2004).

Com o avanço no período seco do ano, aumentou o percentual de lâmina foliar seca e colmo+bainha seco, ou seja, material morto e de baixo valor nutricional. Os componentes morfológicos do pasto são apresentados na Figura 3.

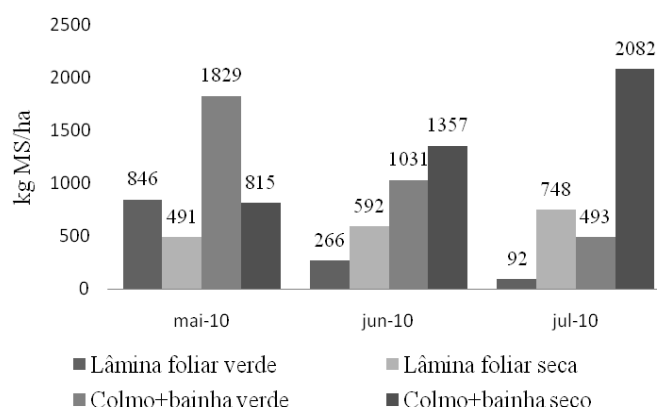


Figura 3 – Massa de componentes morfológicos do pasto durante os períodos experimentais.

O ganho de peso dos animais é influenciado linear e negativamente pela disponibilidade de forragem morta (Santos et al., 2004) e a massa de forragem verde, composta por lâmina foliar verde e colmo+bainha verde, apresenta correlação positiva com o desempenho dos animais (Cabral et al., 2011).

Em seu procedimento de alimentação os herbívoros têm o desafio de se alimentarem de um recurso que é complexo e dinâmico no tempo e no espaço, considerando-se a porção potencialmente pastejável de um dossel forrageiro a camada representada pelas lâminas foliares que representam a preferência dos animais.

O ganho médio diário (GMD) apresentou padrão quadrático ($P < 0,10$) para os níveis de suplementação múltipla (Tabela 2) e o máximo desempenho de 677,4 g por

dia ocorreu no nível de 1,49 kg de fornecimento de suplemento múltiplo. A diminuição da eficiência de ganho à medida que aumentou o teor de suplemento na dieta destaca o efeito da suplementação catalítica de substratos microbianos essenciais limitantes citado por Paulino et al. (2008).

Tabela 2 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) para peso corporal inicial (PCI) em kg, peso corporal final (PCF) em kg, ganho médio diário (GMD) em g, escore de condição corporal inicial (ECCI) e escore de condição corporal final (ECCF) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Tratamentos | | | | | Contrastes (Valor – P) | | |
|-------------------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|------------------------|--------|--------|
| | Níveis de fornecimento SM | | | | CV (%) | Níveis | | |
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | | L | Q | C |
| PCI | 410,0 | 411,0 | 384,0 | 480,5 | – | – | – | – |
| PCF | 431,3 | 463,2 | 467,4 | 470,7 | 2,5 | 0,2525 | 0,1136 | 0,3381 |
| GMD ¹ | 327,4 | 560,6 | 610,5 | 649,9 | 25,3 | 0,0041 | 0,0396 | 0,3988 |
| ECCI | 4,9 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | – | – | – | – |
| ECCF ² | 4,3 | 4,5 | 4,7 | 5,3 | 5,3 | <0,0001 | 0,2278 | 0,7680 |

$$^1/\bar{Y} = 342,78 + 448,2939x - 150,1615x^2 (R^2 = 0,9531); ^2/\bar{Y} = 4,283 + 0,492286x (r^2 = 0,9304)$$

A composição da dieta pode ser visualizada na Tabela 1. O teor médio de 54,2 g PB/kg de MS da forragem estava abaixo do limite mínimo necessário para manter o crescimento microbiano e promover a digestão de carboidratos fibrosos de forragem de baixa qualidade (Lazzarini et al., 2009).

Apesar disso, o ganho de peso corporal foi considerado satisfatório para as novilhas do tratamento controle, mas, deve-se enfatizar que este ganho foi expressivo no início do período experimental quando havia maior disponibilidade de forragem de melhor valor alimentício.

De acordo com Pilau e Lobato (2009a) o melhor nível alimentar no terço final de gestação possibilita à novilha gestante parir em melhores condições para criar seu bezerro e conceber no segundo período reprodutivo em comparação a maior nível alimentar na fase inicial da gestação e com restrição pré-parto. Esses autores encontraram taxa de prenhez das novilhas primíparas com melhor nível alimentar no terço inicial ou final da gestação de 53% e 85%, respectivamente.

O escore de condição corporal final (ECCF) apresentou perfil linear positivo, mas, houve aumento em relação ao escore inicial (ECCI) apenas para as novilhas do nível de

fornecimento de 2 kg de suplemento múltiplo que apresentaram o escore mínimo de 5, o qual corresponde à recomendação para o parto feita pelo NRC (2000).

O monitoramento do escore da condição corporal (ECC) no pré-parto, de maneira que os animais possam parir em boa condição corporal ou que mantenham condição adequada no pós-parto, é o que se deseja no manejo reprodutivo.

O escore é obtido mediante a avaliação visual e tátil do animal, e mesmo todas as novilhas apresentando ganho de peso (Tabela 2), isso não foi observado em ganho de escore nos tratamentos de menor nível de suplementação. Provavelmente porque parte do GMD correspondeu ao crescimento do feto, placenta e membranas fetais.

Scheaffer et al. (2001) compararam o desempenho e a carcaça de novilhas não-prenhes e prenhes em diferentes períodos de gestação (40, 120, 200 e 270 dias) com acesso a mesma dieta e os rendimentos de carcaça das fêmeas prenhes diminuíram linearmente em relação ao período de abate, indicando mobilização de reservas para atender aos requerimentos do desenvolvimento fetal e da glândula mamária. As respostas em relação ao peso vivo e da carcaça indicaram inversão no metabolismo, passando de anabolismo para catabolismo por volta do dia 200 de gestação.

Segundo esses autores, dentro da perspectiva de manejo nutricional para gestação, o ponto crítico a ser observado seria a fase de anabolismo antes do terço final da gestação, provavelmente devido ao perigo de distocia pelo crescimento exagerado do bezerro com excesso de alimentação da fêmea no terço final da gestação. Mas, em condições de pastagens tropicais o objetivo primordial deve ser o impedimento de perda de peso no período seco do ano e a garantia que fêmeas tenham bom ECC ao parto, objetivo alcançado neste trabalho.

Ao ofertarem dietas com melhor nível nutricional para novilhas prenhes no fim da gestação, Pilau & Lobato (2009a) observaram GMD de 901 g e manutenção do escore de condição corporal inicial, sendo o principal determinante do retorno da atividade cíclica ovariana e do bom desempenho reprodutivo na estação de monta subsequente (94% de concepção até a metade do período reprodutivo).

Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,10$) dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo sobre os consumos de MS, MO, PB, EE, CNF e NDT e não houve efeito ($P > 0,10$) para os consumos de MS do pasto (CMSP) e MO do pasto (CMOP), fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), FDN indigestível (FDN_i) e FDN digerida (FDND) (Tabela 3).

O efeito linear para consumos de MS e MO e o não efeito para o consumos de MSP e MOP demonstra que não ocorreu efeito substitutivo do consumo de suplemento

sobre o consumo de forragem. O coeficiente de substituição é reduzido à medida que se reduz a disponibilidade de pasto, uma vez que não se propiciam as condições necessárias para que o consumo de forragem seja maximizado (Minson, 1990).

Tabela 3 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) para os consumos de matéria seca total (MS), MS de pasto (MSP), matéria orgânica (MO), MO de pasto (MOP), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), FDN digerida (FDND) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | CV (%) | Valor – P | | |
|------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | | L | Q | C |
| | kg/dia | | | | | | | |
| MS ¹ | 9,577 | 10,129 | 10,804 | 11,651 | 8,8 | 0,0016 | 0,7654 | 0,8565 |
| MSP | 9,577 | 9,635 | 9,605 | 9,667 | 9,0 | 0,8783 | 0,9958 | 0,9334 |
| MO ² | 8,889 | 9,422 | 10,079 | 10,898 | 8,8 | 0,0011 | 0,7562 | 0,8478 |
| MOP | 8,889 | 8,942 | 8,915 | 8,972 | 9,0 | 0,8783 | 0,9958 | 0,9334 |
| PB ³ | 0,518 | 0,680 | 0,905 | 1,161 | 11,8 | <0,0001 | 0,3669 | 0,4484 |
| EE ⁴ | 0,180 | 0,199 | 0,224 | 0,254 | 9,0 | <0,0001 | 0,6038 | 0,6976 |
| CNF ⁵ | 1,128 | 1,414 | 1,808 | 2,259 | 11,0 | <0,0001 | 0,3974 | 0,4832 |
| FDNcp | 7,062 | 7,160 | 7,217 | 7,350 | 8,9 | 0,4653 | 0,9583 | 0,9668 |
| FDNi | 2,465 | 2,483 | 2,480 | 2,502 | 9,0 | 0,7967 | 0,9892 | 0,9392 |
| FDND | 4,218 | 4,366 | 4,176 | 4,200 | 7,2 | 0,7503 | 0,8116 | 0,3780 |
| NDT ⁶ | 4,757 | 5,418 | 6,031 | 6,427 | 9,7 | <0,0001 | 0,1776 | 0,8118 |
| | g/kg de peso vivo | | | | | | | |
| MS ⁷ | 20,87 | 22,33 | 22,82 | 25,23 | 8,2 | 0,0015 | 0,9909 | 0,6579 |
| MSP | 20,87 | 21,25 | 20,28 | 20,95 | 8,3 | 0,9421 | 0,7512 | 0,4687 |
| MO ⁸ | 19,37 | 20,77 | 21,29 | 23,60 | 8,2 | 0,0011 | 0,9986 | 0,6674 |
| MOP | 19,37 | 19,72 | 18,82 | 19,44 | 8,3 | 0,9421 | 0,7512 | 0,4686 |
| FDNcp | 15,39 | 15,79 | 15,24 | 15,93 | 8,2 | 0,5789 | 0,7877 | 0,4944 |
| FDNi | 5,37 | 5,48 | 5,24 | 5,42 | 8,3 | 0,9676 | 0,7578 | 0,4732 |

¹/ $\hat{Y} = 9,63 + 1,0422x$ ($r^2 = 0,9897$); ²/ $\hat{Y} = 8,94 + 1,0098x$ ($r^2 = 0,9896$); ³/ $\hat{Y} = 0,53 + 0,3247x$ ($r^2 = 0,9865$); ⁴/ $\hat{Y} = 0,18 + 0,0376x$ ($r^2 = 0,9879$); ⁵/ $\hat{Y} = 1,15 + 0,5717x$ ($r^2 = 0,9867$); ⁶/ $\hat{Y} = 4,94 + 0,8184x$ ($r^2 = 0,9157$); ⁷/ $\hat{Y} = 20,97 + 2,1060x$ ($r^2 = 0,9826$); ⁸/ $\hat{Y} = 19,47 + 2,0461x$ ($r^2 = 0,9849$)

Os perfis crescentes dos consumos de PB, EE e CNF ocorreram pelo aumento do fornecimento de suplemento múltiplo nos diferentes tratamentos e este foi a maior fonte destes nutrientes (Tabela 1) comparativamente ao pasto. A ingestão de PB e CNF no nível de 2 kg de fornecimento de suplemento múltiplo foi o dobro comparativamente ao tratamento controle (suplemento mineral *ad libitum*).

Em contrapartida, os consumos de FDNcp e FDNi apresentaram o mesmo perfil ($P>0,10$) do consumo de MSP (Tabela 3), pois a fonte primordial destas frações era a forragem.

O padrão linear positivo para o consumo de NDT com a suplementação múltipla (Tabela 3) parece refletir a ampliação nos consumos de PB, EE e CNF, não havendo aumento significativo na extração de energia a partir da FDNcp, pois, não houve efeito sobre o consumo de FDND (Tabela 3). Esse padrão está de acordo com o observado por Lazzarini (2011).

Resultados obtidos em condições tropicais com forragens de baixa qualidade indicam que respostas diretas sobre o consumo total ou de componentes digeridos são estimuladas pela suplementação com compostos nitrogenados até níveis de 80 a 100 g PB/kg de MS na dieta (Lazzarini et al., 2009; Detmann et al., 2010; Figueiras et al., 2010). A partir deste ponto, as respostas a este tipo de suplementação se tornam pouco evidentes sobre o consumo e as perdas de compostos nitrogenados passam a ser mais proeminentes (Detmann et al., 2009).

Os níveis médios de PB na dieta, calculados a partir da razão entre o consumo total de PB (pasto e suplemento) e o consumo total de MS foram de 54; 67; 84 e 100 g PB/kg de MS, respectivamente, para os tratamentos 0; 0,5; 1,0 e 2,0 kg de suplemento/animal/dia, mas, neste trabalho não ocorreu suplementação exclusiva com compostos nitrogenados como citado pelos autores acima e, provavelmente, este seja o motivo da não maximização no consumo da FDND.

As digestibilidades aparente total da MS, MO e CNF apresentaram perfis lineares positivos ($P<0,10$) de acordo com os níveis de suplementação múltipla (Tabela 4). Verificou-se efeito quadrático ($P<0,10$) dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo sobre a digestibilidade aparente da PB, dos NDT em relação ao consumo de MS e não houve efeito para a digestibilidade da FDNcp ($P>0,10$).

O padrão linear positivo para digestibilidade da MS e MO com a suplementação múltipla parece refletir a ampliação na proporção de PB, EE e CNF na dieta, pois, não houve diferença para a digestibilidade da FDNcp, corroborando com Valente (2009). Quanto ao NDT, sua estimativa é feita pela somatória das digestibilidades das diferentes frações do alimento (PB, EE, CNF e FDNcp), portanto, esse é o motivo do padrão quadrático observado para esta variável. O valor máximo para NDT de 56,3% ocorreu no nível de 1,41 kg de fornecimento de suplemento múltiplo, sendo próximo ao observado para o máximo desempenho.

Tabela 4 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV), indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) para a digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não fibrosos (DCNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp) e para os níveis de nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | CV (%) | Valor – P | | |
|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | | L | Q | C |
| DMS ¹ | 48,86 | 51,93 | 52,16 | 53,27 | 4,6 | 0,0079 | 0,1811 | 0,3786 |
| DMO ² | 53,40 | 55,74 | 56,45 | 57,86 | 4,1 | 0,0035 | 0,3286 | 0,6254 |
| DPB ³ | 25,09 | 41,66 | 48,69 | 54,02 | 13,9 | <0,0001 | 0,0014 | 0,4392 |
| DEE ⁴ | 6,77 | 28,44 | 27,21 | 25,41 | 25,9 | 0,0008 | 0,0001 | 0,0192 |
| DCNF ⁵ | 33,87 | 37,24 | 54,18 | 63,24 | 38,1 | 0,0049 | 0,7524 | 0,4044 |
| DFDNcp | 59,82 | 61,20 | 58,90 | 58,67 | 5,2 | 0,3157 | 0,8065 | 0,2598 |
| NDT ⁶ | 49,69 | 53,44 | 55,85 | 55,11 | 3,2 | 0,0001 | 0,0019 | 0,8634 |

¹ $\hat{Y} = 48,871267 + 1,931924x$ ($R^2 = 0,7613$); ² $\hat{Y} = 54,058637 + 2,066234x$ ($R^2 = 0,8973$); ³ $\hat{Y} = 25,638598 + 34,184885x - 10,041036x^2$ ($R^2 = 0,9924$); ⁴ $\hat{Y} = 6,80 + 77,9333x - 81,2000x^2 + 23,4667x^3$ ($R^2 = 1$); ⁵ $\hat{Y} = 33,412233 + 15,685105x$ ($R^2 = 0,9235$); ⁶ $\hat{Y} = 49,651971 + 9,482739x - 3,373618x^2$ ($R^2 = 0,9990$)

A máxima digestibilidade da PB ocorreu quando houve consumo de 1,7 kg de suplemento múltiplo. As digestibilidades aparente da PB, EE e CNF foram menores para o tratamento controle pelo efeito da maior proporção da fração metabólica fecal em relação ao nutriente ingerido (Cabral et al., 2006; Barros et al., 2011b).

O maior consumo e excreção de PB a partir de 1,7 kg de fornecimento de suplemento múltiplo com efeito quadrático na digestibilidade aparente da PB provavelmente ocorreu pela menor relação NDT/PB com menor aproveitamento do nitrogênio disponível no rúmen.

Há um aumento no custo energético relacionado à gestação devido, principalmente, ao aumento dos batimentos cardíacos, funções renais e hepáticas. Para suprir o aumento da demanda energética, o animal aumenta a ingestão, diminui a manutenção e a perda de energia nas excreções (Scheaffer et al., 2001).

Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,10$) dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo sobre a excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU – g/dia) (Tabela 5), padrão semelhante ao encontrado por diversos autores (Pereira et al., 2007; Moraes et al., 2009; Figueiras et al., 2010; Couto et al., 2010).

Os microrganismos ruminais, especialmente os celulolíticos, utilizam a amônia para efetuar a síntese de proteína microbiana, portanto a presença do nitrogênio amoniacal no ambiente ruminal é fundamental. Mas quando há desequilíbrio entre o nitrogênio e energia a excreção dos compostos nitrogenados e a produção de uréia

aumentam. A uréia é a forma de excreção do metabolismo de nitrogênio pelos mamíferos, sendo que ocorre com gasto de energia.

A concentração de uréia encontrada na urina está correlacionada positivamente às concentrações de nitrogênio no plasma e com a ingestão de PB (Van Soest, 1994). Desta forma o NUU é indicativo da eficiência de utilização do nitrogênio ruminal e do equilíbrio na relação proteína:energia da dieta. A uréia demonstra o estado protéico do animal em curto prazo, mas tem sido empregada nos perfis metabólicos como um indicador do metabolismo protéico (González et al., 2000).

Tabela 5 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) para excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU – g/dia), fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC – g/dia), eficiência de síntese microbiana (EFM) expressa como g PBmic/kg NDT consumido e fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR – g/g de nitrogênio ingerido) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | Valor – P | | |
|--------------------|------------------------------|--------|--------|-------|--------|-----------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | CV (%) | L | Q | C |
| NUU ¹ | 8,50 | 35,10 | 54,10 | 87,90 | 57,1 | <0,0001 | 0,6182 | 0,8772 |
| NMIC | 81,28 | 95,08 | 100,18 | 95,17 | 16,8 | 0,2506 | 0,1346 | 0,8821 |
| EFM | 107,88 | 103,05 | 112,92 | 97,03 | 14,8 | 0,3035 | 0,4824 | 0,2838 |
| NMICR ² | 98,70 | 83,52 | 75,05 | 54,26 | 18,0 | <0,0001 | 0,6945 | 0,7144 |

¹ $\bar{Y} = 12,4 + 38,8810x$ ($r^2 = 0,9884$); ² $\bar{Y} = 96,785467 - 21,602107x$ ($r^2 = 0,9901$)

A taxa de crescimento exponencial do feto resulta em menos nitrogênio circulando (Gunter et al.; 1990), com diminuição do nitrogênio amoniacal ruminal (Scheaffer et al.; 2001). Segundo Hanks et al. (1993) essas mudanças podem refletir maior eficiência na utilização do nitrogênio ao nível dos tecidos no sistema materno, que poderia resultar em menor formação de uréia no fígado e menor reciclagem para o rúmen. Este contexto pode explicar o não efeito dos níveis de suplementação múltipla sobre o fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC – g/dia).

Não houve efeito ($P > 0,10$) para NMIC e a eficiência de síntese microbiana (EFM - g PBmic/kg NDT) em relação aos níveis de suplementação múltipla. O fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR – g/g de nitrogênio ingerido) apresentou perfil linear decrescente ($P < 0,10$) em função dos diferentes tratamentos (Tabela 5).

Diversos autores em condições tropicais (Lazzarini et al., 2009; Figueiras et al., 2010; Souza et al., 2010) também não encontraram ampliação do NMIC com a

suplementação, comparativamente ao tratamento controle. A estimativa da EFM média de 105 g PBmic/kg NDT foi inferior ao sugerido por Valadares Filho et al. (2010).

Lazzarini et al. (2009) verificaram que a ingestão de nitrogênio foi menor que o NMIC no nível mais baixo de PB da dieta (5,28% PB) e a avaliação do NMICR usando a equação de regressão em função dos níveis de PB na dieta indicou que as estimativas dessas variáveis tornou-se equivalentes entre si em 7,13% de PB.

Neste trabalho não observou-se equivalência entre consumo de nitrogênio e produção de NMIC mesmo com o nível de 54 g de PB/kg de MS da dieta do tratamento controle, reforçando a hipótese de que aumentou a utilização do nitrogênio ao nível dos tecidos que resultou em menor formação de uréia no fígado e menor reciclagem para o rúmen.

Conclusões

Conclui-se que a suplementação múltipla de novilhas prenhes no período seco do ano aumenta o desempenho e melhora o escore de condição corporal, desta forma contribui positivamente para a próxima estação reprodutiva.

O fornecimento de 1,5 kg de suplemento múltiplo com 300 g de PB/kg de MS promove o máximo desempenho.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.89, p.510-519, 2011.
- BARROS, L.V.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Replacement of soybean meal by cottonseed meal 38% in multiple supplements for grazing beef heifers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.852-859, 2011b.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2406-2412, 2006.
- CABRAL, C.H.A.; BAUER, M.O.; CARVALHO, R.C. et al. Desempenho e viabilidade econômica de novilhos suplementados nas águas mantidos em pastagem de capim-marandu. **Revista Caatinga**, v.24, p.173-181, 2011.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle basid on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details**. Ocasional publication. Buchsburnd Aberdeen. Ed. Rowett Research Institute. 1992. 21p.

- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F. et al. Consumo, digestibilidade, excreção de uréia e derivados de purina em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1813–1821, 2006.
- COUTO, V.R.M.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Energy sources and supplementation levels for beef heifers raised during the dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2494-2501, 2010.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na estimação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C. et al. Parameterization of ruminal fiber degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, p.136-146, 2009.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: VII SIMCORTE, 2010. p.191-240.
- FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake and digestibility in cattle under grazing supplemented with nitrogenous compounds during dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1303-1312, 2010.
- FIGUEIREDO, D.M.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Estratégias de suplementação para antecipação da idade à puberdade para novilhas de corte em pastagem tropical. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, p.415-423, 2008.
- GOTTSCHALL, C.S.; LOBATO, J.F.P. Comportamento reprodutivo de vacas de corte primíparas submetidas a três lotações em campo nativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, p.46-57, 1996.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; CONCEIÇÃO, T.R., SIQUEIRA, A.J.S. et al. Variações sanguíneas de uréia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. **A Hora Veterinária**, v.20, p.59-62, 2000.
- GUNTER, S.A.; JUDKINS, M.B.; KRYSL, L.J. et al. Digesta kinetics, ruminal fermentation characteristics and serum metabolites of pregnant and lactating ewes fed chopped alfalfa hay. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3821–3831, 1990.
- HANKS, D.R.; JUDKINS, M.B.; MCCRACKEN, B.A. et al. Effects of pregnancy on digesta kinetics and ruminal fermentation in beef cows. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2809–2814, 1993.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2021-2030, 2009.
- LAZZARINI, I. **Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante os períodos de seca e águas suplementados com compostos nitrogenados e/ou amido**. 2011. 66p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION, 1994, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: 1994. p.450-493.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; MORAES, K.A.K. et al. Uréia em suplementos protéico-energéticos para bovinos de corte durante o período da seca: características nutricionais e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.770-777, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2000. 248p.
- 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., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: IV SIMCORTE, 2004. p.93-139.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: VI SIMCORTE, 2008. p.275-305.
- PEREIRA, K.P.; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A. et al. Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, p. 433-440, 2007.
- PILAU, A.; LOBATO, J.F.P. Desenvolvimento e desempenho reprodutivo de vacas primíparas aos 22/24 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.728-736, 2009a.
- 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, p.214-224, 2004.
- SCHEAFFER, A.N.; CATON, J.S.; BAUER, M.L. et al. Influence of pregnancy on body weight, ruminal characteristics, and visceral organ mass in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2481-2490, 2001.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SOUZA, M.A.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, p.1299-1310, 2010.

- TITGEMEYER; E.C.; ARMENDARIZ, C. K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1059-1063, 2001.
- 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, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2010. 193p.
- VALENTE, E.E.L. **Suplementação de bezerras de corte lactentes e em recria e parâmetros nutricionais de vacas de corte em pastejo**. 2009. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994.
- VIEIRA, A.; LOBATO, J.F.P.; CORRÊA, E.S.C. et al. Desenvolvimento e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore criadas a pasto nos cerrados do Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.186-192, 2006.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.

CAPÍTULO 4

Níveis de suplementação para vacas de corte prenhes em pastejo no período da seca

Resumo – Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de vacas prenhes sob pastejo em *Brachiaria decumbens* Stapf. no período da seca. A área experimental foi quatro piquetes de 3,0 hectares cada, com disponibilidade média de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) de 2582 kg/ha. Os animais experimentais foram 28 vacas prenhes mestiças com predominância de sangue zebuino com peso médio inicial de 446 ± 12 kg. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e sete repetições. Os tratamentos consistiram em suplemento mineral (tratamento controle) e fornecimento de 0,5, 1,0 e 1,5 kg/animal/dia de suplemento múltiplo com 300 g de proteína bruta (PB)/kg de matéria seca (MS). Verificou-se efeito quadrático dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo ($P < 0,10$) sobre o ganho médio diário (GMD) e linear crescente para o escore de condição corporal final (ECCF). Os consumos de MS, matéria orgânica (MO) e nutrientes digestíveis totais (NDT) não apresentaram efeito ($P > 0,10$) com os níveis de fornecimento de suplemento múltiplo. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e MO apresentaram perfis cúbicos ($P < 0,10$) com os níveis de suplementação múltipla. Não houve efeito dos níveis de suplementação múltipla sobre o fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC - g/dia) e eficiência de síntese microbiana (EFM - g PBmic/kg NDT), mas o fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR) apresentou perfil linear decrescente ($P < 0,10$). Conclui-se que o fornecimento de 1,0 kg de suplemento múltiplo otimiza o desempenho de vacas prenhes em pastejo no período da seca.

Palavras chave: ganho de peso, parâmetros nutricionais, suplemento múltiplo

Levels of supplementation for grazing pregnant beef cows during the dry season

Abstract – The objective was to evaluate the effect of providing different levels of multiple supplement on the nutritional characteristics and productive performance of pregnant cows grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. during the dry period. The experimental area was composed of four 3.0-ha paddocks with availability of potentially digestible dry matter of 2,582 kg/ha. It was used 28 crossbred cows with predominance of Zebu breed at body weight of 446 ± 12 kg in a completely randomized experimental design. Treatments consisted of mineral supplement (control treatment) and three levels providing 0.5, 1.0 and 2.0 kg/animal/day of multiple supplement with 300 g crude protein (CP)/kg of dry matter (DM). There was quadratic effect of multiple supplementation ($P < 0.10$) on daily weight gain and linear increase for final body condition score. The intakes of DM, organic matter (OM) and total digestible nutrients (TDN) no effect ($P > 0.10$) with levels of multiple supplement. Coefficients of apparent digestibility of DM and OM had cubic effect ($P < 0.10$) with multiple supplementation levels. No effect ($P > 0.10$) of levels of multiple supplementation on the microbial nitrogen flow and efficiency, but the microbial nitrogen flow in relation to nitrogen intake showed decreasing linear profile ($P < 0.10$). It is concluded that the supply of 1.0 kg of multiple supplement optimizes the performance of grazing cows during the dry season.

Key words: weight gain, nutritional parameters, multiple supplement

Introdução

A cadeia produtiva de gado de corte no Brasil dedica a maior parte dos seus esforços na engorda dos animais pelo fato de ao se concluir essa fase entram os recursos financeiros relativos à venda do boi ao frigorífico.

O quadro comum em muitas propriedades rurais é o prejuízo do desenvolvimento do rebanho de cria em decorrência do crescimento dos machos destinados ao abate, os quais geralmente têm acesso a melhores pastos e ofertas de forragem (Neves et al., 2009).

A atividade de cria apesar de ser a que apresenta a menor rentabilidade dentro da pecuária de corte, é aquela capaz de sustentar as fases de recria e de engorda, pois o sucesso destas depende da qualidade de animais produzidos e ofertados na primeira. Contudo, a fase de cria não envolve somente a criação dos bezerros, mas também dos reprodutores (matrizes e touros).

A nutrição da matriz durante toda sua vida é responsável pela resposta adequada em termos de quantidade de bezerros desmamados por ano, sendo que um dos índices que permitem a avaliação da eficiência reprodutiva é o intervalo entre partos. Vacas mal nutridas e com escore de condição corporal baixo são ineficientes na estação de monta seguinte, sendo que o momento propício para estabelecimento da condição corporal da fêmea ocorre no período pré-parto.

Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes níveis de suplemento múltiplo sobre as características nutricionais, o desempenho produtivo e o escore de condição corporal de vacas gestantes sob pastejo em *Brachiaria decumbens* Stapf. no período da seca.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa – UFV numa área de 12 hectares composta por quatro piquetes para pastejo com lotação contínua, correspondente aos tratamentos, no período de junho a agosto de 2009 durante a seca, com variáveis climáticas conforme a Figura 1.

Durante o período experimental foram avaliados o desempenho produtivo, o escore de condição corporal, o consumo voluntário, características nutricionais (digestibilidade e eficiência microbiana), a composição química da forragem e dos suplementos e a estrutura do pasto.

Os tratamentos consistiram em suplemento mineral (tratamento controle) e fornecimento de 0,5; 1,0 e 1,5 kg/animal/dia de suplemento múltiplo (Tabela 1) com aproximadamente 300 g de proteína bruta (PB)/ kg de matéria seca (MS) composto por farelo de soja (200g/kg), farelo de algodão (200 g/kg), milho (285 g/kg), sorgo (285 g/kg) e mistura uréia: sulfato de amônio na proporção 9:1 (30 g/kg).

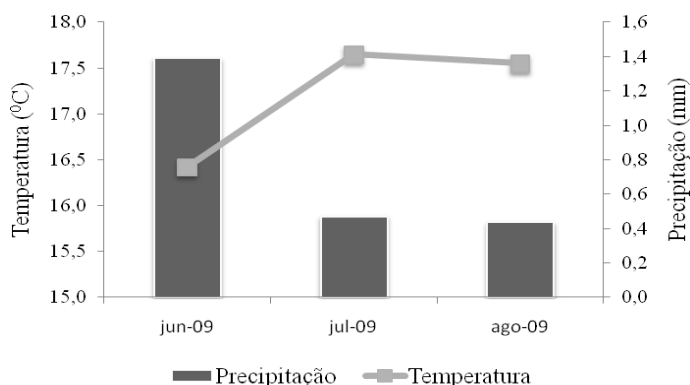


Figura 1 - Precipitação em milímetros (mm) e temperatura média em °C durante o período experimental. (Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola - UFV).

Foram utilizadas 28 vacas mestiças prenhas (3-4,5 meses de gestação) com predominância de sangue zebuino com peso médio inicial de 446±12 kg, devidamente vacinadas e vermifugadas.

A água foi fornecida *ad libitum*. O suplemento múltiplo foi ofertado às 10h00 ao longo de todo o período experimental em cochos cobertos com acesso pelos dois lados. As vacas dos tratamentos com suplemento múltiplo em qualquer um dos níveis de fornecimento receberam a mesma quantidade (80g/animal/dia) de suplemento mineral (Composição com base na matéria natural: fosfato bicálcico, 500,00 g/kg; cloreto de sódio, 477,75 g/kg; sulfato de zinco, 14,00 g/kg; sulfato de cobre, 7,00 g/kg; sulfato de cobalto, 0,50 g/kg; iodeto de potássio, 0,50 g/kg e selenito de sódio, 0,25 g/kg). As novilhas do tratamento controle tiveram acesso irrestrito ao suplemento mineral.

O experimento foi implementado e conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, sete repetições por tratamento e três períodos experimentais de 28 dias.

Os animais foram pesados no início e ao final do experimento, sem jejum e após serem submetidos a jejum de líquidos e sólidos de 14 horas, objetivando reduzir as possíveis diferenças quanto ao enchimento do trato digestivo, bem como a cada ciclo de pastejo de 28 dias, sem jejum, de modo a monitorar o desenvolvimento dos animais. O

ganho de peso total (GPT) foi quantificado pela diferença entre o peso final e inicial em jejum, sendo o ganho médio diário (GMD) a razão entre o GPT e o número de dias experimentais (84). Os animais foram submetidos ao rodízio de piquetes a cada sete dias, visando minimizar as possíveis diferenças em relação à disponibilidade de forragem e características dos piquetes (localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento). O monitoramento do escore de condição corporal (ECC) foi realizado por três indivíduos treinados, utilizando a escala de pontuação recomendada pelo NRC (1996).

Tabela 1 – Composição química do suplemento múltiplo (S. Múltiplo) e *Brachiaria decumbens* Stapf com base na matéria seca (MS) durante os períodos experimentais

| Item | S. Múltiplo | <i>B. decumbens</i> ¹ | | | |
|--------------------|-------------|----------------------------------|------------------------|-----------|--------------|
| | | Período 1 | Período 2 ² | Período 3 | Média |
| | | | g/kg | | |
| Matéria seca | 888,7 | 313,8 | 323,6 | 419,4 | 352,3 ± 33,7 |
| Proteína bruta | 298,5 | 71,0 | 68,0 | 64,9 | 68,0 ± 1,8 |
| Extrato etéreo | 22,4 | 16,5 | 16,9 | 14,3 | 15,9 ± 0,8 |
| FDNcp ³ | 147,6 | 632,4 | 632,8 | 687,8 | 651,0 ± 18,4 |
| Matéria orgânica | 967,2 | 905,3 | 896,3 | 896,5 | 899,4 ± 3,0 |
| CNF ⁴ | 498,7 | 185,4 | 178,6 | 129,5 | 164,5 ± 17,6 |
| Lignina | 15,0 | 39,2 | 39,0 | 44,9 | 41,0 ± 1,9 |

¹Amostras obtidas por simulação manual de pastejo

²Amostra coletada durante o ensaio de digestibilidade

³Fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

⁴Carboidratos não-fibrosos

No décimo quarto dia de cada período experimental foi realizada uma coleta para determinação da massa total de matéria seca/ha. A área a ser amostrada foi demarcada com um quadrado de ferro (vergalhão) de dimensões 0,5 m x 0,5 m, em quatro pontos aleatórios em cada piquete experimental. As amostras foram cortadas rente ao solo com o auxílio de uma tesoura e, posteriormente, foram retiradas alíquotas de cada amostra coletada, sendo confeccionadas amostras compostas para cada piquete. Uma alíquota da amostra composta foi separada em lâmina foliar verde, lâmina foliar seca, colmo+bainha verde e colmo + bainha seco para determinação do percentual dos componentes morfológicos.

Posteriormente, as amostras foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada (60°C), processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e acondicionadas em recipientes previamente identificados para posteriores análises. Procedeu-se à quantificação do teor

de MS (Silva & Queiroz, 2002). Na Figura 2 está demonstrada a massa de forragem em função dos períodos experimentais.

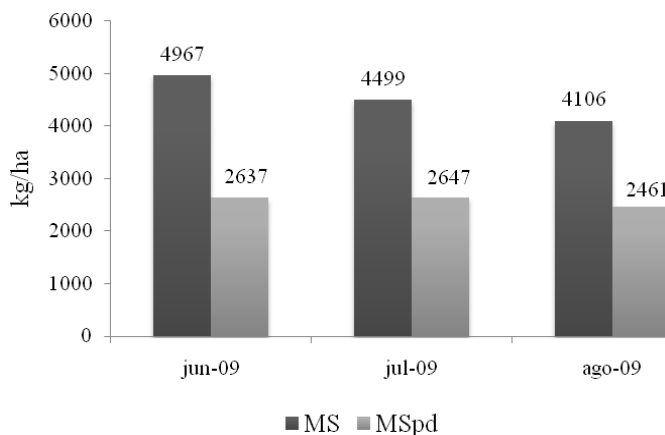


Figura 2 – Massa de matéria seca total (MS) e MS potencialmente digestível (MSpd) durante os períodos experimentais.

A amostragem para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais foi obtida via simulação manual de pastejo também no décimo quarto dia de cada período experimental. As amostras foram secas sob ventilação forçada (60°C), processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e, posteriormente, acondicionadas em recipientes previamente identificados para análises. Durante o ensaio de digestibilidade a simulação manual de pastejo foi realizada no oitavo dia (42º do desempenho produtivo).

Para avaliações das características nutricionais foram utilizadas as mesmas novilhas e área do desempenho produtivo. O ensaio de digestibilidade teve duração de 9 dias, com início no 35º dia do desempenho produtivo e término no 43º dia, sendo os seis primeiros dias de adaptação aos indicadores externos óxido crômico (estimar excreção fecal) e dióxido de titânio (estimar consumo do suplemento) e os três últimos de coleta de fezes em horários diferenciados, 15h00, 10h00 e 7h00.

Foram fornecidos 15 gramas do indicador óxido crômico por animal por dia, introduzidos com auxílio de um aplicador via esôfago às 9h00 e 15 gramas do indicador dióxido de titânio por animal por dia misturado ao suplemento múltiplo.

As fezes foram coletadas imediatamente após a defecação dos animais ou diretamente no reto, em quantidades aproximadas de 200g, identificadas individualmente e secas em estufa com circulação forçada de ar (60°C). Após esse período, as amostras foram processadas em moinho de facas (1 e 2 mm) e elaborou-se amostras compostas dos três dias de coleta.

No 9º dia do ensaio de digestibilidade foi realizada, quatro horas após o fornecimento do suplemento, coleta de amostra “spot” de urina (10mL) em micção espontânea dos animais (Valadares et al., 1999). Após a coleta, as amostras de urina foram diluídas em 40 mL de H₂SO₄ (0,036N) e armazenadas a -20°C para posterior quantificação dos teores de creatinina, uréia e derivados de purina.

As amostras de forragem, fezes e ingredientes utilizados para produção do suplemento, processadas em moinho com peneira de 1 mm, foram avaliadas quanto aos teores de MS, matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) de acordo com as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002); FDN segundo descrições de Mertens (2002), utilizando-se α -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio; as correções para proteína e cinzas na FDN seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente.

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos conforme a equação proposta por Detmann & Valadares Filho (2010):

$$CNF = 100 - [MM + EE + FDN_{cp} + (PB - PBu + U)]$$

em que: CNF = teor de carboidratos não fibrosos; MM = teor de matéria mineral; EE = teor de extrato etéreo; FDN_{cp} = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB = teor de proteína bruta; PBu = teor de proteína bruta oriunda da uréia; e U = teor de uréia. Todos os termos são expressos como % da MS.

As amostras fecais foram avaliadas quanto aos teores de dióxido de titânio segundo técnica colorimétrica descrita por Titgemeyer et al. (2001) e óxido crômico em espectrofotômetro de absorção atômica conforme metodologia descrita por Willians et al. (1962). A excreção fecal foi estimada por intermédio da relação entre dose e concentração fecal do óxido crômico.

Para estimativa do consumo voluntário de forragem foi utilizado o indicador interno FDN_i segundo Detmann et al. (2001), quantificado por procedimentos de incubação *in situ* com sacos de Ankon® (F57) por 288 horas nas amostras processadas a 2 mm. A estimativa foi realizada com a seguinte equação:

$$CIMSP = \frac{[(EF \times CIF_z) - IS]}{CIF_{or}}$$

em que: CIMSP = consumo individual de MS de pasto (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); CIFz = concentração da FDNi nas fezes (kg/kg); IS = consumo de FDNi a partir do suplemento (kg/dia) e CIFO = concentração da FDNi na forragem (kg/kg).

A estimativa do consumo individual de suplemento foi obtida através da seguinte equação:

$$CISup = \frac{(EF \times CIFz)}{IFG} \times SupFG$$

em que: CISup = consumo individual de suplemento (g/dia); EF = excreção fecal (g/dia); CIFz = concentração do dióxido de titânio nas fezes (g/g); IFG = dióxido de titânio presente no suplemento fornecido ao grupo de animais (g/dia); SupFG = quantidade de suplemento fornecida ao grupo de animais (g/dia).

O consumo de MS total (kg/dia) foi estimado pela somatória do CIMSP e CISup.

As amostras de forragem coletadas para avaliação da massa momentânea em determinado período experimental foram avaliadas quanto aos teores de MS, FDN e FDNi conforme descrito anteriormente. O percentual de MS potencialmente digestível (MSpd) na forragem em cada período experimental foi estimado segundo Paulino et al. (2008):

$$MSpd = 0,98 \times (100 - FDN) + (FDN - FDNi)$$

em que: MSpd = teor de MS potencialmente digestível na forragem (% da MS); 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeiro do conteúdo celular; e FDN e FDNi = teores de FDN e FDNi na forragem, respectivamente (% da MS).

As amostras de urina, depois de descongeladas, foram analisadas quanto aos teores de creatinina, segundo o método de Jaffé modificado; ácido úrico, por método enzimático-colorimétrico com fator clareante de lípidos; alantoína, segundo método colorimétrico descrito por Chen & Gomes (1992); e uréia pelo método Urease/GLDH.

O volume total urinário foi estimado por intermédio da relação entre excreção diária de creatinina em função do peso corporal e concentração de creatinina na urina. A excreção de creatinina por unidade de peso corporal foi obtida segundo equação (Chizzotti et al., 2006):

$$EC = 32,27 - 0,01093 \times PC$$

em que: EC = excreção diária de creatinina (mg/kg PV); e PC = peso corporal (kg).

A excreção urinária diária de uréia foi estimada pelo produto entre sua concentração nas amostras “spot” de urina e o valor estimado do volume urinário.

A excreção de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina.

As purinas absorvidas foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas por intermédio da equação (Barbosa et al., 2011):

$$PA = \frac{DP - 0,301 \times PC^{0,75}}{0,80}$$

em que: PA = purinas absorvidas (mmol/dia); DP = excreção de derivados de purinas (mmol/dia); 0,301 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico ($PC^{0,75}$); e 0,80 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados microbianos foi estimada em função das PA utilizando a equação descrita por Chen & Gomes (1992):

$$N_{mic} = \frac{70 \times PA}{0,83 \times R \times 1000}$$

em que: N_{mic} = fluxo de compostos nitrogenados microbianos no intestino delgado (g/dia); R = relação $N_{RNA}:N_{TOTAL}$ nas bactérias; 70 = conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol); e 0,83 = digestibilidade intestinal das purinas microbianas. Adotou-se a relação $N_{RNA}:N_{TOTAL}$ de 0,134, conforme Valadares et al. (1999).

O experimento foi analisado em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos (suplemento mineral e quatro níveis de fornecimento de suplemento múltiplo) e sete repetições. Após a análise de variância, os tratamentos foram comparados por intermédio da decomposição ortogonal da soma de quadrados de tratamentos em efeitos de ordem linear, quadrática e cúbica relativo ao efeito do nível de suplementação, com posterior ajuste de equações de regressão linear. Considerou-se a ordem de parição (primípara e múltipara) como critério para controle local

Os procedimentos estatísticos foram conduzidos por intermédio do PROC GLM do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2), adotando-se 0,10 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I e o escore de condição corporal como covariável.

Resultados e Discussão

A avaliação da produção e qualidade da MS do pasto é primordial no sistema de bovinos em pastejo, pois este constitui o alimento basal para o animal que seleciona e colhe o material a ser consumido.

Desta forma, considera-se adequado discorrer sobre a produção de MSpd que corresponde à fração potencialmente convertível em produto animal, pois integra quantidade e qualidade independente da época do ano.

As massas médias (Figura 2) durante todo o período experimental de MS e MSpd foram 4524 e 2582 kg/ha, respectivamente. A massa de MSpd expressa em função do peso corporal (PC) foi de 27,6 g/kg, aquém do valor de 40 a 50 g MSpd/kg de PC dos animais sugerido por Paulino et al. (2004) visando associar produção por animal e por área satisfatórias.

Devido à reconhecida estacionalidade de produção “quali-quantitativa” das forrageiras tropicais, a definição de estratégias de manejo de pastejo baseadas na condição do pasto deverá estabelecer alvos de manejo para cada época do ano, sendo que na época da seca deve-se minimizar a diferenciação morfológica e conviver com a senescência (Paulino et al., 2008).

Neste período a produção forrageira é severamente reduzida, a senescência de folhas e perfilhos acelerada, e os pastos tropicais, especialmente aqueles mantidos sob pastejo, apresentam normalmente baixa disponibilidade de forragem de boa qualidade (Santos et al., 2004).

Com o avanço no período seco do ano, aumentou o percentual de lâmina foliar seca e colmo+bainha seco, ou seja, material morto e de baixo valor nutritivo, os componentes morfológicos do pasto são apresentados na Figura 3.

O ganho de peso dos animais é influenciado linear e negativamente pela disponibilidade de forragem morta (Santos et al., 2004) e linear e positivamente pela a massa de forragem verde (Cabral et al., 2011), composta por lâmina foliar verde e colmo+bainha verde.

Em seu procedimento de alimentação os herbívoros têm o desafio de se alimentar de um recurso que é complexo e dinâmico no tempo e no espaço, sendo a porção potencialmente pastejável e desejável de um dossel forrageiro a camada representada pelas lâminas foliares.

O teor médio de 68 g PB/kg de MS da forragem estava abaixo do limite mínimo necessário para manter o crescimento microbiano e promover a digestão de carboidratos

fibrosos de forragem de baixa qualidade (Lazzarini et al., 2009). A composição do pasto e suplemento múltiplo pode ser visualizada na Tabela 1.

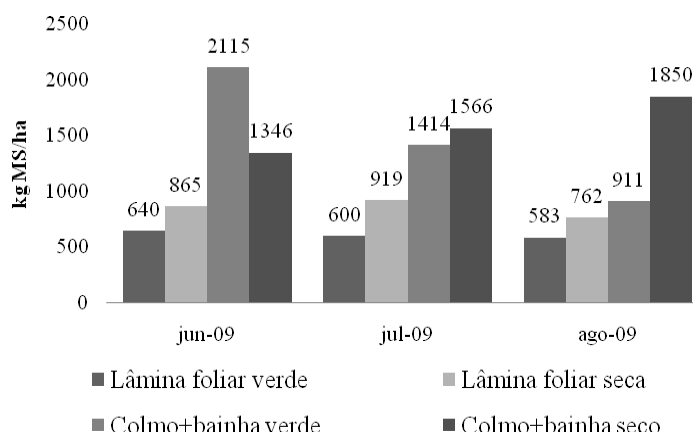


Figura 3 – Massa dos componentes morfológicos do pasto durante os períodos experimentais.

O ganho médio diário (GMD) apresentou padrão quadrático ($P < 0,10$) para os níveis de suplementação múltipla (Tabela 2), com o máximo desempenho no nível de 0,98 kg de fornecimento de suplemento múltiplo.

Tabela 2 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) para peso corporal inicial (PCI) em kg, peso corporal final (PCF) em kg, ganho médio diário (GMD) em g, escore de condição corporal inicial (ECCI) e escore de condição corporal final (ECCF) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | Valor – P | | |
|-------------------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | CV (%) | L | Q | C |
| PCI | 456,9 | 447,2 | 446,7 | 429,9 | – | – | – | – |
| PCF | 490,5 | 485,4 | 496,8 | 470,6 | 8,9 | 0,5402 | 0,5547 | 0,5415 |
| GMD ¹ | 391,2 | 445,1 | 582,5 | 472,7 | 25,0 | 0,0799 | 0,0950 | 0,1674 |
| ECCI | 5,94 | 5,90 | 5,63 | 5,56 | – | – | – | – |
| ECCF ² | 6,04 | 6,07 | 6,53 | 6,83 | 3,5 | <0,0001 | 0,2045 | 0,2175 |

¹ $\hat{Y} = 374,66 + 321,9300x - 163,7000x^2$ ($R^2 = 0,7190$); ² $\hat{Y} = 5,94 + 0,5660x$ ($r^2 = 0,9183$)

A diminuição da eficiência de ganho à medida que aumentou o teor de suplemento na dieta destaca o efeito da suplementação catalítica de substratos microbianos essenciais limitantes citado por Paulino et al. (2008). O princípio básico na suplementação a pasto deve ser ausência de efeito substitutivo da forragem pelo suplemento com a promoção da ingestão e da digestibilidade de nutrientes.

O escore de condição corporal final (ECCF) apresentou padrão linear positivo ($P < 0,10$) corroborando com os dados de Ruas et al. (2000) trabalhando com suplementação protéica de vacas Nelore. A avaliação do ECC é eficiente pelo fato de levar em consideração o acúmulo de reservas corporais das quais a fêmea dispõe para mobilizar durante a fase posterior de aleitamento (Oliveira et al., 2006).

O escore de condição corporal inicial (ECCI) das vacas foi superior ao ECC mínimo ao parto (5,0) recomendado pelo NRC (2000) para que as fêmeas tenham um bom desempenho reprodutivo na próxima estação de monta, demonstrando a importância das características quantitativas e qualitativas do alimento basal, pois estes animais estavam a pasto apenas com suplementação mineral durante o período das águas que antecedeu este experimento.

As fêmeas do tratamento controle mantiveram o ECC, com um pequeno aumento para o nível de 0,5 kg de fornecimento de suplemento múltiplo e diferença expressiva à medida que aumentou o nível de suplementação (Figura 4).

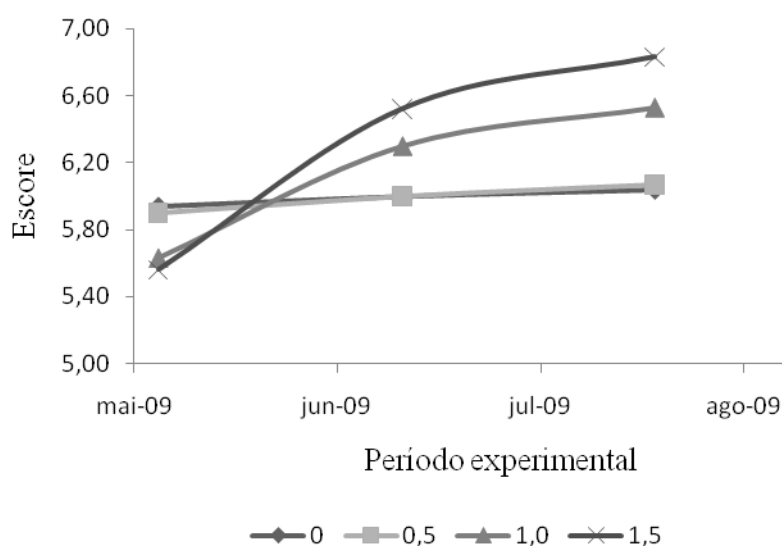


Figura 4 – Evolução do escore de condição corporal (ECC) no decorrer do período experimental.

Ruas et al. (2000) não observaram alteração do ECC das vacas sem suplementação ao longo do período avaliado e houve aumento de forma linear do ECC nos tratamentos em que os animais receberam suplementação (1 ou 2 kg de concentrado por vaca por dia).

Observou-se efeito linear crescente ($P > 0,10$) dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo sobre os consumos de PB, extrato etéreo (EE) e carboidratos não fibrosos (CNF). Não houve efeito ($P > 0,10$) para os consumos de MS (kg/dia), MS do

pasto (MSP), matéria orgânica (MO), MO do pasto (MOP), fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), FDN indigestível (FDNi), FDN digerida (FDND) e nutrientes digestíveis totais (NDT) (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) para os consumos de matéria seca total (MS), MS de pasto (MSP), matéria orgânica (MO), MO de pasto (MOP), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), FDN digerida (FDND) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | CV (%) | Valor – P | | |
|-------|------------------------------|-------|--------|-------|--------|-----------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | | L | Q | C |
| | kg/dia | | | | | | | |
| MS | 9,026 | 9,287 | 10,195 | 9,810 | 19,4 | 0,3541 | 0,6923 | 0,6069 |
| MSP | 9,026 | 8,806 | 9,247 | 8,445 | 18,9 | 0,6716 | 0,6807 | 0,5822 |
| MO | 8,090 | 8,358 | 9,205 | 8,889 | 19,5 | 0,3082 | 0,6934 | 0,6089 |
| MOP | 8,090 | 7,893 | 8,288 | 5,569 | 18,9 | 0,6716 | 0,6807 | 0,5822 |
| PB | 0,621 | 0,745 | 0,918 | 0,991 | 22,4 | 0,0009 | 0,7392 | 0,6897 |
| EE | 0,153 | 0,162 | 0,183 | 0,181 | 19,9 | 0,0965 | 0,7011 | 0,6248 |
| CNF | 1,626 | 1,813 | 2,124 | 2,189 | 20,8 | 0,0120 | 0,7173 | 0,6523 |
| FDNcp | 5,717 | 5,663 | 6,029 | 5,601 | 19,0 | 0,9924 | 0,6837 | 0,5893 |
| FDNi | 1,765 | 1,737 | 1,839 | 1,697 | 19,0 | 0,8692 | 0,6825 | 0,5865 |
| FDND | 3,694 | 3,820 | 3,994 | 3,637 | 18,0 | 0,9992 | 0,4032 | 0,6800 |
| NDT | 5,090 | 5,588 | 6,146 | 5,925 | 19,7 | 0,1445 | 0,4471 | 0,7151 |
| | g/kg de peso vivo | | | | | | | |
| MS | 18,65 | 19,45 | 20,97 | 21,38 | 14,1 | 0,0740 | 0,8844 | 0,7459 |
| MSP | 18,65 | 18,49 | 19,05 | 18,51 | 13,7 | 0,9770 | 0,8589 | 0,7293 |
| MO | 18,10 | 18,70 | 20,59 | 19,89 | 19,5 | 0,3082 | 0,6934 | 0,6090 |
| MOP | 18,10 | 17,66 | 18,54 | 16,93 | 18,9 | 0,6716 | 0,6807 | 0,5822 |
| FDNcp | 12,79 | 12,67 | 13,49 | 12,53 | 19,0 | 0,9924 | 0,6837 | 0,5892 |
| FDNi | 3,65 | 3,65 | 3,79 | 3,72 | 13,7 | 0,7038 | 0,8635 | 0,7319 |

¹/ $\hat{Y} = 0,63 + 0,2566x$ ($r^2 = 0,9791$); ²/ $\hat{Y} = 0,15 + 0,0210x$ ($r^2 = 0,8576$); ³/ $\hat{Y} = 1,64 + 0,4000x$ ($r^2 = 0,9498$); ⁴/ $\hat{Y} = 18,66 + 1,9420x$ ($r^2 = 0,9582$)

Os perfis crescentes dos consumos de PB, EE e CNF ocorreram pelo aumento do fornecimento de suplemento múltiplo nos diferentes tratamentos e este foi a maior fonte destes nutrientes (Tabela 1) comparativamente ao pasto. Em contrapartida, os consumos de FDNcp e FDNi apresentaram o mesmo perfil ($P > 0,10$) do consumo de MSP (Tabela 3), pois a fonte primordial destas frações era a forragem.

A suplementação múltipla apesar de aumentar o teor de PB da dieta não promoveu aumento significativo na extração de energia a partir da FDN, pois, não

houve efeito sobre o consumo de FDND e a ampliação nos consumos de PB, EE e CNF não foram suficientes para aumentar o consumo de NDT.

O consumo de MS (g/kg PC) apresentou padrão linear com os níveis de suplementação múltipla e a média entre os tratamentos foi de 20,11 g/kg PC, valor próximo ao encontrado por Valente (2009) de 20,7 g/kg de PC no ano anterior com o mesmo rebanho de fêmeas.

Resultados obtidos em condições tropicais com forragens de baixa qualidade indicam que respostas diretas sobre o consumo total ou de componentes digeridos são estimuladas pela suplementação com compostos nitrogenados até níveis de 80 a 100 g PB/kg de MS na dieta (Lazzarini et al., 2009; Detmann et al., 2010; Figueiras et al., 2010). A partir deste ponto, as respostas a este tipo de suplementação se tornam pouco evidentes sobre o consumo e as perdas de compostos nitrogenados passam a ser mais proeminentes (Detmann et al., 2009).

Os níveis médios de PB na dieta, calculados a partir da razão entre o consumo total de PB (pasto e suplemento) e o consumo total de MS foram de 68; 80; 90 e 101 g/kg, respectivamente, para os tratamentos 0; 0,5; 1,0 e 1,5 kg suplemento/animal/dia, mas, neste trabalho não ocorreu suplementação exclusiva com compostos nitrogenados como citado pelos autores acima e, provavelmente, este seja o motivo da não maximização no consumo da FDND.

As relações NDT/PB das dietas para os diferentes tratamentos, a partir do controle até 1,5 kg suplemento/animal/dia, foram 8,2; 7,5; 6,7 e 6, sendo que o máximo desempenho ocorreu no nível de suplementação que promoveu a relação NDT/PB mais próxima à recomendada pelo NRC (2000) de 6,5 para manutenção e ganho de PC de 500 g/dia (Figura 5).

A razão entre proteína metabolizável e energia metabolizável aqui representada pela relação NDT/PB, constitui um dos fatores determinantes do consumo (Illius e Jessop, 1996) e os ajustes realizados pelo animal à respeito do aumento ou diminuição da utilização da fibra (digestibilidade da FDNcp, Tabela 4).

A digestibilidade aparente total da MS e MO apresentaram perfis cúbicos ($P < 0,10$) com pontos de máximo em 0,64 e 0,68 kg de fornecimento de suplemento múltiplo, respectivamente (Tabela 4). As menores digestibilidades aparente da MS e MO ocorreram em 1,33 e 1,29 kg de suplemento/animal/dia.

O suplemento múltiplo além de aumentar o nível de PB na dieta também incrementou o teor de CNF o que pode ter ocasionado competição entre microrganismos fermentadores de CNF e fibrolíticos em maiores níveis de

suplementação múltipla, o que levou a efeitos negativos sobre a degradação da FDN (Tabela 4), o chamado "efeito de carboidratos" (Costa et al, 2008). Neste contexto, o baixo nível de suplementação ("suplementação catalítica") foi suficiente para suprir os substratos microbianos essenciais limitantes e maximizar a degradação da FDNcp.

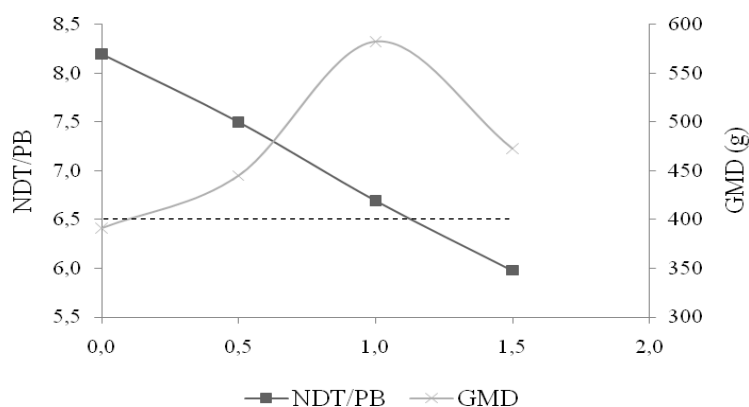


Figura 5 – Relação entre nível de nutrientes digestíveis totais e de proteína bruta (NDT/PB) e o desempenho (GMD) em g de acordo com o consumo de suplemento múltiplo nos diferentes tratamentos. A linha pontilhada representa a relação NDT/PB ditada pela exigência nutricional para manutenção e ganho de 0,5 kg/dia segundo dados do NRC (2000).

Tabela 4 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV), indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) para a digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não fibrosos (DCNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp) e para os níveis de nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | CV (%) | Valor - P | | |
|---------------------|------------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | | L | Q | C |
| DMS ¹ | 59,63 | 63,00 | 62,69 | 62,48 | 1,7 | 0,0003 | 0,0006 | 0,0919 |
| DMO ² | 62,41 | 65,92 | 65,79 | 65,77 | 1,5 | <0,0001 | 0,0003 | 0,0672 |
| DPB ³ | 46,01 | 55,38 | 56,51 | 60,18 | 7,1 | <0,0001 | 0,0886 | 0,1814 |
| DEE ⁴ | 4,28 | 20,21 | 13,66 | 3,74 | 116,0 | 0,7171 | 0,0200 | 0,4536 |
| DCNF ⁵ | 66,35 | 69,37 | 73,22 | 75,42 | 6,3 | 0,0009 | 0,8270 | 0,7848 |
| DFDNcp ⁶ | 64,61 | 67,55 | 66,38 | 65,34 | 2,5 | 0,7376 | 0,0089 | 0,2199 |
| NDT ⁷ | 56,05 | 60,02 | 60,17 | 60,40 | 1,9 | <0,0001 | 0,0007 | 0,1038 |

¹/ $\hat{Y} = 59,63 + 12,9400x - 14,9200x^2 + 5,0400x^3$ ($R^2 = 1,000$); ²/ $\hat{Y} = 62,41 + 13,1600x - 14,7800x^2 + 5,0000x^3$ ($R^2 = 1,0000$); ³/ $\hat{Y} = 46,55 + 17,2780x - 5,7000x^2$ ($R^2 = 0,9468$); ⁴/ $\hat{Y} = 5,24 + 37,1410x - 25,8500x^2$ ($R^2 = 0,9032$); ⁵/ $\hat{Y} = 66,43 + 6,2120x$ ($r^2 = 0,9902$); ⁶/ $\hat{Y} = 64,82 + 6,1740x - 3,9800x^2$ ($R^2 = 0,8170$); ⁷/ $\hat{Y} = 56,25 + 8,2500x - 3,7400x^2$ ($R^2 = 0,9414$)

Os níveis de suplementação múltipla promoveram efeito quadrático ($P < 0,10$) sobre a digestibilidade aparente da PB e EE, digestibilidade da FDN_{cp} e NDT. A máxima digestibilidade para cada uma das variáveis descritas acima ocorreram em 1,52; 0,72; 0,78 e 1,1 kg, respectivamente. Contudo, na digestibilidade aparente da PB o ponto máximo ocorreu fora do domínio dos níveis de suplementação analisados neste trabalho e deve ser observada como uma relação linear com os tratamentos.

A digestibilidade aparente de CNF apresentou perfil linear positivo ($P < 0,10$) com os níveis de fornecimento de suplemento. As digestibilidades aparente da PB, EE e CNF foram menores para o tratamento controle pelo efeito da maior proporção da fração metabólica fecal em relação ao nutriente ingerido (Cabral et al., 2006; Barros et al., 2011b).

Para o cálculo do NDT utiliza-se informações das digestibilidades de PB, EE, CNF e FDN_{cp}, por esse motivo seu máximo valor ocorre em um nível de suplementação intermediário entre as máximas digestibilidades destas frações.

Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,10$) dos níveis de fornecimento de suplemento múltiplo sobre a excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU – g/dia), padrão semelhante ao encontrado por diversos autores (Pereira et al., 2007; Moraes et al., 2009; Figueiras et al., 2010; Couto et al., 2010).

Tabela 5 – Médias de quadrados mínimos, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para efeito de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) para excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU – g/dia), fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC – g/dia), eficiência de síntese microbiana (EFM) expressa como g PB_{mic}/kg NDT consumido e fluxo de compostos nitrogenados microbiano em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR – g/g de nitrogênio ingerido) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Suplemento Múltiplo (kg/dia) | | | | | Valor – P | | |
|--------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|
| | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | CV (%) | L | Q | C |
| NUU ¹ | 38,30 | 67,80 | 80,20 | 108,00 | 35,6 | <0,0001 | 0,9339 | 0,5127 |
| NMIC | 93,12 | 110,96 | 119,06 | 110,19 | 20,6 | 0,2319 | 0,1925 | 0,8768 |
| EFM | 115,11 | 125,41 | 120,15 | 121,47 | 11,81 | 0,6539 | 0,4810 | 0,4571 |
| NMICR ² | 75,99 | 80,21 | 70,73 | 66,48 | 13,75 | 0,0954 | 0,3520 | 0,3714 |

¹ $\hat{Y} = 40,4 + 44,3000x$ ($r^2 = 0,9786$); ² $\hat{Y} = 79,05 - 7,6020x$ ($r^2 = 0,6683$)

A concentração de uréia encontrada na urina está correlacionada positivamente às concentrações de nitrogênio no plasma e com a ingestão de PB (Van Soest, 1994).

Desta forma o NUU é indicador da eficiência de utilização do nitrogênio ruminal e do equilíbrio na relação proteína/energia da dieta.

A gestação reflete em maior eficiência na utilização do nitrogênio ao nível dos tecidos no sistema materno (Hanks et al., 1993; Scheaffer et al., 2001) que poderia resultar em menor formação de uréia no fígado, menor reciclagem para o rúmen e excreção na urina.

Não houve efeito ($P > 0,10$) para NMIC e a eficiência de síntese microbiana (EFM - g PBmic/kg NDT) em relação aos níveis de suplementação múltipla. O fluxo de compostos nitrogenados microbianos em relação ao nitrogênio ingerido (NMICR – g/g de nitrogênio ingerido) apresentou perfil linear decrescente ($P < 0,10$) em função dos diferentes tratamentos (Tabela 5).

Diversos autores em condições tropicais (Lazzarini et al., 2009; Figueiras et al., 2010; Souza et al., 2010) também não encontraram ampliação do NMIC com a suplementação, comparativamente ao tratamento controle. A estimativa da EFM média de 120,5 g PBmic/kg NDT está próximo ao sugerido por Valadares Filho et al. (2010).

Lazzarini et al. (2009) verificaram que a ingestão de nitrogênio foi menor que o NMIC no nível mais baixo de PB da dieta (5,28% PB) e a avaliação do NMICR usando a equação de regressão em função dos níveis de PB na dieta indicou que as estimativas dessas variáveis tornou-se equivalentes entre si em 7,13% de PB.

Neste trabalho não observou-se equivalência entre consumo de nitrogênio e produção de NMIC mesmo com o nível de 6,8% de PB na dieta dos animais do tratamento controle, provavelmente devido ao aumento da utilização do nitrogênio ao nível dos tecidos que resultou em menor formação de uréia no fígado e menor reciclagem para o rúmen.

Conclusões

Conclui-se que a suplementação múltipla otimiza o desempenho de vacas prenhes em pastejo no período da seca e promove o aumento do ECC que pode garantir melhor desempenho reprodutivo na próxima estação de monta.

O nível de fornecimento de 1,0 kg de suplemento múltiplo com 300 g PB/kg de MS maximiza o desempenho de vacas a pasto no período seco do ano.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.89, p.510-519, 2011.
- BARROS, L.V.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Replacement of soybean meal by cottonseed meal 38% in multiple supplements for grazing beef heifers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.852-859, 2011b.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2406-2412, 2006.
- CABRAL, C.H.A.; BAUER, M.O.; CARVALHO, R.C. et al. Desempenho e viabilidade econômica de novilhos suplementados nas águas mantidos em pastagem de capim-marandu. **Revista Caatinga**, v.24, p.173-181, 2011.
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função de suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.494-503, 2008.
- COUTO, V.R.M.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Energy sources and supplementation levels for beef heifers raised during the dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2494-2501, 2010.
- 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. Buchsburnnd Aberdeen. Ed. Rowett Research Institute. 1992. 21p.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F. et al. Consumo, digestibilidade, excreção de uréia e derivados de purina em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, p.1813-1821, 2006
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na estimação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C. et al. Parameterization of ruminal fiber degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, p.136-146, 2009.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3., 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: IV SIMCORTE, 2010. p.191-240.

- FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake and digestibility in cattle under grazing supplemented with nitrogenous compounds during dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1303-1312, 2010.
- HANKS, D.R.; JUDKINS, M.B.; MCCRACKEN, B.A. et al. Effects of pregnancy on digesta kinetics and ruminal fermentation in beef cows. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2809-2814, 1993.
- ILLIUS, A.W.; JESSOP, N.S. Metabolic Constraints on voluntary intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3052-3062, 1996.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2021-2030, 2009.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; MORAES, K.A.K. et al. Uréia em suplementos protéico-energéticos para bovinos de corte durante o período da seca: características nutricionais e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.770-777, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2000. 248p.
- NEVES, F.P.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. et al. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1532-1542, 2009.
- OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A.F.; LADEIRA, M.M. et al. Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.7, p.57-86, 2006.
- 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., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: IV SIMCORTE, 2004. p.93-139.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: VI SIMCORTE, 2008. p.275-305.
- PEREIRA, K.P.; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A. et al. Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, p. 433-440, 2007.
- RUAS, J.R.M.; TORRES, C.A.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeito da suplementação protéica a pasto sobre consumo de forragens, ganho de peso e condição corporal, em vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.930-934, 2000.

- 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, p.214-224, 2004.
- SCHEAFFER, A.N.; CATON, J.S.; BAUER, M.L. et al. Influence of pregnancy on body weight, ruminal characteristics, and visceral organ mass in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2481-2490, 2001.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SOUZA, M.A.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, p.1299-1310, 2010.
- TITGEMEYER; E.C.; ARMENDARIZ, C. K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**. v.79, p.1059-1063, 2001.
- 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, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2010. 193p.
- VALENTE, E.E.L. **Suplementação de bezerras de corte lactentes e em recria e parâmetros nutricionais de vacas de corte em pastejo**. 2009. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.