

LÍVIA VIEIRA DE BARROS

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA FÊMEAS  
BOVINAS DE CORTE EM DIFERENTES FASES DO CICLO  
PRODUTIVO**

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  
2012

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

T

B277e  
2012

Barros, Livia Vieira de, 1986-

Estratégias de suplementação para fêmeas bovinas de corte em diferentes fases do ciclo produtivo / Livia Vieira de Barros. – Viçosa, MG, 2012.  
xi, 95f. : il. ; 29cm.

Orientador: Mário Fonseca Paulino

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Bovino de corte - Nutrição. 2. Pastejo. 3. Proteína na nutrição animal. 4. Rações - Análise. 5. Suplementos proteicos. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.  
II. Título.

CDD 22. ed. 636.2085

LÍVIA VIEIRA DE BARROS

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA FÊMEAS  
BOVINAS DE CORTE EM DIFERENTES FASES DO CICLO  
PRODUTIVO**

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: 19 de novembro de 2012.



---

Mário Luiz Chizzotti



---

Eduardo Henrique Bevilacqua Kling de  
Moraes



---

Luciana Navajas Renno  
(Coorientadora)



---

Sebastião de Campos Valadares Filho  
(Coorientador)



---

Mário Fonseca Paulino  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao INCT- CA pelo apoio financeiro de parte dessa pesquisa.

A Capes e a FAPEMIG pelo financiamento de parte dessa pesquisa.

Ao Prof. Mário Fonseca Paulino, pela excelente orientação.

Ao Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, pela dedicação a este trabalho.

Ao Professor Edenio Detmann, pelas fundamentais colaborações na estatística deste trabalho.

Aos professores Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes, Luciana Navajas Rennó e Mário Luiz Chizzotti pelas contribuições para melhorar a qualidade deste trabalho.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos.

Aos amigos e colaboradores de trabalho: Sidnei, Eriton, Victor, Nelcino, Carla Heloisa, Aline, Daniel, Roberta, Leonardo, Taylon, Lucas, Ivan e Javier pela fundamental ajuda na condução dos trabalhos de campo.

Aos funcionários do Laboratório de Animais: Marcelo e “Pum” e do Laboratório de Nutrição Animal: Wellington, Monteiro, Fernando, e Plínio, pela colaboração durante as análises laboratoriais.

Aos funcionários do setor de Bovinocultura de Corte do DZO: Nelson, Nourival e João, pela fundamental ajuda durante a realização do experimento.

A secretária da Pós-Graduação em Zootecnia: Fernanda, por tirar minhas dúvidas em relação as questões burocráticas da Pós-Graduação.

Aos meus pais Sebastião e Rosani, aos meus irmãos Aline e Davi e ao Felipe.

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**

LÍVIA VIEIRA DE BARROS, filha de Sebastião Eurestes de Barros e Rosani Fernandes Vieira de Barros, nasceu em Senador Firmino, Minas Gerais, em 19 de maio de 1986.

Em março de 2004, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, no curso de Zootecnia, colando grau em 25 de julho de 2008.

Em agosto de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro de 2010.

Em março de 2010 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 19 de novembro de 2012.

## Índice

|                                                                                                                                                              | Página |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| RESUMO.....                                                                                                                                                  | vi     |
| ABSTRACT.....                                                                                                                                                | ix     |
| INTRODUÇÃO GERAL.....                                                                                                                                        | 1      |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                                                                                              | 8      |
| <br>CAPÍTULO 1 – Suplementação de bezerras de corte lactentes em sistema de <i>creep-feeding</i> e parâmetros nutricionais de vaca de corte em pastejo       | 10     |
| Resumo.....                                                                                                                                                  | 10     |
| Abstract.....                                                                                                                                                | 11     |
| Introdução.....                                                                                                                                              | 12     |
| Material e Métodos.....                                                                                                                                      | 13     |
| Resultados .....                                                                                                                                             | 20     |
| Discussão .....                                                                                                                                              | 26     |
| Conclusões.....                                                                                                                                              | 33     |
| Referências Bibliográficas.....                                                                                                                              | 34     |
| <br>CAPÍTULO 2 - Desempenho produtivo e nutricional de novilhas de corte em pastejo suplementadas no período da seca e/ou no período de transição seca-águas | 37     |
| Resumo.....                                                                                                                                                  | 37     |
| Abstract.....                                                                                                                                                | 38     |
| Introdução.....                                                                                                                                              | 39     |
| Material e Métodos.....                                                                                                                                      | 40     |
| Resultados.....                                                                                                                                              | 48     |
| Discussão.....                                                                                                                                               | 55     |
| Conclusões.....                                                                                                                                              | 62     |
| Referências Bibliográficas.....                                                                                                                              | 63     |

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO 3 - Níveis crescentes de proteína bruta em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo no período das águas | 66 |
| Resumo.....                                                                                                                       | 66 |
| Abstract.....                                                                                                                     | 67 |
| Introdução.....                                                                                                                   | 68 |
| Material e Métodos.....                                                                                                           | 69 |
| Resultados.....                                                                                                                   | 76 |
| Discussão.....                                                                                                                    | 83 |
| Conclusões.....                                                                                                                   | 90 |
| Referências Bibliográficas.....                                                                                                   | 91 |
| Conclusões Gerais .....                                                                                                           | 94 |

## RESUMO

BARROS, Livia Vieira de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Novembro de 2012. **Estratégias de suplementação para fêmeas bovinas de corte em diferentes fases do ciclo produtivo.** Orientador: Mário Fonseca Paulino. Coorientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Luciana Navajas Rennó.

Este trabalho foi elaborado a partir de três experimentos com fêmeas bovinas de corte submetidas a diferentes estratégias de suplementação a pasto. No primeiro experimento, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e nutricional de bezerras lactentes recebendo mistura mineral ou suplementos múltiplos e a produção de leite, o consumo e a digestibilidade do pasto consumido por vacas de corte, em pastagens de *Uruchloa decumbens*. Utilizaram-se 48 bezerras de corte, mestiças com predominância de sangue zebu, lactentes, com idade média de 5 meses e peso médio inicial de  $125,4 \pm 1,34$  kg, e suas respectivas mães com peso inicial médio de  $435,2 \pm 10,3$  kg. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os suplementos continham aproximadamente 25% de proteína bruta (PB) e substituição progressiva do farelo de soja (FS) pelo farelo de algodão 38% (FA) e uréia nos níveis de 0; 33; 67 e 100% para os tratamentos FA<sub>0</sub>, FA<sub>33</sub>, FA<sub>67</sub> e FA<sub>100</sub>, respectivamente. Os animais do tratamento controle (MM) receberam exclusivamente mistura mineral *ad libitum*; nos demais tratamentos os suplementos múltiplos foram fornecidos na quantidade de 0,5 kg/animal/dia. O ganho médio diário (g) foi 687,8; 733,2; 820,0; 760,6 e 764,5, respectivamente para os tratamentos MM, FA<sub>0</sub>, FA<sub>33</sub>, FA<sub>67</sub> e FA<sub>100</sub>. As bezerras suplementadas com suplementos múltiplos apresentaram maior ganho em peso. Não se verificou efeito dos níveis de FA ( $P > 0,10$ ) sobre o ganho médio diário. Os consumos em kg/dia de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF), MS digerida e nutrientes digestíveis totais foram superiores ( $P < 0,10$ ) para os animais suplementados com suplementos múltiplos em relação aos animais que receberam apenas mistura mineral. Entre os níveis de substituição do FS por FA observou-se efeito linear decrescente com o aumento do nível de FA sobre o consumo de MS digerida e fibra em detergente neutro digerida. Os coeficientes de digestibilidade aparente totais da MS, MO, PB e CNF foram superiores ( $P < 0,10$ ) para os animais que receberam suplementos múltiplos. Entre os níveis de substituição do FS pelo FA observou-se efeito linear decrescente sobre a digestibilidade da fibra em detergente neutro. A suplementação das bezerras não influenciou o desempenho das vacas, a produção de leite e o consumo de componentes da dieta pelas



vacas ( $P>0,10$ ). Conclui-se que a utilização de suplementos múltiplos no período pré-desmama, propicia maior ganho de peso das bezerras. No segundo experimento, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação com suplemento múltiplo ou mistura mineral durante o período da seca (fase 1) e/ou transição seca-águas (fase 2) sobre as variáveis nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas de corte, mestiças com predominância de sangue zebu em pastagem de *Uruchloa decumbens*. Utilizaram-se 40 novilhas com idade e peso médio iniciais, de 8 meses e  $200 \pm 3,74$  kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 10 repetições. Na fase 1, dois grupos de animais receberam suplemento múltiplo e os outros dois grupos receberam apenas mistura mineral *ad libitum*. Na fase 2 do experimento, dos dois grupos que receberam suplemento múltiplo, um continuou a receber o suplemento múltiplo e o outro passou a receber apenas mistura mineral *ad libitum*. Já com relação aos dois grupos que receberam apenas mistura mineral na fase 1, um continuou a receber mistura mineral e o outro passou a receber suplemento múltiplo. Na fase 1, os animais suplementados com suplementos múltiplos tiveram maior ganho médio diário (GMD), a suplementação múltipla aumentou os consumos em kg/dia de MS, MO, PB, CNF, matéria seca digerida (MSD) e nutrientes digestíveis totais (NDT) e melhorou a digestibilidade de todos os constituintes da dieta ( $P<0,10$ ), com exceção da fibra em detergente neutro (FDNcp) e do extrato etéreo (EE) ( $P>0,10$ ). A suplementação na transição seca-águas (fase 2) aumentou o consumo em kg/dia de MS, matéria seca de forragem (MSF), MO, matéria orgânica de forragem (MOF), PB, EE, MSD, fibra em detergente neutro digerida (FDND) e fibra em detergente neutro indigestível. Houve efeito de interação sobre a suplementação na seca (fase 1) e na transição seca-águas (fase 2) sobre o GMD, consumo de CNF, sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, FDNcp e sobre o teor de NDT. Recomenda-se o uso de suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo em fase de recria durante o período da seca e durante o período de transição seca-águas. A suplementação múltipla durante a seca melhora o desempenho dos animais suplementados durante a transição seca-águas. No terceiro experimento, objetivou-se avaliar o efeito de suplementos múltiplos com diferentes níveis de proteína bruta sobre, os parâmetros nutricionais, a eficiência de síntese microbiana e o desempenho produtivo de novilhas de corte, em pastagem de “*Uruchloa decumbens*” durante o período das águas. Utilizaram-se 39 novilhas, mestiças com predominância de sangue zebu com 14 meses idade e  $229,3 \pm 0,7$  kg de peso corporal. O delineamento foi inteiramente casualizado. Os tratamentos

constituíram-se de níveis crescentes de proteína bruta nos suplementos múltiplos e um tratamento controle (MM) no qual os animais receberam apenas mistura mineral. Os suplementos continham 17; 30; 43 e 56% de proteína bruta (PB), para os tratamentos PB<sub>17</sub>; PB<sub>30</sub>; PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>, respectivamente. O ganho médio diário (GMD) (g) foi 447,7; 554,6; 638,4; 587,9; 590,4, respectivamente para os tratamentos MM, PB<sub>17</sub>; PB<sub>30</sub>; PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>. Verificou-se efeito quadrático dos níveis de proteína bruta ( $P<0,10$ ) sobre o GMD. O GMD foi maior para os animais suplementados ( $P<0,10$ ). Observou-se maior consumo de MS, MO, PB, EE, CNF, NDT e matéria seca digerida ( $P<0,10$ ) para os animais suplementados com suplementos múltiplos. Entre os níveis de proteína bruta nos suplementos observou-se redução no consumo de MS de forragem com a elevação do nível de PB no suplemento. A suplementação aumentou o coeficiente de digestibilidade aparente da MS, PB, EE e CNF. Houve efeito quadrático do nível de PB nos suplementos sobre a digestibilidade da MS, EE, MO, FDNcp, CNF e para o teor de NDT. Não houve diferença em relação a eficiência de síntese de proteína microbiana (EFIM) entre animais suplementados e não suplementados. Houve efeito linear positivo do nível de PB no suplemento sobre a EFIM. O fornecimento de suplementos múltiplos para novilhas, manejadas em pasto de média a alta qualidade durante o período das águas, melhora o desempenho produtivo dos animais. O nível de PB nos suplementos múltiplos que otimiza o ganho médio diário é 37%. O fornecimento de suplementos com altos níveis de PB durante o período das águas diminui o consumo de forragem.

## ABSTRACT

BARROS, Livia Vieira de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2012. **Supplementation strategies for beef heifers in different stages of the production cycle.** Advisor: Mário Fonseca Paulino. Co-advisers: Sebastião de Campos Valadares Filho and Luciana Navajas Rennó.

This thesis was drawn from three experiments with beef heifers under different supplementation strategies at pasture. The first work aimed to evaluate productive and nutritional performance of female calves fed mineral mixture or multiple supplements and milk production, pasture intake and digestibility of beef cows, in *Uruchloa decumbens* pastures. It was used 48 female calves with average age of 5 months and initial average weight of  $125.4 \pm 1.34$  kg and their respective dams with initial average weight of  $435.2 \pm 10.3$ . The experimental design was the complete random design. Supplements contained approximately 25% of crude protein (CP) and progressive replacement of soybean meal (SB) by cotton seed meal 38% (CS) at the levels of 0; 33; 67 and 100% for treatments CS<sub>0</sub>, CS<sub>33</sub>, CS<sub>67</sub> and CS<sub>100</sub>, respectively. Animals in the control treatment (CT) were fed only mineral mixture *ad libitum*; supplements were offered at the amount of 0.5 kg/animal/day in the other treatments. Daily gain (g) was 687.8; 733.2; 820.0; 760.6, respectively for treatments CT, CS<sub>0</sub>, CS<sub>33</sub>, CS<sub>67</sub> and CS<sub>100</sub>. Supplemented female calves presented greater weight gain. It was not found effects of the levels of CS ( $P > 0.10$ ) on daily average gain. Intakes in kg/day of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CD), non fibrous carbohydrates (NFC), digested dry matter and total digestible nutrients were greater ( $P < 0.10$ ) for supplemented animals than for non supplemented animals. It was found a linear decreasing effect among levels of replacing SM by CS with the increasing level of CS on intake of digested dry matter and digested neutral detergent fiber. Coefficients of total apparent digestibility of DM, OM, CP and NFC were the highest ( $P < 0.10$ ) for supplemented animals. A decreasing linear effect on digestibility of neutral detergent fiber was found among replacing levels of SM by CS. Supplementation of female calves did not influence the performance of the cows, the milk production and dietary components by the cows ( $P > 0.10$ ). It is concluded that supplementation in the pre-weaning period provides a greater weight of female calves. The second work aimed to evaluate the effect of supplementation with multiple supplement or mineral mixture in the dry season (phase 1) and/or dry-rainy transition season (phase 2) on the nutritional variables and productive performance of beef cattle in *Uruchloa decumbens* pasture. It was used 40

heifers at initial age and average weight of 8 months and  $200 \pm 3.74$  kg, respectively in a complete random design with four treatments and 10 replicates. In the phase 1, two groups of animals were fed multiple supplement and the other two groups were fed only mineral mixture *ad libitum*. In the second phase of the experiment, the two groups that received multiple supplements, one continued to receive multiple supplements and the other was receiving only mineral. For the two groups fed only mineral mixture in the phase 1, one continued receiving mineral mixture in phase 2 and the other receiving supplement in phase 2. In the phase 1, supplemented animals presented greater average daily gain (ADG), the supplementation increased intake in kg/day of dry matter (DM), organic matter (OM), CP, non fibrous carbohydrates (NFC), digested dry matter (DDM), and total digestible nutrients (TDN) and it improved digestibility of all dietary constituents ( $P < 0.10$ ), except neutral detergent fiber (NDFap) and ether extract (EE) ( $P < 0.10$ ). The supplementation in the dry-rainy transition season (phase 2) increased intake in kg/day of DM, forage dry matter (FDM), OM, forage organic matter (FOM), CP, EE, DDM, digested neutral detergent fiber (DNDF) and indigestible neutral detergent fiber. There was an interaction effect on supplementation in the dry season and in the dry-rainy transition season on the ADG, NFC intake, on the coefficients of DM, OM, CP, NDFap and on the content of TDN. It is recommended the use of multiple supplements for grazing beef heifers in the growth phase in the dry season and in the rainy-dry transition period. Supplementation in the dry season improves performance of supplemented animals in the rainy-dry transition season. The third work aimed to evaluate the effect of multiple supplements with different levels of crude protein on nutritional parameters, efficiency of microbial synthesis and performance of beef heifers grazing "*Uruchloa decumbens*" in the rainy season. Thirty-nine heifers at 14 months of age and body weight of  $229.3 \pm 0.7$  kg were used in the experiment. The experimental design was the complete random design. The treatments were increasing levels of crude protein in the supplements and a control treatment (MM) in which animals were offered only mineral mixture. The supplements contained 17; 30; 43 and 56% of crude protein (CP), for treatments CP<sub>17</sub>; CP<sub>30</sub>; CP<sub>43</sub> and CP<sub>56</sub>, respectively. Average daily gain (ADG) (g) was 447.7; 554.6; 638.4; 587.9; 590.4, for treatments MM, CP<sub>17</sub>; CP<sub>30</sub>; CP<sub>43</sub> and CP<sub>56</sub>, respectively. It was found a quadratic effect of the levels of crude protein ( $P < 0.10$ ) on ADG. A greater intake of dry matter (DM), organic matter (OM), CP, ether extract (EE), non-fibrous carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (TDN), and digested dry matter ( $P < 0.10$ ) was found for supplemented animals.

A reduction in the forage DM intake with a raise in the level of CP in the supplement was found among levels of crude protein in the supplements. Supplementation increased the apparent digestibility coefficient of DM, CP, EE and NFC. A quadratic effect in the level of crude protein in the supplements was found on the digestibility of DM, EE, OM, neutral detergent fiber, NFC and for the content of TDN. Efficiency of microbial protein synthesis (EFIM) did not differ among supplement and non-supplemented animals. Level of CP in the supplement had a linear positive effect on EFIM. The supply of multiple supplements for heifers grazing medium to high quality pastures in the rainy season improves performance of the animals. The supply of supplements with high levels of CP in the rainy season decreases forage intake.

## INTRODUÇÃO GERAL

Dotado de características climáticas e extensão territorial favoráveis à pecuária de corte, o Brasil é um dos maiores produtores de carne bovina, possui o segundo maior rebanho do mundo e, nos últimos anos, vem se firmando como um grande exportador de carne bovina. Sendo assim, diante da crescente demanda mundial por alimentos, o Brasil possui posição de destaque com potencial para atuar como grande fornecedor de alimentos.

No entanto não somente a quantidade de equivalentes - carcaça ditará os rumos do mercado de exportação, mas também a qualidade do produto ofertado, a qual envolve características organolépticas, nutritivas e de segurança alimentar, além dos aspectos sócio-ambientais dos sistemas de produção (Detmann et al., 2010). Desta forma, a bovinocultura de corte brasileira deverá centrar-se sobre a ampliação da capacidade de produção nas áreas atualmente utilizadas de forma a elevar a quantidade e a qualidade dos produtos ofertados, tornando-se sustentável economicamente e ambientalmente correta.

Na produção de bovinos de corte deve-se buscar explorar a eficiência biológica dos animais em sistemas de produção que sejam sustentáveis do ponto de vista econômico e ambiental. Para isso, deve-se buscar a compreensão de inúmeros fatores relacionados à produção, implantação e utilização de novas tecnologias e práticas de manejo que permitam a otimização da utilização dos recursos e, consequentemente, aumento da produtividade e rentabilidade. Sob essa ótica, verifica-se que a bovinocultura de corte deverá desenvolver modelos de produção que permitam redução do ciclo produtivo. A pecuária de corte brasileira vislumbra tornar-se sustentável, com grande capacidade de se adaptar a situações adversas.

Por estar localizado na região tropical, o Brasil apresenta elevado potencial para a produção de biomassa, favorecendo a exploração de bovinos em pastejo. Assim, o sistema de produção de carne bovina encontra-se calcado nas pastagens como recurso nutricional basal, fornecendo aproximadamente 99% da dieta (energia e nutrientes) para os rebanhos bovinos, apresentando a vantagem de proporcionar baixo custo de produção e alta praticidade (Paulino et al., 2008).

Os fatores ambientais predominantes nos trópicos que promovem o crescimento (produção), também aceleram a maturidade da planta e a participação de componentes estruturais na massa forrageira produzida, uma vez que favorecem a partição do *pool* metabólico nas plantas para a síntese de componentes de parede celular, em geral representados analiticamente pela fibra em detergente neutro (FDN) (Paulino et al., 2008). Verifica-se que essas variações quantitativas e qualitativas impõem a ocorrência de épocas de ganho e épocas de perda de peso e/ou estabilização do crescimento animal, contribuindo para índices zootécnicos muito aquém do desejável e consequentemente inconstância na oferta de produtos de qualidade. Nos trópicos, a principal fonte de energia para bovinos em pastejo vem da fibra, e deve-se procurar estratégias que maximizem seu uso, elevando o consumo e a taxa de passagem e melhorando a digestibilidade e consequentemente o aproveitamento do alimento pelo animal.

A necessidade de otimização dos recursos produtivos, do aumento da competitividade no mercado, do incremento da produtividade e da redução dos custos levam a uma tendência de adoção de tecnologias capazes de tornar a exploração pecuária cada vez mais competitiva e rentável (Paulino et al., 2012), buscando-se índices produtivos compatíveis com a bovinocultura de ciclo curto em pastagens.

A exploração da bovinocultura de ciclo curto em regime de pastagens é caracterizada pelo abate dos machos e acasalamento das novilhas em idades próximas

aos dezoito meses. Sob essa ótica, ganho de peso contínuo desde a fase de amamentação é fundamental para o sucesso do sistema de produção (Paulino et al., 2002).

O pasto deve ser entendido como recurso nutricional basal de elevada complexidade, uma vez que sua capacidade de fornecimento de substratos para produção animal varia qualitativa e quantitativamente ao longo do ano em função, principalmente, da influência de variáveis climáticas, como precipitação, temperatura e radiação solar. A otimização do uso de forragem e do ganho de peso dos animais com o uso estratégico da suplementação múltipla permite melhor aproveitamento dos recursos produtivos. O fornecimento de nutrientes via suplementação atua como catalisador do crescimento microbiano otimizando o uso da forragem.

Para que se consiga índices produtivos compatíveis com a bovinocultura de ciclo curto em pastagens, é necessário o conhecimento das características dos animais e da capacidade produtiva da forragem nas diferentes épocas do ano e fases da produção e da utilização de técnicas de manejo dos bovinos criados em pastagens, que permitam a otimização da utilização da forragem e, conseqüentemente, aumento na eficiência produtiva do rebanho.

Evidências científicas apontam que a fase pré-desmame é a fase da vida do animal em que se verifica as maiores taxas de ganho de peso, podendo alcançar em apenas 7 meses de vida, de 25 a 50% do peso corporal adulto. Nesta fase, o leite oferece nutrientes indispensáveis ao bezerro sob uma forma simples e de fácil absorção, de maneira a suprir as exigências relativamente altas nesta fase (Paula, 2012). No entanto, entre os 3 e 4 meses de idade, ocorrem mudanças consideráveis no trato digestório do bezerro, ou seja, o animal transforma-se efetivamente em um animal ruminante (Porto et al., 2009). Esse período coincide com a redução da produção de leite da matriz (Rulofson & Zollinger, 1993), colocando o bezerro em situação desfavorável no tocante



ao equilíbrio nutricional, por apresentar baixa disponibilidade dos nutrientes necessários, ou seja, o leite e o pasto podem não satisfazer às demandas do animal para seu máximo crescimento.

Sendo assim, a suplementação em sistema *creep-feeding* pode constituir uma prática de manejo nutricional capaz de contornar tais problemas e possibilitar aos animais expressarem seu potencial de crescimento.

Em sistemas de produção de animais com estação de monta definida (novembro – janeiro), a fase de recria geralmente, ocorre durante a estação seca e transição seca/águas. Esta fase geralmente envolve animais e condições quantitativas e qualitativas da forragem bem diferentes da fase de cria (Paula, 2012). A duração da fase de recria é variável e influencia de forma direta a rentabilidade do sistema produtivo e a qualidade do produto final.

Durante o período seco a queda na qualidade da forragem em função do aumento na parede celular e lignificação (Van Soest, 1994), influenciam negativamente a digestibilidade e o consumo voluntário (Lazzarini et al., 2009; Sampaio et al., 2010). Observa-se ainda que os teores protéicos destas gramíneas dificilmente atingem o valor de 7% de PB, relatado por Lazzarini et al., (2009) como mínimo para que não haja comprometimento do crescimento microbiano ruminal e, conseqüentemente, para que ocorra utilização eficiente dos carboidratos fibrosos do pasto.

Nessa situação, na qual a dieta ou a reciclagem endógena de nitrogênio não atendem aos requerimentos microbianos, ocorre limitação no crescimento e na atividade dos microrganismos, com conseqüente queda na digestibilidade da fibra, o que resulta em redução no consumo de matéria seca e baixo desempenho animal (Detmann et al., 2009; Figueiras et al., 2010). Em tal condição, os animais experimentam carências múltiplas (Paulino et al., 2008), sendo que a proteína (ou compostos nitrogenados)

assume papel prioritário, tornando-se necessária a suplementação múltipla para os animais, a qual implica mudanças no consumo de forragem, na disponibilidade de energia dietética, na magnitude dos *pools* de precursores bioquímicos do metabolismo e no desempenho animal. Desta forma, amplia-se a taxa de degradação ruminal e a síntese de proteína microbiana, resultando assim em maior aporte de nutrientes para o intestino e ácidos graxos voláteis para o metabolismo energético (Detmann et al., 2004).

Já no final do período seco e início da estação das chuvas (transição seca/águas), observa-se uma predominância de aparecimento de brotos na pastagem. Estes brotos, segundo Poppi & McLennan (1995) são constituídos de proteína de alta degradabilidade, elevando o risco de perdas na forma de amônia. Por outro lado, à medida que as plantas vão amadurecendo, ocorre mobilização deste nitrogênio presente sob forma de proteínas solúveis para formas insolúveis associadas à parede celular (Paulino et al., 2003).

A utilização do pasto pelos animais durante o período das águas em comparação ao período seco não pode ser vista como otimizada considerando apenas o maior desempenho animal (Detmann et al., 2010). Embora os pastos tropicais na época das águas não sejam considerados deficientes em proteína, elevada proporção dos compostos nitrogenados totais do pasto pode ser encontrada na forma insolúvel em detergente neutro (Paulino et al., 2008), considerada de lenta e incompleta degradação, podendo implicar em carência de compostos nitrogenados aos microrganismos ruminais.

Em algumas argumentações teóricas relacionadas à nutrição de bovinos em pastejo, afirma-se que a suplementação com compostos nitrogenados prontamente degradáveis no rúmen durante o período de franco crescimento forrageiro não seria capaz de incrementar, ou seria deletéria à produção animal, notadamente em função de

ampliação do metabolismo hepático de nitrogênio e do incremento calórico, com redução do consumo voluntário de forragem (Poppi & McLennan, 1995; Paulino et al., 2008). Contudo, resultados obtidos em condições tropicais têm evidenciado que a suplementação com fontes protéicas degradáveis no rúmen (Paulino et al., 2006; Figueiredo et al., 2008), incluindo o uso de uréia como principal composto nitrogenado dos suplementos, tem incrementado o desempenho animal durante o período das águas (Detmann et al., 2010). Segundo Paulino et al. (2008), existe um ganho latente de cerca de 200g/animal/dia durante este período que deve ser explorado com o uso de recursos suplementares.

Neste contexto, para se obter maiores ganhos é preciso assegurar melhorias na utilização da forragem de baixa qualidade, suprindo as deficiências nutricionais dos microrganismos e ampliando sua taxa de crescimento. Sendo assim, a suplementação estratégica apresenta como prioridade o suprimento da deficiência de compostos nitrogenados.

Em condições tropicais, a suplementação eficiente busca a otimização da utilização dos recursos nutricionais basais oriundos das forragens, que constituem os principais recursos nutricionais em sistemas de produção de bovinos em pastejo, provendo, principalmente, compostos energéticos de baixo custo (Paulino et al., 2006). Sendo assim, estratégias de suplementação devem ser delineadas, durante todo o ano, para propiciar aos animais taxas de ganho de peso satisfatórias, permitindo assim maior eficiência produtiva no sistema de produção de bovinos de corte.

A otimização dos recursos nutricionais e o melhoramento da eficiência da produção animal, podem ser alcançados com a adequação da proporção dos nutrientes na dieta, elevando as rotas metabólicas mais eficientes e reduzindo as que apresentam maior perda energética, tanto no metabolismo animal quanto no metabolismo

bacteriano, além de evitar distúrbios metabólicos e favorecer o crescimento das bactérias fibrolíticas (Souza et al., 2010).

Neste sentido soluções alternativas devem ser delineadas para sincronização das necessidades de pastejo com as variações quantitativas e qualitativas normais (Paulino et al., 2002). Tais soluções permitiriam eliminar fases negativas do desenvolvimento, otimizar os recursos nutricionais e assim, promover melhorias nos índices zootécnicos proporcionando aumento da eficiência dos sistemas produtivos traduzidos por incrementos na taxa de desfrute.

Devido às interações existentes entre forragem, suplemento e fase de produção nas diferentes épocas do ano, grandes variações no consumo e aproveitamento da forragem e na produção animal podem ocorrer. Estudos, portanto, são necessários para o entendimento adequado dos mecanismos de resposta à suplementação nas diferentes épocas do ano e fases de produção.

Desta forma, objetivou-se avaliar:

- O desempenho produtivo e nutricional de bezerras em *creep-feeding*, recebendo mistura mineral ou suplementos múltiplos;
- Os efeitos da suplementação de novilhas em pastejo com suplemento múltiplo ou mistura mineral durante o período da seca e/ou transição seca-águas sobre o desempenho produtivo e as variáveis nutricionais e avaliar a necessidade de suplementação com suplemento múltiplo; e
- Os efeitos da suplementação múltipla com diferentes níveis de proteína bruta, para novilhas de corte, sob pastejo, durante o período das águas sobre o desempenho produtivo, os parâmetros nutricionais e a eficiência de síntese microbiana.

Os trabalhos a seguir foram redigidos seguindo as normas da Revista Tropical Animal Health and Production.

## Referências Bibliográficas

- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. *et al.* Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiço em pastejo durante época seca: desempenho produtivo e característica de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.169-180, 2004.
- 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, n.1, 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, 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: IV SIMCORTE, 2010. p.191-240.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.
- 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.
- 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.
- PAULA, N.F. **Crescimento de bovinos de corte no sistema pasto/suplemento submetidos a diferentes planos nutricionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 130p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2012.
- PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T. *et al.* Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: II SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. P.187-232.
- PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; MORAES, E. H. B. K.; *et al.* Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2002. p.153-196. 2002.
- PAULINO, M. F.; ACEDO, T.S; SALES, M.F.L. *et al.* Suplementação como estratégia de manejo das pastagens. In: Volumosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens. Jaboticabal. **Anais...** p. 87-100. 2003.
- PAULINO, M. F.; ZAMPERLINI, B. FIGUEIREDO, D. M.; *et al.* Bovinocultura de precisão em pastagens. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2006, p.361-411. 2006.
- PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; SILVA, A. G. Bovinocultura de alto desempenho com sustentabilidade. In: VIII Simpósio de Produção de Gado de Corte e IV

- Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte, 2012, Viçosa. **Anais...** Viçosa: VIII SIMCORTE, p.183-196. 2012.
- PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: VI Simpósio de Produção de Gado de Corte e II Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: VI SIMCORTE, p.275-305. 2008.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 278-290, 1995.
- PORTO, M.O.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos para bezerros Nelore em creep-feeding: desempenho produtivo, consumo e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1329-1339, 2009.
- RULOFSON, F.; ZOLLINGER, W.A. **Creep-feeding beef calves**. Oregon: Oregon State University Extension Service, 7p. EC 935. 1993.
- 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.
- 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, 1471-1479, 2010.
- SOUZA, M. A. ; DETMANN, E. ; PAULINO, M.F. et al. Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fibre 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.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

## CAPÍTULO 1

### Suplementação de bezerras de corte lactentes em sistema de *creep-feeding* e parâmetros nutricionais de vaca de corte em pastejo

**Resumo** – Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e nutricional de bezerras lactentes recebendo mistura mineral ou suplementos múltiplos e a produção de leite, o consumo e a digestibilidade do pasto consumido por vacas de corte, em pastagens de *Uruchloa decumbens*. Utilizaram-se 48 bezerras de corte, lactentes, com idade média de 5 meses e peso médio inicial de  $125,4 \pm 1,34$  kg, e suas respectivas mães com peso inicial médio de  $435,2 \pm 10,3$  kg. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os suplementos continham aproximadamente 25% de proteína bruta (PB) e substituição progressiva do farelo de soja (FS) pelo farelo de algodão 38% (FA) e uréia aos níveis de 0; 33; 67 e 100% para os tratamentos FA<sub>0</sub>, FA<sub>33</sub>, FA<sub>67</sub> e FA<sub>100</sub>, respectivamente. Os animais do tratamento controle (MM) receberam exclusivamente mistura mineral *ad libitum*; nos demais tratamentos os suplementos foram fornecidos na quantidade de 0,5 kg/animal/dia. O ganho médio diário (g) foi 687,8; 733,2; 820,0; 760,6 e 764,5, respectivamente, para os tratamentos MM, FA<sub>0</sub>, FA<sub>33</sub>, FA<sub>67</sub> e FA<sub>100</sub>. As bezerras suplementadas apresentaram maior ganho em peso. Não se verificou efeito dos níveis de FA nos suplementos ( $P>0,10$ ) sobre o ganho médio diário. Os consumos em kg/dia de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF), MS digerida e nutrientes digestíveis totais foram superiores ( $P<0,10$ ) para os animais suplementados em relação aos animais não suplementados. Entre os níveis de substituição do FS por FA observou-se efeito linear decrescente com o aumento do nível de FA sobre o consumo de MS digerida e fibra em detergente neutro digerida. Os coeficientes de digestibilidade aparente total da MS, MO, PB e CNF foram superiores ( $P<0,10$ ) para os animais suplementados. Entre os níveis de substituição do FS pelo FA observou-se efeito linear decrescente sobre a digestibilidade da fibra em detergente neutro. A suplementação das bezerras não influenciou o desempenho das vacas, a produção de leite e o consumo de componentes da dieta pelas vacas ( $P>0,10$ ). Conclui-se que a utilização de suplementos múltiplos no período pré-desmama, propicia maior ganho de peso às bezerras.

**Palavras chave:** Creep-feeding, consumo, desempenho, digestibilidade, Nelore

## **Supplementation of female calves in creep-feeding system and nutritional parameters of grazing beef cows**

**Abstract:** The objective with this work was to evaluate productive and nutritional performance of female calves fed mineral mixture or multiple supplements and milk production, pasture intake and digestibility of beef cows, in *Uruchloa decumbens* pastures. It was used 48 female calves with average age of 5 months and with initial average weight of  $125.4 \pm 1.34$  kg and their respective dams with initial average weight of  $435.2 \pm 10.3$ . The experimental design used in this work was the complete random design. Supplements contained approximately 25% of crude protein (CP) and progressive replacement of soybean meal (SB) by cotton seed meal 38% (CS) and urea at the levels of 0; 33; 67 and 100% for treatments CS<sub>0</sub>, CS<sub>33</sub>, CS<sub>67</sub> and CS<sub>100</sub>, respectively. Animals in the control treatment (CT) were fed only mineral mixture *ad libitum*; supplements were offered at the amount of 0.5 kg/animal/day in the other treatments. Daily average gain (g) was 687.8; 733.2; 820.0; 760.6, respectively for treatments CT, CS<sub>0</sub>, CS<sub>33</sub>, CS<sub>67</sub> and CS<sub>100</sub>. Supplemented female calves presented greater weight gain. It was not found effects of the levels of CS ( $P > 0.10$ ) on daily average gain. Intakes in kg/day of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CD), non fibrous carbohydrates (NFC), digested dry matter and total digestible nutrients were greater ( $P < 0.10$ ) for supplemented animals than non supplemented animals. It was found a linear decreasing effect among levels of replacing SM by CS with the increasing level of CS on intake of digested dry matter and digested neutral detergent fiber. Coefficients of total apparent digestibility of DM, OM, CP and NFC were the highest ( $P < 0.10$ ) for supplemented animals. A decreasing linear effect on digestibility of neutral detergent fiber was found among replacing levels of SM by CS. Supplementation of female calves did not influence the performance of the cows, the milk production and dietary components by the cows ( $P > 0.10$ ). It is concluded that supplementation in the pre-weaning period provides a greater weight of female calves.

**Key words:** Creep feeding, digestibility, Nellore, intake, performance



## 1. INTRODUÇÃO

O leite é a principal fonte de energia e nutrientes para os bezerros. Entretanto, à medida que o animal cresce, as exigências nutricionais aumentam e o consumo de leite diminui. Nos sistemas de produção de gado de corte, o leite produzido pelas matrizes não é suficiente para atender as exigências nutricionais dos bezerros a partir dos três meses de idade (Henriques et al., 2011). No Brasil, a diminuição da produção de leite ocorre durante o período de transição águas-seca, período em que ocorre a diminuição na qualidade e quantidade de forragem disponível para o pastejo. Como consequência, os bezerros não conseguem manifestar o seu potencial genético produtivo. Assim, o desempenho é melhorado quando os animais recebem suplementos múltiplos (Valente et al., 2012), especialmente quando se utiliza suplementos protéicos (Valente et al., 2011).

A suplementação de bovinos em pastejo é uma estratégia para aumento de produtividade dos sistemas de produção de carne bovina. Em sistemas de criação mais intensificados, nos quais se visa à redução da idade à primeira cria, é fundamental o uso de tecnologias que permitam às bezerras a otimização do ganho de peso, em todas as fases do ciclo produtivo, inclusive durante a amamentação. O *creep feeding* propicia maior peso dos animais ao desmame, conseqüentemente, reduz a fase de recria (Paulino, 1999).

O uso de fontes protéicas alternativas que não comprometam o desempenho animal constitui opção viável para reduzir os custos com a suplementação, permitindo a otimização da produção animal.

O farelo do algodão 38% é um co-produto agroindustrial que tem sido utilizado com o objetivo de reduzir o uso de farelo de soja em suplementos múltiplos para

bovinos, embora apresente menores teores de energia e proteína, é caracterizado pelo seu maior teor de proteína não -degradável no rúmen (NRC, 2001).

Desta forma, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e nutricional de bezerras em *creep-feeding*, recebendo mistura mineral ou suplementos múltiplos; e a produção de leite, o consumo e a digestibilidade da forragem consumida por vacas de corte, em pastagens de capim-braquiária, durante o período de transição águas-seca.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### *2.1. Animais, delineamento experimental e suplementos*

O experimento foi conduzido nas dependências do Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, localizado no município de Viçosa-MG (20°45' S e 42°52' W), entre os meses de março a julho de 2010, referente ao período de transição águas-seca. A área experimental está localizada em uma região montanhosa com 670 m de altitude e apresenta uma precipitação anual de 1300 mm. O experimento teve duração de 90 dias, divididos em três períodos experimentais com 30 dias cada.

Foram utilizadas 48 bezerras com, no mínimo, 50% de sangue Nelore, com idade e pesos médios iniciais, de 5 meses e  $125,5 \pm 1,34$  kg, respectivamente, acompanhadas de suas respectivas mães com idade e peso médios iniciais de 6 anos e  $435,2 \pm 10,3$  kg, respectivamente.

Foi destinada aos animais uma área experimental com 35 hectares, sendo esta constituída por cinco piquetes de 7,0 ha, cobertos uniformemente com a gramínea *Uruchloa decumbens*, providos de bebedouros e cochos, sendo estes cobertos e com acesso pelos dois lados.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sendo três tratamentos com dez repetições e dois tratamentos com nove repetições.

Foram avaliados quatro suplementos (Tabela 1) com aproximadamente 25% de proteína. Os suplementos foram a base da substituição progressiva do farelo de soja pelo farelo de algodão 38% mais uma mistura de uréia/sulfato de amônio, aos níveis de 0, 33, 67 e 100% da fonte protéica, para os tratamentos FA<sub>0</sub>, FA<sub>33</sub>, FA<sub>67</sub> e FA<sub>100</sub>, respectivamente, mais um grupo controle nos quais os animais receberam apenas mistura mineral (MM) *ad libitum*. Os suplementos foram fornecidos na quantidade de 0,5 kg por animal por dia. Adicionou-se quantidade mínima de uréia aos suplementos que continham farelo de algodão 38%, afim de manter os suplementos isoprotéicos. As vacas, além da mistura mineral à vontade, receberam 100 g/dia de fubá de milho como forma de estimular a procura e o maior tempo de permanência próximo dos cochos e, assim, garantir o melhor consumo de suplemento pelas bezerras.

Os suplementos foram fornecidos diariamente, às 10h00, em comedouro conjunto, com dois metros de comprimento, para permitir o acesso simultâneo dos animais. A água foi disponibilizada *ad libitum* durante todo o experimento.

Tabela 1: Composição (em g/kg) do suplemento, com base na matéria natural

| Item                         | Suplementos |                 |                  |                  |                   |
|------------------------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
|                              | MM          | FA <sub>0</sub> | FA <sub>33</sub> | FA <sub>67</sub> | FA <sub>100</sub> |
| Ingredientes                 |             |                 |                  |                  |                   |
| Mistura mineral <sup>1</sup> | 1000        | 60              | 60               | 60               | 60                |
| Sorgo                        | ---         | 215             | 215              | 215              | 215               |
| Milho                        | ---         | 215             | 215              | 215              | 215               |
| Farelo de Algodão 38%        |             |                 | 165              | 335              | 500               |
| Farelo de Soja               | ---         | 500             | 335              | 165              |                   |
| Uréia/SA                     |             | 0               | 3                | 5                | 10                |
| Farelo de trigo              | ---         | 10              | 7                | 5                | 0                 |

<sup>1</sup>Composição percentual: fosfato bicálcico, 50,00; cloreto de sódio, 47,775; sulfato de zinco, 1,40; sulfato de cobre, 0,70; sulfato de cobalto, 0,05; iodato de potássio, 0,05 e selenito de sódio 0,025.

Ao início do experimento, todos os animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas e durante o período experimental, quando necessário.

Os animais foram pesados no início do experimento após jejum de 14 horas; logo após, os tratamentos foram aleatoriamente designados às unidades experimentais (animais). Formou-se cinco lotes, agrupando-se os animais que receberiam o mesmo tratamento.

A variação do escore corporal das vacas, durante o período experimental, foi determinada pela diferença entre o escore de condição corporal final e inicial. Foi utilizada a escala de pontuação de 1 a 9 pontos, recomendada pelo NRC (1996). A pontuação foi obtida por três avaliadores devidamente treinados, a atribuição das notas ocorreu de forma independente entre os avaliadores.

Para estimação da produção média de leite das vacas foram realizadas três amostragens da produção leiteira, 25, 50 e 75 dias após o início do experimento. As vacas foram separadas de suas crias às 18h00 e permaneceram no piquete, sendo ordenhadas às 6h00 do dia seguinte. O horário em que cada vaca foi ordenhada foi registrado, e posteriormente converteu-se a produção de leite para uma produção em 24

horas. A ordenha foi executada manualmente por um funcionário treinado. A secreção do leite foi estimulada com a aplicação de 2 mL de ocitocina (10 UI/mL; Ocitovet®, Brasil) na artéria mamária, iniciando a ordenha imediatamente após a aplicação da ocitocina. Foram retiradas amostras de leite para análise do teor de proteína, gordura, lactose, fósforo e cálcio.

A cada quatorze dias os animais foram rotacionados entre os piquetes, visando o controle de possíveis efeitos de piquetes sobre os tratamentos (disponibilidade de pasto, localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento, etc); o tratamento acompanhou o grupo de animais.

O ganho médio diário de peso dos animais em cada fase experimental foi estimado pela diferença entre o peso final e o inicial, dividido pelo número de dias experimentais.

## *2.2. Procedimentos experimentais e amostragens*

A amostragem para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais foi realizada via simulação manual de pastejo a cada 15 dias. Essa amostra foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas e moída em moinho de facas (1 mm).

No décimo quinto dia de cada período experimental foi realizada coleta do pasto para quantificação da quantidade de matéria seca e de matéria seca potencialmente digestível (MSpd), através do corte rente ao solo de quatro áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,5 × 0,5 m, selecionados aleatoriamente em cada piquete experimental. Essa amostra também foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas.

A MSpd foi estimada segundo a seguinte equação (Paulino et al., 2008):

$$\text{MSpd} = 0,98 \times (100 - \text{FDNcp}) + (\text{FDNcp} - \text{FDNi})$$

Para a avaliação das características nutricionais, das bezerras e das vacas, a partir do 40º dia do período experimental foi realizado um ensaio com duração de nove dias. Utilizou-se o método de três indicadores. Para estimar a excreção fecal, foi fornecido aos animais o indicador externo óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), acondicionado em cartuchos de papel (Detman et al., 2001), correspondente a 10 g por bezerra/dia e 20 g por vaca/dia, aplicado com auxílio de uma sonda metálica diretamente no esôfago, sempre às 10h00. Para estimar o consumo individual de suplemento pelas bezerras foi utilizado o dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ), fornecido via suplemento na proporção de 10 g de indicador/kg de suplemento (Titgemeyer et al., (2001). Para estimar o consumo de MS de pasto foi utilizado como indicador interno a FDNi (Detmann et al., 2001).

Dos nove dias do ensaio, seis foram destinados à adaptação dos animais ao  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e ao  $\text{TiO}_2$ . Nos últimos três dias foram realizadas coletas de fezes em horários diferenciados, às 15h00, 11h00 e às 7h00, respectivamente. As amostras de fezes foram coletadas imediatamente após a defecação ou diretamente no reto dos animais, em quantidades aproximadas de 200 g, sendo identificadas por animal e secas em estufa com circulação forçada de ar (60°C/72 horas) e após a secagem, moídas em moinho de facas (1 mm). No quinto dia do ensaio foi realizada uma simulação manual de pastejo, em cada piquete separadamente, sendo estas amostras usadas para a estimação do consumo e dos coeficientes de digestibilidade.

### *2.3. Análises Químicas*

Nas amostras de forragem obtidas via simulação manual do pastejo e dos concentrados foram quantificados os teores de matéria seca (MS; método INCT-CA G-003/1); matéria mineral (MM; método INCT-CA M-001/1); proteína bruta (PB; método INCT-CA N-001/1); extrato etéreo (EE; método INCT-CA G-004/1); fibra em detergente neutro (FDNcp; método INCT-CA F-002/1), utilizando-se  $\alpha$ -amilase

termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio, foram realizadas correções para proteína e cinzas na FDN, quantificou-se o teor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN; método INCT – CA N-004/1) e o teor de fibra em detergente ácido (FDAc<sub>p</sub>; método INCT-CA F-004/1), com correções para proteína e cinzas; fibra em detergente neutro indigestível (FDNi; método INCT-CA F-009/1), obtida após a incubação em sacos (F57 Ankom<sup>®</sup>) *in situ* por 288 horas, teor de lignina (método INCT-CA F – 005/1) seguindo-se as recomendações de Detmann et al. (2012). Nas amostras de forragem destinadas ao cálculo da massa de MS e MS<sub>pd</sub> foram quantificados os teores de MS; FDN<sub>cp</sub> e FDNi, conforme descrito anteriormente.

Os carboidratos não fibrosos dos suplementos foram estimados segundo recomendações de Hall (2000), utilizando-se a seguinte equação:

$$CNF_{cp} = 100 - [(\%PB - \%PBU + \% \text{ de uréia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \% \text{ de cinzas}]$$

onde: PBU = PB no suplemento advinda da uréia

A composição do suplemento e da forragem obtida é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química dos suplementos e da forragem

| Item <sup>1</sup>                      | Suplementos     |                  |                  |                   | Forragem <sup>5</sup> | Forragem <sup>6</sup> |
|----------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                        | FA <sub>0</sub> | FA <sub>33</sub> | FA <sub>67</sub> | FA <sub>100</sub> |                       |                       |
| Matéria seca <sup>2</sup>              | 944,0           | 956,0            | 957,0            | 958,9             | 309,9±2,46            | 262,8±0,91            |
| Matéria orgânica <sup>3</sup>          | 905,3           | 906,8            | 908,7            | 910,4             | 931,8±0,18            | 935,6±0,11            |
| Proteína bruta <sup>3</sup>            | 270,0           | 257,6            | 257,4            | 257,9             | 74,6±0,47             | 71,4±0,37             |
| NIDN <sup>4</sup>                      | 258,5           | 266,7            | 273,5            | 281,1             | 262,4±1,31            | 249,6±1,67            |
| Extrato etéreo <sup>3</sup>            | 16,5            | 16,7             | 16,9             | 17,1              | 16,1±0,05             | 12,5±0,03             |
| FDN <sub>cp</sub> <sup>3</sup>         | 108,8           | 156,5            | 203,8            | 249,8             | 632,9±1,46            | 659,3±0,43            |
| Carboidratos não fibrosos <sup>3</sup> | 510,0           | 456,0            | 438,1            | 400,6             | 208,2±0,20            | 192,4±0,13            |
| FDAc <sub>p</sub> <sup>3</sup>         | 69,1            | 88,9             | 109,2            | 129,1             | 310,4±1,21            | 307,7±1,14            |
| FDNi <sup>3</sup>                      | 8,1             | 27,7             | 47,6             | 66,8              | 233,3±0,55            | 179,5±0,75            |
| Lignina <sup>3</sup>                   | 30,1            | 39               | 48,1             | 57,1              | 54,3±0,28             | 49,4±0,38             |

<sup>1</sup>/NIDN – nitrogênio insolúvel em detergente neutro; FDN<sub>cp</sub> – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDAc<sub>p</sub> – fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível. <sup>2</sup>/ Em g/kg de matéria natural. <sup>3</sup>/ Em g/kg de matéria seca. <sup>4</sup>/ Em g/kg de nitrogênio total. <sup>5</sup>/Média das amostras obtidas por simulação manual do pastejo durante todo o período experimental. <sup>6</sup>/Média das amostras obtidas durante o ensaio para avaliação das características nutricionais.

Foi elaborada uma amostra composta de fezes com base no peso seco ao ar, por animal, dos três dias de coleta, as quais foram armazenadas em potes plásticos, devidamente identificadas e posteriormente analisadas quanto aos teores de cromo, por espectrofotometria de absorção atômica (método INCT-CA M-005/1); dióxido de titânio por colorimetria (método INCT- CA M-007/1), seguindo-se as recomendações de Detmann et al. (2012). Avaliaram-se também os teores de MS; PB; EE; FDNcp; FDNi e MM, conforme descrito anteriormente.

A excreção de matéria seca fecal foi estimada utilizando-se o indicador óxido crômico, sendo estimada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecido e sua concentração nas fezes.

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

$$CISup = ((EF \times CIFI) / IFG) \times SupFG$$

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

A estimação do consumo voluntário de matéria seca foi realizada empregando-se como indicador interno a FDN indigestível, conforme a equação:

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

em que: CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg); CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); IS = consumo de indicador a partir do suplemento (kg); e CMSL= Consumo de matéria seca de leite (kg/dia).



Para calcular o consumo de MS pelas vacas, utilizou-se a equação acima desconsiderando-se o CMSS e CMSL.

#### 2.4. Análises Estatísticas

Utilizou-se o PROC MIXED do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2) em todas as análises estatísticas. Para todos os procedimentos estatísticos foi adotado  $\alpha = 0,10$ . As comparações entre as médias observadas foram realizadas por meio da decomposição da soma de quadrados para tratamentos em contrastes ortogonais relativos à comparação entre suplementação e não-suplementação, e o efeito linear e quadrático para os níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão 38%, utilizou-se o peso corporal inicial das bezerras como co-variável.

### 3. RESULTADOS

As massas médias de MS e MSpd durante o período experimental foram de 4099,7 e 2790,0 kg/ha, respectivamente, o que representou uma massa média de MSpd igual 130,7 g/kg de PC. O capim-braquiária obtido via simulação manual do pastejo apresentou teor médio de PB de 74,6 g de PB/kg de MS.

O ganho médio diário das bezerras (Tabela 3) foi de 687,8; 733,2; 820,0; 760,6 e 764,5 g/dia para os tratamentos MM, FA<sub>0</sub>, FA<sub>33</sub>, FA<sub>67</sub> e FA<sub>100</sub>, respectivamente.

Tabela 3 – Médias, desvio padrão e indicativos de significância para peso corporal inicial (PCI), peso corporal final (PCF) e ganho médio diário (GMD) para as bezerras suplementados e não suplementadas durante a transição águas-seca

| Item             | Suplementos |                 |                  |                  |                   | Desvio Padrão | Valor – P <sup>1</sup> |        |        |
|------------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|---------------|------------------------|--------|--------|
|                  | MM          | FA <sub>0</sub> | FA <sub>33</sub> | FA <sub>67</sub> | FA <sub>100</sub> |               | CO                     | L      | Q      |
| PCI <sup>2</sup> | 120,6       | 124,9           | 125,1            | 130,1            | 126,5             |               |                        |        |        |
| PCF <sup>2</sup> | 187,6       | 191,5           | 199,3            | 193,6            | 194,2             | 8,54          | 0,0339                 | 0,8451 | 0,1968 |
| GMD <sup>3</sup> | 687,8       | 733,2           | 820,0            | 760,6            | 764,5             | 0,095         | 0,0259                 | 0,8010 | 0,1845 |

<sup>1</sup>/Indicativos de significância para contraste entre animais suplementados e não suplementados (CO) e para efeito de ordem linear (L) e quadrática (Q) do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão 38% nos suplementos. <sup>2</sup>/ em kg. <sup>3</sup>/ em gramas/dia.

Na Tabela 4 estão apresentadas as estimativas de consumo pelas bezerras. Os consumos em kg/dia de MS, MO, CNF e NDT foram maiores para as bezerras suplementadas com suplementos múltiplos do que para as bezerras que receberam apenas mistura mineral. O consumo de suplemento múltiplo foi de 440, 420, 480 e 430 g/dia, respectivamente, para os tratamentos FA<sub>0</sub>, FA<sub>33</sub>, FA<sub>67</sub> e FA<sub>100</sub>.

Quando expresso em g/kg de peso corporal, os consumos de MS de forragem e MO de forragem foram maiores para os animais não suplementados com suplementos múltiplos e que receberam apenas mistura mineral.

Houve efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão 38% nos suplementos sobre o consumo em kg/dia de CNF que apresentou efeito quadrático, e MSD e FDND que apresentaram efeito linear decrescente.

Tabela 4 – Médias, desvio padrão e indicativos de significância para o consumo de componentes da dieta pelas bezerras suplementadas e não suplementadas com suplementos múltiplos

| Item <sup>1</sup>                                | Suplementos |                 |                  |                  |                   | Desvio padrão | Valor - P <sup>2</sup> |        |        |
|--------------------------------------------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|---------------|------------------------|--------|--------|
|                                                  | MM          | FA <sub>0</sub> | FA <sub>33</sub> | FA <sub>67</sub> | FA <sub>100</sub> |               | CO                     | L      | Q      |
| Matéria seca                                     | 2,97        | 3,36            | 3,24             | 3,14             | 3,15              | 0,37          | 0,0728                 | 0,1700 | 0,5711 |
| Matéria seca de forragem                         | 2,10        | 2,02            | 1,85             | 1,74             | 1,86              | 0,42          | 0,1429                 | 0,3320 | 0,3001 |
| Matéria seca de leite                            | 0,86        | 0,90            | 0,96             | 0,92             | 0,86              | 0,20          | 0,5457                 | 0,5228 | 0,3692 |
| Matéria orgânica                                 | 2,80        | 3,17            | 3,06             | 3,02             | 3,00              | 0,34          | 0,0669                 | 0,1700 | 0,5649 |
| Matéria orgânica de forragem                     | 1,97        | 1,89            | 1,74             | 1,62             | 1,74              | 0,39          | 0,1285                 | 0,3264 | 0,2902 |
| Proteína bruta                                   | 0,36        | 0,46            | 0,45             | 0,46             | 0,48              | 0,04          | <.0001                 | 0,2694 | 0,2896 |
| Extrato etéreo                                   | 0,33        | 0,33            | 0,35             | 0,32             | 0,30              | 0,06          | 0,8735                 | 0,1876 | 0,1860 |
| FDNcp                                            | 1,35        | 1,37            | 1,28             | 1,22             | 1,32              | 0,27          | 0,6338                 | 0,5721 | 0,2727 |
| Carboidratos não fibrosos <sup>3</sup>           | 0,75        | 1,01            | 0,97             | 0,95             | 0,87              | 0,08          | <.0001                 | 0,3730 | 0,0751 |
| Matéria seca digerida <sup>4</sup>               | 2,16        | 2,54            | 2,48             | 2,38             | 2,37              | 0,24          | 0,0026                 | 0,0853 | 0,8036 |
| Fibra em detergente neutro digerida <sup>5</sup> | 0,99        | 1,03            | 0,96             | 0,87             | 0,80              | 0,24          | 0,4132                 | 0,0322 | 0,9909 |
| Nutrientes digestíveis totais                    | 2,49        | 2,81            | 2,80             | 2,66             | 2,75              | 0,27          | 0,0146                 | 0,4069 | 0,5589 |
| FDNi                                             | 0,37        | 0,37            | 0,35             | 0,35             | 0,38              | 0,07          | 0,7206                 | 0,6935 | 0,2988 |
|                                                  |             |                 |                  |                  |                   | g/kg de PC    |                        |        |        |
| Matéria seca <sup>6</sup>                        | 18,71       | 21,28           | 19,95            | 19,42            | 19,13             | 2,2           | 0,1404                 | 0,0333 | 0,4733 |
| Matéria seca de forragem                         | 13,15       | 12,83           | 11,28            | 10,73            | 11,20             | 2,4           | 0,0739                 | 0,1211 | 0,2013 |
| Matéria orgânica <sup>7</sup>                    | 17,66       | 20,11           | 18,88            | 18,35            | 18,11             | 2,0           | 0,1312                 | 0,0332 | 0,4696 |
| Matéria orgânica de forragem                     | 12,35       | 12,00           | 10,56            | 10,00            | 10,48             | 2,2           | 0,0647                 | 0,1184 | 0,1939 |
| FDNcp                                            | 8,45        | 8,76            | 7,81             | 7,52             | 7,98              | 1,6           | 0,4692                 | 0,2526 | 0,1796 |
| FDNi <sup>8</sup>                                | 2,36        | 2,64            | 2,11             | 2,06             | 2,19              | 0,4           | 0,4937                 | 0,0265 | 0,0185 |

<sup>1</sup>/FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas. FDNi: fibra em detergente neutro indigestível. <sup>2</sup>/Indicativos de significância para contraste entre animais suplementados e não suplementados (CO) e para efeito de ordem linear (L) e quadrática (Q) do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão 38% nos suplementos. <sup>3</sup>/  $\hat{Y} = 0,9743 - 0,0021x + 0,00002x^2$  ( $R^2=0,9457$ ). <sup>4</sup>/  $\hat{Y} = 2,5384 - 0,00157x$  ( $r^2=0,9990$ ). <sup>5</sup>/  $\hat{Y} = 1,0336 - 0,0021x$  ( $r^2=0,9805$ ).

<sup>6</sup>/  $\hat{Y} = 21,7400 - 0,7367x$  ( $r^2=0,8813$ ). <sup>7</sup>/  $\hat{Y} = 20,5501 - 0,6922x$  ( $r^2=0,8812$ ). <sup>8</sup>/  $\hat{Y} = 3,4466 - 0,9851x + 0,1690x^2$  ( $r^2=0,9702$ ).

Na Tabela 5 encontram-se as estimativas do coeficiente de digestibilidade aparente total dos constituintes da dieta em função dos tratamentos recebidos pelas bezerras. A suplementação aumentou o coeficiente de digestibilidade aparente total da MS, PB, MO e CNF. No entanto, não houve efeito da suplementação sobre a digestibilidade da FDNcp e sobre o teor de NDT. Houve efeito linear positivo do nível de substituição farelo de soja pelo farelo de algodão 38% sobre a digestibilidade da PB, EE e CNF. Observou-se efeito linear negativo sobre a digestibilidade da FDNcp.

Tabela 5 – Médias, desvio padrão e indicativos de significância para os coeficientes de digestibilidade aparente total dos componentes da dieta e teor de nitrogênio uréico no soro em bezerras suplementadas e não suplementadas

| Item                                       | Suplementos |                 |                  |                  |                   | Desvio<br>Padrão | Valor - P <sup>2</sup> |        |        |
|--------------------------------------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------------|--------|--------|
|                                            | MM          | FA <sub>0</sub> | FA <sub>33</sub> | FA <sub>67</sub> | FA <sub>100</sub> |                  | CO                     | L      | Q      |
| Matéria seca <sup>1</sup>                  | 0,7319      | 0,7560          | 0,7703           | 0,7610           | 0,7516            | 0,0348           | 0,0367                 | 0,6517 | 0,2954 |
| Matéria orgânica <sup>1</sup>              | 0,7617      | 0,7809          | 0,7950           | 0,7902           | 0,7805            | 0,0034           | 0,0551                 | 0,9027 | 0,2843 |
| Proteína bruta <sup>1,4</sup>              | 0,7476      | 0,7705          | 0,7733           | 0,7932           | 0,8034            | 0,0493           | 0,0458                 | 0,0974 | 0,8168 |
| Extrato etéreo <sup>1,5</sup>              | 0,8910      | 0,8671          | 0,9022           | 0,9107           | 0,9183            | 0,0513           | 0,6540                 | 0,0312 | 0,4084 |
| FDNcp <sup>1,6,9</sup>                     | 0,7292      | 0,7557          | 0,7524           | 0,7256           | 0,7228            | 0,0750           | 0,2670                 | 0,0006 | 0,9717 |
| Carboidratos não fibrosos <sup>1,7</sup>   | 0,7608      | 0,7718          | 0,8057           | 0,8158           | 0,8216            | 0,0533           | 0,0352                 | 0,0410 | 0,4165 |
| Nutrientes digestíveis totais <sup>1</sup> | 0,8519      | 0,8366          | 0,8683           | 0,8483           | 0,8718            | 0,0599           | 0,8446                 | 0,3191 | 0,8313 |
| Nitrogênio uréico sérico <sup>3,8</sup>    | 8,54        | 9,52            | 11,20            | 11,34            | 12,82             | 2,63             | 0,0068                 | 0,0101 | 0,9068 |

<sup>1</sup>/ em kg/kg. <sup>2</sup>/Indicativos de significância para contraste entre animais suplementados e não suplementados (CO) e para efeito de ordem linear (L) e quadrática (Q) do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão 38% nos suplementos. <sup>3</sup>/ em mg/dL. <sup>4</sup>/ $\hat{Y} = 0,7673 + 0,0003x$  ( $r^2 = 0,8998$ ). <sup>5</sup>/ $\hat{Y} = 0,8753 + 0,0004x$  ( $r^2 = 0,9129$ ). <sup>6</sup>/ $\hat{Y} = 0,7580 - 0,0003x$  ( $r^2 = 0,9816$ ). <sup>7</sup>/ $\hat{Y} = 0,7798 + 0,0004x$  ( $r^2 = 0,7518$ ). <sup>8</sup>/ $\hat{Y} = 7,504 + 1,05x$  ( $r^2 = 0,8024$ ). <sup>9</sup>/ FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

Não houve diferenças significativas ( $P>0,10$ ) para o peso corporal final, ganho médio diário e escore de condição corporal final para as vacas em função dos tratamentos aplicados as suas bezerras, assim como não houve diferenças em relação ao consumo e a digestibilidade dos componentes da dieta.

Na Tabela 6 encontra-se a estatística descritiva das variáveis avaliadas para as vacas.

Não houve diferença ( $P>0,10$ ) em relação à produção e composição do leite produzido pelas matrizes em função dos tratamentos aplicados as bezerras, indicando que a suplementação das bezerras não alterou o comportamento de amamentação. A média de produção de leite foi de 6,53 kg por dia, com 3,6% de proteína bruta, 4,9% de gordura e 4,4% de lactose (Tabela 6).

Tabela 6: Estatística descritiva das variáveis estudadas para as matrizes.

| Item                                              | Mínimo | Média | Máximo | Desvio Padrão |
|---------------------------------------------------|--------|-------|--------|---------------|
| Peso corporal inicial <sup>1</sup>                | 325,1  | 436,2 | 555,1  | 50,6          |
| Peso corporal final <sup>1</sup>                  | 358,1  | 463,5 | 585,1  | 52,2          |
| Ganho médio diário <sup>1</sup>                   | -0,033 | 0,307 | 0,567  | 0,141         |
| Escore de condição corporal inicial <sup>1</sup>  | 3,2    | 4,3   | 5,6    | 0,6           |
| Escore de condição corporal final <sup>1</sup>    | 4,0    | 4,8   | 5,8    | 0,5           |
| Consumo de matéria seca <sup>2</sup>              | 5,9    | 9,3   | 14,3   | 2,1           |
| Consumo de matéria orgânica <sup>2</sup>          | 5,4    | 8,6   | 13,3   | 1,9           |
| Consumo de FDN <sup>2</sup>                       | 3,8    | 5,9   | 9,2    | 1,3           |
| Consumo de proteína bruta <sup>2</sup>            | 0,418  | 0,660 | 1,023  | 0,146         |
| Consumo de extrato etéreo <sup>2</sup>            | 0,115  | 0,182 | 0,282  | 0,040         |
| Consumo de carboidratos não fibrosos <sup>2</sup> | 1,2    | 1,9   | 2,7    | 0,3           |
| Consumo de NDT <sup>2</sup>                       | 2,9    | 5,1   | 7,9    | 1,0           |
| Digestibilidade da matéria seca <sup>3</sup>      | 45,8   | 53,8  | 66,9   | 4,5           |
| Digestibilidade da matéria orgânica <sup>3</sup>  | 48,3   | 57,6  | 78,1   | 5,8           |
| Digestibilidade da FDN <sup>3</sup>               | 53,2   | 62,4  | 82,2   | 5,3           |
| Digestibilidade da proteína bruta <sup>3</sup>    | 28,2   | 43,7  | 70,1   | 9,1           |
| Produção de leite <sup>2</sup>                    | 1,9    | 6,5   | 10,6   | 1,7           |
| Lactose <sup>3</sup>                              | 3,8    | 4,4   | 4,7    | 0,1           |
| Proteína Bruta <sup>3</sup>                       | 2,5    | 3,6   | 4,4    | 0,4           |
| Extrato Etéreo <sup>3</sup>                       | 3,2    | 4,9   | 6,9    | 0,7           |

<sup>1</sup>/ em kg. <sup>2</sup>/ em kg/dia. <sup>3</sup>/ em %.

#### 4. DISCUSSÃO

O desempenho do animal em pastejo está diretamente relacionado à oferta de forragem e esta influencia no comportamento de pastejo, interferindo na qualidade e quantidade de nutrientes e atributos nutricionais consumidos pelos animais, o que é determinante do desempenho animal em pastejo.

Para entender o sistema de criação de bovinos em pastejo, deve-se buscar entendimento das partes que o compõem (animal, planta e meio), assim como as suas interações. Visando expressar melhor essas interrelações, foi elaborado o conceito de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) (Paulino et al., 2004), que segundo Paulino et al. (2008) constitui medida integradora dos aspectos quantitativos e qualitativos do pasto, o que permite maior precisão na avaliação real da capacidade de suporte e desempenho animal na área utilizada.

A oferta de MSpd expressa em função do peso corporal (PC), remete a idéia quantitativa e qualitativa da forragem disponível momentaneamente ao animal, independente da taxa de lotação. Paulino et al. (2004) visando associar produção por animal e por área, sugeriram o fornecimento entre 4 e 5% do PC em MSpd (entre 40 e 50 g de MSpd/kg de PC), de pasto para um desempenho animal satisfatório dos animais em regime de pastejo. Neste trabalho a massa média de MSpd foi de 130,7 g/kg de PC, valor acima do recomendado por este autor, demonstrando que a quantidade de forragem não comprometeu o desempenho animal.

O capim-braquiária obtido via simulação manual do pastejo apresentou teor médio de 74,6 g de PB/kg de MS (Tabela 2), estando dentro do valor mínimo de 7-8% de PB na dieta basal relatado por Lazzarini et al., (2009) como necessário para que haja adequado aproveitamento da fibra em detergente neutro (FDN) da forragem basal, que é a principal fonte de energia para os animais criados a pasto. Porém este valor esteve

abaixo dos 10% citados por Sampaio et al. (2009) como nível que otimiza a utilização de substratos energéticos da forragem, o que justifica a suplementação com compostos nitrogenados para otimizar a utilização da forragem e consequentemente o desempenho animal, fato este que pode ser comprovado pelo desempenho superior ( $P < 0,10$ ) das bezerras que receberam suplementos múltiplos em relação às bezerras que receberam apenas mistura mineral (Tabela 3).

Este resultado pode ser atribuído ao maior consumo de compostos nitrogenados (Tabela 4) pelos animais suplementados com suplementos múltiplos, o que pode ter apresentado efeito benéfico sobre o ambiente ruminal, propiciando melhor uso da dieta consumida pelos animais suplementados e consequentemente maior ganho de peso. Tal resultado reafirma a importância da suplementação de bezerros lactentes com o objetivo de se complementar a ingestão de nutrientes e atributos nutricionais e otimizar o desempenho produtivo destes animais, proporcionando maiores peso a desmama, contribuindo para reduzir a duração da fase de recria, pois, em regiões tropicais, o consumo de leite e forragem não é suficiente para permitir aos bezerros expressarem o seu potencial genético (Valente et al., 2012).

Entre os níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão 38% não houve diferença no ganho médio diário (GMD) das bezerras. A substituição do farelo de soja por farelo de algodão 38% não prejudicou o desempenho dos animais.

A avaliação visual do escore de condição corporal (ECC) constitui prática que busca entender a composição corporal do animal adulto em termos de percentual de gordura. Embora, seja considerada uma medida subjetiva, o ECC é uma importante ferramenta utilizada nos sistemas de produção de bovinos, por levar em consideração o acúmulo de reservas corporais das quais a fêmea dispõe para mobilizar durante a fase de aleitamento (Oliveira et al., 2006). Neste estudo não houve diferenças significativas ( $P > 0,10$ ) para o



peso corporal final, ganho médio diário e escore de condição corporal final (Tabela 6) para as vacas em função dos tratamentos aplicados as suas bezerras.

O número de mamadas diárias influencia na produção de leite e no desgaste físico da mãe (Kress et al., 1990), de modo que o maior número de mamadas ao longo do dia poderia levar a vaca a apresentar maior produção de leite em resposta ao maior estímulo e, conseqüentemente, maior desgaste físico. Contudo, de forma similar aos resultados encontrados neste trabalho, Gelvin et al. (2004) e Valente et al. (2012) não encontraram diferenças na produção de leite entre vacas que tiveram suas crias suplementadas ou que não receberam suplementos múltiplos. A quantidade de suplemento ofertado às bezerras, não foi suficiente para alterar o comportamento da amamentação e conseqüentemente a produção de leite, a condição corporal e o peso corporal final das vacas. Sendo assim, a produção de leite das vacas não influenciou o desempenho das bezerras, sendo as diferenças observadas no GMD devido apenas ao fornecimento de suplemento múltiplo.

A suplementação múltipla aumentou o consumo (Tabela 4) em kg/dia de MS, MO, PB, CNF, MSD e NDT. A diferença no consumo foi provavelmente devido ao consumo de matéria seca de suplemento pois, não houve diferença no consumo de matéria seca de forragem em kg/dia entre as bezerras suplementadas com suplementos múltiplos e suplementadas apenas com mistura mineral.

Os consumos de MS de forragem (MSF) e MO de forragem (MOF) em g/kg de peso corporal foram maiores para as bezerras não suplementadas, provavelmente devido ao efeito substitutivo, visto que o consumo de matéria seca de forragem pelos animais suplementados foi numericamente inferior.

Entre os níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão 38% observou-se efeito linear decrescente sobre o consumo em kg/dia de fibra em detergente

neutro digerida (FDND) e MSD ( $P < 0,10$ ), provavelmente devido a menor degradabilidade do farelo de algodão 38% quando comparado com o farelo de soja. Observou-se efeito quadrático do nível de farelo de algodão 38% nos suplementos sobre o consumo de CNF e FDNi em g/kg de PC.

A mensuração da massa ingerida efetivamente digerida permite integrar os efeitos da suplementação das bezerras sobre o consumo e digestibilidade; neste estudo observou-se efeito da suplementação múltipla sobre o consumo de MS e sobre a digestibilidade da MS (Tabela 7), o que elevou o consumo de MSD pelas bezerras que receberam suplementos múltiplos. A maior digestibilidade da MS nos animais que receberam suplementos múltiplos, pode ser devida em parte, a maior ingestão de compostos nutricionais de fácil digestão, ao invés do aumento da digestibilidade do pasto, visto que não houve alteração da digestibilidade total da FDNcp ( $P > 0,10$ ) em resposta ao consumo de suplemento.

Houve efeito da suplementação múltipla ( $P < 0,10$ ) sobre a ingestão de nutrientes digestíveis totais (NDT) em kg/dia. Os incrementos causados no teor de NDT da dieta com a suplementação parecem refletir a ampliação nos coeficientes de digestibilidade da PB e CNF, não havendo, portanto, aumento significativo na extração de energia a partir da FDNcp. Este comportamento é reforçado considerando-se que a suplementação tenha elevado o consumo de NDT, sem, contudo afetar o consumo de FDNcp digerida ( $P > 0,10$ ).

Quando o consumo de componentes da dieta pelas bezerras foi avaliado como fração do peso corporal, verificou-se efeito linear decrescente para os consumos de MS e MO (Tabela 4), evidenciando que dietas com maiores níveis de farelo de algodão 38% proporcionam menores médias de consumo, quando comparadas com dietas contendo farelo de soja.

A avaliação do consumo de MS de leite não apresentou diferença significativa ( $P>0,10$ ), confirmando que a produção de leite das mães foi semelhante nos diferentes grupos de animais, não sendo, portanto, um fator que interferiria na diferença de desempenho entre os animais.

De acordo com os dados do BR-CORTE (2010), bezerros de corte com peso corporal de 125 kg, com GMD igual a 750 gramas apresentam exigência de 1,78 kg de NDT/dia. Neste estudo o consumo de NDT pelas bezerras em kg/dia foi de 2,48; 2,814; 2,802; 2,661 e 2,750; para os suplementos MM, FA<sub>0</sub>, FA<sub>33</sub>, FA<sub>67</sub> e FA<sub>100</sub>, respectivamente. Em relação à exigência de proteína bruta para bezerros com 125 kg de peso corporal e GMD igual a 750 gramas a exigência é igual a 467,1 g/dia. Neste estudo o consumo de PB pelas bezerras em g/dia foi de 362; 461; 454; 466 e 483; para os tratamentos MM, FA<sub>0</sub>, FA<sub>33</sub>, FA<sub>67</sub> e FA<sub>100</sub>, respectivamente. Sendo assim, apesar do consumo de NDT ter sido acima da exigência para ganho de 750 g/dia para todos os tratamentos, o consumo de PB limitou o desempenho dos animais que receberam apenas suplementação mineral, não permitindo que esses animais tivessem um GMD acima de 750 g/dia. O teor de PNDR/PB foi de 38,4; 39,8; 39,2 e 38,5% respectivamente, para os tratamentos FA<sub>0</sub>, FA<sub>33</sub>, FA<sub>67</sub> e FA<sub>100</sub>. Como o teor de PNDR foi similar entre os suplementos, a quantidade de PNDR consumida pelos animais não influenciou no desempenho das bezerras.

O fornecimento de suplementos múltiplos aumentou o consumo de PB e propiciou GMD igual 770 g/dia, entre os níveis de substituição do farelo de soja pelo FA não houve diferença no consumo de PB, assim como não houve diferença no GMD das bezerras.

Segundo dados do BR-CORTE (2010), vacas de corte com peso corporal de 450 kg, produzindo 6 kg de leite por dia, com GMD igual a 300 gramas apresentam

exigência de 6,02 kg de NDT/dia. Neste estudo o consumo de NDT pelas vacas em kg/dia foi de 5,1. Em relação à exigência de proteína bruta para as vacas lactantes com peso corporal igual 450 kg e com GMD de 300 gramas a exigência é igual a 715,6 g/dia. Neste estudo o consumo de PB pelas vacas foi de 660 g/dia. Sendo assim, tanto para o consumo de NDT quanto para o consumo de PB, os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com BR-CORTE (2010).

Um aumento na digestibilidade total pode ser esperado com a inclusão de concentrados na dieta de animais em pastejo pois, apresentam digestibilidades maiores que a forragem. No entanto, a interação entre a digestão dos concentrados e do pasto pode aumentar/reduzir ou não alterar a digestão da fibra. A suplementação múltipla aumentou a digestibilidade aparente total da MS, MO, PB e CNF. Este aumento pode ser devido à presença de compostos mais facilmente digeríveis na dieta dos animais que receberam suplemento múltiplo, visto que não houve aumento na digestibilidade da FDNcp em resposta ao consumo de suplemento.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da PB e CNF foram maiores nos animais que receberam suplementos múltiplos, devido ao efeito da menor proporção da fração metabólica fecal em relação ao nutriente ingerido (Cabral et al., 2006; Barros et al., 2011). Como o coeficiente de digestibilidade aparente é uma medida relativa, em baixos consumos de PB estas perdas metabólicas têm maior capacidade de reduzir a estimativa do coeficiente de digestibilidade da PB, com reflexos sobre o coeficiente de digestibilidade da MS e da MO. Os microrganismos obtêm nitrogênio (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., 1997; Cabral et al., 2006).

Observou-se efeito linear positivo do nível de inclusão de FA sobre a digestibilidade aparente total da PB, EE e CNF. O aumento do coeficiente de

digestibilidade aparente total da PB, provavelmente ocorreu em razão da maior participação de uréia na composição dos suplementos quando se aumentou o nível de FA nos suplementos, visto que a uréia é rapidamente hidrolisada à amônia no ambiente ruminal, este efeito também foi observado por Paula et al. (2010).

Observou-se efeito linear negativo do nível de FA sobre a digestibilidade da FDNcp. É possível inferir que a provável razão do aumento nos níveis de FA gerarem médias inferiores nos coeficientes de digestibilidade da FDNcp, quando se verifica que o aumento nos níveis de FA nos suplementos aumentaram o teor de FDNi e lignina (Tabela 2).

Os níveis de nitrogênio uréico no soro (NUS) são afetados pelo nível nutricional, sobretudo em ruminantes, é um indicador sensível e imediato da ingestão de proteína (Gonzales et al., 2002). Assim, as estimativas de NUS têm sido empregadas para se diagnosticar a adequação da utilização de compostos nitrogenados no rúmen em função da disponibilidade de matéria orgânica degradável (Sampaio et al., 2009). A concentração de NUS foi maior para as bezerras suplementadas em relação as não suplementadas. Tal fato pode ser atribuído ao maior consumo de PB dos animais suplementados, uma vez que a concentração de NUS está positivamente correlacionada com a ingestão de N. Observou-se efeito linear crescente do nível de farelo de algodão 38% nos suplementos sobre o teor de NUS.

Valadares et al. (1997) sugeriram que os níveis de N-uréia plasmáticas entre 13,52 e 15,15 mg/dL correspondem à máxima eficiência microbiana e provavelmente seria o limite a partir do qual ocorre perda de proteína para novilhos zebuínos alimentados com 62,5% de NDT.

O nível médio de NUS para os animais que receberam suplementos múltiplos foi de 11,22 mg/dL ficando um pouco abaixo do valor mínimo que corresponde a

máxima eficiência microbiana sugerido por Valadares et al., (1997). No entanto, o valor de NUS para os animais que receberam apenas mistura mineral foi de 8,54 mg/dL, valor abaixo do apresentado para animais suplementados indicando possível comprometimento da atividade microbiana o que pode ter comprometido o desempenho dos animais não suplementados.

## **5. CONCLUSÕES**

Recomenda-se o fornecimento de suplementos múltiplos formulados com farelo de algodão 38% para bezerras de corte lactentes criadas em sistema de *creep-feeding* no período de transição águas-seca.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, L.V., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Detmann, E., Silva, F.G., Valente, E.E.L., Lopes, S.A., Martins, L.S. 2011. Replacement of soybean meal by cottonseed meal 38% in multiple supplements for grazing beef heifers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.852-859.
- Cabral, L.S., Valadares Filho, S.C., Detmann, E., Malafaia, P.A.M., Zervoudakis, J.T., Souza, A.L., Veloso, R.G., Nunes, P.M.M. 2006. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.2406-2412.
- Detmann, E.; Paulino, M.F.; Zervoudakis, J.T.; Valadares Filho, S. C.; Euclides, R. F.; Lana, R. P.; Queiróz, D.S. Cromo e Indicadores internos na determinação do Consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p.1600 – 1609, 2001.
- Detmann, E., Souza, M.A., Valadares Filho, S.C., Queiroz, A.C., Berchielli, T.T., Saliba, E.O.S., Cabral, L.S., Pina, D.S., Ladeira, M.M., Azevedo, J.A.G. (Ed.) 2012. Métodos para análise de alimentos. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p.
- Gelvin, A. A., Lardy, G.P., Soto-Navarro, S.A., Landblom, D.G., Caton, J.S. 2004. Effect of field pea-based creep feed on intake, digestibility, ruminal fermentation, and performance by nursing calves grazing native range in western North Dakota. *Journal Animal Science*, v. 82, p. 3589-3599.
- Gonzales, F.H.D., Scheffer, J.F.S. 2002. Perfil sanguíneo: ferramenta na análise clínica, metabólica e nutricional. Avaliação metabólica-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais. In: *Proceedings of Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária*, (Gramado, Rio Grande do Sul – Brasil), p.5-17.
- Hall, M.B.; Akinyode, A. Cottonseed hulls: working with with a novel fiber source. In: *Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, 11, 2000, Gainesville. *Proceedings...* Gainesville, 2000. p. 179-186.
- Henriques, L.T, Valadares Filho, S.C., Fonseca, M.A., Paulino, P.V.R., Valadares, R.F.D. 2011. Avaliação de modelos não-lineares e da relação do consumo voluntário de vacas

- primíparas e de bezerros com a curva de lactação de vacas Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p.1287-1295.
- Kress, D. D., Doornbos, D. E., Anderson, D. C. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding: V. Calf production, milk production and reproduction of three to eight year old dams. 1990. *Journal of Animal Science*, v. 68, p. 1910-1921.
- Lazzarini, I., Detmann, E., Sampaio, C. B., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Souza, M.A., Oliveira, F.A. 2009. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.2021-2030.
- National Research Council – NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington, D.C.:National Academy, 1996. 242p.
- National Research Council - NRC. Nutrients requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.
- Oliveira, R.L., Barbosa, M.A.A.F., Ladeira, M.M., Silva, M.M.P., Ziviani, A.C., Bagaldo, A.R. 2006. Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.7, p.57-86.
- Paula, N.F., Zervoudakis, J.T., Cabral, L.S., Carvalho, D.M.G., Zervoudakis, L.K. H., Moraes, E.H.B.K., Oliveira, A.A. 2010. Frequência de suplementação e fontes de proteína para recria de bovinos em pastejo no período seco: desempenho produtivo e econômico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p.873-882.
- Paulino, M.F. Estratégias de suplementação para bovinos de corte. 1999. In: Proceedings of 1st Symposium of beef cattle production (Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, Brazil), p. 93-139.
- Paulino, M.F., Figueiredo, D.M., Moraes, E.H.B.K., Porto, M.O., Sales, M.F.S., Acedo, T.S., Villela, S.D.J., Valadares Filho, S.C. 2004. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: Proceedings of 4rd Symposium of beef cattle production (Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, Brazil), p. 93-139.
- Paulino, M. F., Detmann, E., Valadares Filho, S. C. Bovinocultura funcional nos trópicos. 2008. In: Proceedings of 7rd Symposium of beef cattle production (Departamento de Zootecnia - UFRV, Viçosa, Brazil), p.275-305.



- Sampaio, C. B., Detmann, E., Lazzarini, I., Souza, M.A., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C. 2009. 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.
- Silva, F.F. 2000. Bezerro de corte: crescimento até a desmama, creep feeding e creep grazing. *Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia*, v. 33, p. 47-52.
- Titgemeyer, E.C.; Armendariz, C. K.; Bindel, D.J.; Greenwood, R.H.; Loest, C.A. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. *Journal of Animal Science*, v.79, p.1059-1063, 2001.
- Valadares, R.F.D., Gonçalves, L.C., Rodriguez, N.M., Valadares Filho, S.C., Silva, J.F.C. 1997. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidade e balanço de compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, p.1259-1263.
- Valente, É. E. L., Paulino, M. F., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Barros, L.V., Acedo, T.S., Couto, V. R. M., Lopes, S.A. 2011. Levels of multiple supplements or nitrogen salt for beef heifers in pasture during the dry season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p. 2011-2019.
- Valente, É. E. L., Paulino, M. F., Detmann, E. Valadares Filho, S.C., Barros, L. V., Cabral, C.H.A., Silva, A.G., Duarte, M.S. 2012. Strategies of supplementation of female suckling calves and nutrition parameters of beef cows on tropical pasture. *Tropical Animal Health and Production*, v. 44, p.1803-1811.
- Zervoudakis, J. T., Paulino, M. F., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Lana, R.P., Cecon, Paulo Roberto. 2002. Desempenho de novilhas mestiças e parâmetros ruminiais em novilhos, suplementados durante o período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, p. 1050-1058.

## CAPÍTULO 2

### **Desempenho produtivo e nutricional de novilhas de corte em pastejo suplementadas no período da seca e/ou no período de transição seca-águas**

**Resumo** – Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação com suplemento múltiplo ou mistura mineral durante o período da seca (fase 1) e/ou transição seca-águas (fase 2) sobre as variáveis nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas de corte, em pastagem de *Uruchloa decumbens*. Utilizaram-se 40 novilhas com idade e peso médio iniciais, de 8 meses e  $200 \pm 3,74$  kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 10 repetições. Na fase 1, dois grupos de animais receberam suplemento múltiplo e os outros dois grupos receberam apenas mistura mineral *ad libitum*. Na fase 2 do experimento, dos dois grupos que recebiam suplemento múltiplo, um continuou a receber o suplemento múltiplo e o outro recebeu apenas mistura mineral *ad libitum*. Já com relação aos dois grupos que receberam apenas mistura mineral na fase 1, um continuou a receber mistura mineral e o outro passou a receber suplemento. Na fase 1, os animais suplementados tiveram maior ganho médio diário (GMD), a suplementação aumentou o consumo em kg/dia de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), PB, carboidratos não fibrosos (CNF), matéria seca digerida (MSD) e nutrientes digestíveis totais (NDT) e melhorou a digestibilidade de todos os constituintes da dieta ( $P < 0,10$ ), com exceção da fibra em detergente neutro (FDNcp) e do extrato etéreo (EE) ( $P > 0,10$ ). A suplementação na transição seca-águas (fase 2) aumentou o consumo em kg/dia de MS, matéria seca de forragem (MSF), MO, matéria orgânica de forragem (MOF), PB, EE, MSD, fibra em detergente neutro digerida (FDND) e fibra em detergente neutro indigestível. Houve efeito de interação sobre a suplementação na seca e na transição seca-águas sobre o GMD, consumo de CNF, sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, FDNcp e sobre o teor de NDT. Recomenda-se o uso de suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo em fase de recria durante o período da seca e durante o período de transição seca-águas. A suplementação durante a seca melhora o desempenho dos animais suplementados durante a transição seca-águas.

**Palavras chave:** Forragem, ganho de peso, novilhas, suplementação

## **Productive and nutritional performance of grazing beef heifers supplemented in the dry season and/or in the dry-rainy transition season**

**Abstract:** The objective with this work was to evaluate the effect of supplementation with multiple supplement or mineral mixture in the dry season (phase 1) and/or dry-rainy transition season (phase 2) on the nutritional variables and productive performance of beef cattle in *Uruchloa decumbens* pasture. It was used 40 heifers at initial age and average weight of 8 months and  $200 \pm 3.74$  kg, respectively in a complete random design with four treatments and 10 replicates. In the phase 1, two groups of animals were fed multiple supplement and the other two groups were fed only mineral mixture *ad libitum*. In the second phase of the experiment, the two groups that received multiple supplements, one continued to receive multiple supplements and the other was receiving only mineral. Regarding the two groups fed only mineral mixture in the phase 1, one continued receiving mineral mixture in phase 2 and the other receiving supplement in phase 2. In the phase 1, supplemented animals presented greater daily average gain (DAG), the supplementation increased intake in kg/day of dry matter (DM), organic matter (OM), CP, non fibrous carbohydrates (NFC), digested dry matter (DDM), and total digestible nutrients (TDN) and it improved digestibility of all dietary constituents ( $P < 0.10$ ), except those of neutral detergent fiber (NDFap) and ether extract (EE) ( $P < 0.10$ ). The supplementation in the dry-rainy transition season (phase 2) increased intake in kg/day of DM, forage dry matter (FDM), OM, forage organic matter (FOM), CP, EE, DDM, digested neutral detergent fiber (DNDF) and indigestible neutral detergent fiber. There was an interaction effect on supplementation in the dry season and in the dry-rainy transition season on the DAG, NFC intake, on the coefficients of DM, OM, CP, NDFap and on the content of TDN. It is recommended the use of multiple supplements for grazing beef heifers in the growth phase in the dry season and in the rainy-dry transition period. Supplementation in the dry season improves performance of supplemented animals in the rainy-dry transition season.

**Key words:** Forage, heifers, supplementation, weight gain

## 1. INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção de animais com estação de monta definida (novembro – janeiro), a fase de recria geralmente, ocorre durante a estação seca e durante a transição seca/águas. A duração da fase de recria é variável e influencia diretamente na rentabilidade do sistema produtivo.

Durante o período seco a queda na qualidade da forragem em função do aumento na parede celular e lignificação (Van Soest, 1994), influencia negativamente a digestibilidade e o consumo voluntário (Lazzarini et al., 2009; Sampaio et al., 2010). Observa-se ainda que os teores protéicos destas gramíneas dificilmente atingem o valor de 7% de PB, relatado por Lazzarini et al., (2009) como mínimo para que não haja comprometimento do crescimento microbiano ruminal e, consequentemente, para que ocorra utilização eficiente dos carboidratos fibrosos da forragem basal.

Já no final do período seco e início da estação das chuvas (transição seca-águas), observa-se predominância de aparecimento de brotos na pastagem. Estes brotos, segundo Poppi & McLennan (1995) são constituídos de proteína de alta degradabilidade, elevando o risco de perdas na forma de amônia. Por outro lado, à medida que as plantas vão amadurecendo, ocorre mobilização deste nitrogênio presente sob forma de proteínas solúveis para formas insolúveis associadas à parede celular (Paulino et al., 2003).

A bovinocultura de corte brasileira, que tem o pasto como a base da alimentação dos bovinos, deverá buscar a ampliação da capacidade de produção. Práticas adequadas de manejo devem ser utilizadas nas diferentes épocas do ano, visando propiciar aos animais ganho de peso adequado, mesmo durante as épocas em que a forragem disponível apresentar menor qualidade e quantidade. Uma das estratégias para

otimização da eficiência produtiva da bovinocultura de corte é a utilização de suplementos múltiplos para os animais criados em pastagens, durante as várias fases do sistema produtivo da carne bovina.

Devido às interações existentes entre forragem, suplemento e fase de produção nas diferentes épocas do ano, grandes variações no consumo e aproveitamento do pasto e na produção animal podem ocorrer. Muito ainda se questiona sobre a viabilidade e o nível ideal de suplementação concentrada a ser utilizado em cada fase de vida dos animais e época do ano, e mesmo a resposta produtiva possível de ser alcançada. Questiona-se também sobre o efeito que a suplementação concentrada em determinada fase pode ter sobre a suplementação nas fases seguintes do sistema produtivo. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de novilhas em pastejo com suplemento múltiplo ou mistura mineral durante o período da seca e/ou transição seca-águas sobre o desempenho produtivo e as variáveis nutricionais.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### *2.1. Animais, delineamento experimental e suplementos*

O experimento foi conduzido nas dependências do Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa (20°45' S e 42°52' W), localizado no município de Viçosa-MG. A área experimental está localizada em uma região montanhosa com 670 m de altitude e apresenta precipitação média anual de 1300 mm. O experimento teve duração de 168 dias divididos em duas fases com 84 dias cada. A fase 1, referente ao período da seca, foi conduzida entre os meses de julho a setembro de 2010. A fase 2, referente ao período de transição seca-águas, foi conduzida entre os meses de outubro e dezembro de 2010.

Foram utilizadas 40 novilhas com, no mínimo, 50% de sangue Nelore, com idade e pesos médios iniciais, de 8 meses e  $200 \pm 3,74$  kg, respectivamente.

Foi destinada aos animais uma área experimental com 10 hectares, sendo esta constituída por quatro piquetes de 2,5 ha, formados com a gramínea *Uruchloa decumbens* (Capim-braquiária), providos de bebedouros e cochos sendo estes cobertos e com acesso pelos dois lados.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições em cada tratamento.

Na primeira fase, durante o período seco, dois grupos receberam suplemento múltiplo e os outros dois grupos receberam apenas mistura mineral *ad libitum*. Na segunda fase do experimento, durante o período de transição seca-águas, dos dois grupos que recebiam suplemento múltiplo, um continuou a receber suplemento múltiplo e o outro recebeu apenas mistura mineral *ad libitum*. Já com relação aos dois grupos que receberam apenas mistura mineral na fase 1, um continuou a receber mistura mineral e o outro passou a receber suplemento múltiplo. A fórmula do suplemento múltiplo utilizado nas duas fases encontra-se na Tabela 1. Nas duas fases, os animais suplementados receberam 1 kg de suplemento por dia. Os suplementos foram fornecidos diariamente, às 10h00, em comedouro conjunto, com dois metros de comprimento, para permitir o acesso simultâneo dos animais. A água foi disponibilizada *ad libitum* durante todo o experimento.

Tabela 1: Composição (em g/kg) do suplemento, com base na matéria natural

| Ingredientes                 | Suplemento múltiplo |
|------------------------------|---------------------|
| Mistura mineral <sup>1</sup> | 60                  |
| Sorgo                        | 210                 |
| Milho                        | 210                 |
| Farelo de soja               | 500                 |
| Uréia/SA                     | 20                  |

<sup>1</sup>Composição percentual: fosfato bicálcico, 50,00; cloreto de sódio, 47,775; sulfato de zinco, 1,40; sulfato de cobre, 0,70; sulfato de cobalto, 0,05; iodato de potássio, 0,05 e selenito de sódio 0,025.

Ao início de cada fase do experimento, todos os animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas e durante o período experimental, quando necessário.

Os animais foram pesados no início do experimento após jejum de 14 horas; logo após, os tratamentos foram aleatoriamente designados às unidades experimentais (animais). Formaram-se quatro lotes, agrupando-se os animais que receberiam o mesmo tratamento.

A cada sete dias os animais foram rotacionados entre os piquetes, visando o controle de possíveis efeitos de piquetes sobre os tratamentos (disponibilidade de pasto, localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento, etc); o tratamento acompanhou o grupo de animais.

O ganho médio diário de peso (GMD) das novilhas em cada fase experimental foi estimado pela diferença entre o peso corporal final e o inicial, dividido pelo número de dias experimentais em cada fase (84 dias).

## 2.2. Procedimentos experimentais e amostragens

A amostragem para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais foi realizada via simulação manual do pastejo a cada 14 dias. Essa amostra foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas e moída em moinho de facas (1 mm).

No décimo quarto dia de cada período experimental foi realizada coleta do pasto para quantificação da massa de MS e de MS potencialmente digestível (MSpd), através do corte rente ao solo de quatro áreas delimitadas por um quadrado metálico de  $0,5 \times 0,5$  m, selecionados aleatoriamente em cada piquete experimental. Essa amostra também foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a  $60^{\circ}\text{C}$  por 72 horas.

A MSpd foi estimada segundo Paulino et al. (2008):

$$\text{MSpd} = 0,98 \times (100 - \text{FDNcp}) + (\text{FDNcp} - \text{FDNi})$$

Para a avaliação das características nutricionais, a partir do 35º dia do período de cada fase experimental foi realizado um ensaio com duração de nove dias. Utilizou-se o método de três indicadores. Para estimar a excreção fecal, foi fornecido aos animais o indicador externo óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) (Detman et al., 2001), acondicionado em cartuchos de papel, correspondente a 15 g por animal/dia, aplicado com auxílio de um aplicador metálico diretamente no esôfago, sempre às 10h00. Para estimar o consumo individual de suplemento foi utilizado o dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) (Titgemeyer fornecido via suplemento na proporção de 10 g de indicador/kg de suplemento. Para estimar o consumo de MS total e MS de pasto foi utilizado como indicador interno a FDNi (Detman et al., 2001).

Dos nove dias do ensaio, seis foram destinados à adaptação ao  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  e ao  $\text{TiO}_2$ . Nos últimos três dias foram realizadas coletas de fezes em horários diferenciados, às 15h00, 11h00 e às 7h00, respectivamente. As amostras de fezes foram coletadas imediatamente após a defecação ou diretamente no reto dos animais, em quantidades aproximadas de 200 g, sendo identificadas por animal e secas em estufa com circulação forçada de ar ( $60^{\circ}\text{C}/72$  horas) e após a secagem, moídas em moinho de facas (1 mm).



No quinto dia do ensaio foi realizada uma simulação manual de pastejo, em cada piquete separadamente, sendo estas amostras usadas para a estimação do consumo e dos coeficientes de digestibilidade.

No último dia do ensaio de digestibilidade de cada fase foram obtidas amostras “spot” de urina, em micção espontânea, e de sangue, via punção da veia jugular, realizadas aproximadamente quatro horas após o fornecimento do suplemento. Após a coleta, as amostras de urina foram diluídas com 40 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,036 N) e congeladas a -20°C para posterior avaliação dos teores de creatinina, uréia e derivados de purina. As amostras de sangue foram coletadas ao final do período de coleta de urina utilizando-se de tubos de vácuo com ativador de coágulo e gel separador (BD Vacutainer<sup>®</sup>, SST II Advance). O sangue foi imediatamente centrifugado a 2700 × g por 15 minutos sendo o soro armazenado (-20°C).

### 2.3. Análises Químicas

Nas amostras de forragem obtidas via simulação manual do pastejo e dos concentrados foram quantificados os teores de matéria seca (MS; método INCT-CA G-003/1); matéria mineral (MM; método INCT-CA M-001/1); proteína bruta (PB; método INCT-CA N-001/1); extrato etéreo (EE; método INCT-CA G-004/1); fibra em detergente neutro (FDNcp; método INCT-CA F-002/1), utilizando-se  $\alpha$ -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio, foram realizadas correções para proteína e cinzas na FDN, quantificou-se o teor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN; método INCT – CA N-004/1) e o teor de fibra em detergente ácido (FDAcp; método INCT-CA F-004/1), com correções para proteína e cinzas; fibra em detergente neutro indigestível (FDNi; método INCT-CA F-009/1), obtida após a incubação em sacos F57 (Ankom<sup>®</sup>) *in situ* por 288 horas, teor de lignina (método

INCT-CA F – 005/1) seguindo-se as recomendações de Detmann et al. (2012). A matéria seca digerida (MSD) e a fibra em detergente neutro digerida (FDND) foram calculadas multiplicando o consumo de MS e FDN pelo coeficiente de digestibilidade da MS e da FDN, respectivamente. Nas amostras de forragem para cálculo da massa de MS e MSpd disponível analisou-se o teor de MS, FDNcp e FDNi, conforme descrito anteriormente.

Os carboidratos não fibrosos dos suplementos foram estimados segundo recomendações de Hall (2000), utilizando-se a seguinte equação:

$$CNFcp = 100 - [(\%PB - \%PBU + \% \text{ de uréia}) + \%FDNcp + \%EE + \% \text{ de cinzas}]$$

onde: PBU = PB no suplemento advinda da uréia.

A composição do suplemento e da forragem é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química do suplemento e da *Uruchloa decumbens*

| Item <sup>1</sup>                      | Suplemento<br>Múltiplo | Fase 1 (Seca)         |                       | Fase 2 (Transição seca-<br>águas) |                       |
|----------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                                        |                        | Forragem <sup>5</sup> | Forragem <sup>6</sup> | Forragem <sup>5</sup>             | Forragem <sup>6</sup> |
| Matéria Seca <sup>2</sup>              | 918,40                 | 349,0±2,28            | 325,1±0,84            | 287,0±5,70                        | 228,8±0,88            |
| Matéria Orgânica <sup>3</sup>          | 905,1                  | 916,4±0,09            | 913,0±0,44            | 929,6±0,48                        | 918,2±0,25            |
| Proteína Bruta <sup>3</sup>            | 325,7                  | 54,7±0,53             | 41,1±0,18             | 110,6±1,23                        | 140,2±0,09            |
| NIDN <sup>4</sup>                      | 105,1                  | 102,7±1,10            | 151,4±2,87            | 317,2±0,32                        | 372,9±1,41            |
| Extrato etéreo <sup>3</sup>            | 15,9                   | 11,7±0,07             | 12,3±0,10             | 13,9±0,11                         | 20,1±0,05             |
| FDNcp <sup>3</sup>                     | 137,4                  | 602,2±1,04            | 663,2±1,22            | 586,5±4,53                        | 535,4±1,26            |
| Carboidratos não fibrosos <sup>3</sup> | 426,1                  | 247,8±0,43            | 196,4±0,48            | 218,6±1,89                        | 222,2±1,09            |
| FDACP <sup>3</sup>                     | 42,1                   | 276,6±0,76            | 305,0±1,16            | 278,4±1,84                        | 245,8±0,15            |
| FDNi <sup>3</sup>                      | 11,9                   | 249,1±0,01            | 246,5±0,86            | 279,0±0,45                        | 200,3±0,76            |
| Lignina <sup>3</sup>                   | 18,2                   | 54,8±0,56             | 57,8±0,08             | 46,1±0,44                         | 49,3±0,33             |

<sup>1</sup>/NIDN – nitrogênio insolúvel em detergente neutro; FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDACP – fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível. <sup>2</sup>/ Em g/kg de matéria natural. <sup>3</sup>/ Em g/kg de matéria. <sup>4</sup>/ Em g/kg de nitrogênio total. <sup>5</sup>/Média das amostras obtidas por simulação manual do pastejo durante todo o período experimental. <sup>6</sup>/Média das amostras obtidas durante o ensaio para avaliação das características nutricionais.

Foi elaborada uma amostra composta de fezes com base no peso seco ao ar, por animal, dos três dias de coleta, as quais foram armazenadas em potes plásticos, devidamente identificadas e posteriormente analisadas quanto aos teores de cromo, por espectrofotometria de absorção atômica (método INCT-CA M-005/1); dióxido de titânio por colorimetria (método INCT-CA M-007/1), seguindo-se métodos descritos por Detmann et al. (2012). Avaliaram-se os teores de MS; PB; EE; FDNcp; FDNi e MM, conforme descrito anteriormente.

A excreção de matéria seca fecal foi estimada utilizando-se o indicador óxido crômico, sendo estimada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecido e sua concentração nas fezes.

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

$$CISup = ((EF \times CIFI) / IFG) \times SupFG$$

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

A estimação do consumo voluntário de matéria seca foi realizada empregando-se como indicador interno a FDN indigestível, conforme a equação:

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

em que: CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg); CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); e IS = consumo de indicador a partir do suplemento (kg).

Para estimar os teores urinários de uréia foram utilizados o método enzimático-colorimétrico (InVitro<sup>®</sup>, Uréia Liquicolor), para ácido úrico o método enzimático-colorimétrico com fator clareante de lípedes (InVitro<sup>®</sup>, Uric Acid Liquicolor), e os teores de creatinina foram estimados pelo método de Jaffé modificado (InVitro<sup>®</sup>, Creatinina). O cálculo do volume urinário diário foi feito empregando-se a relação entre a excreção diária de creatinina (EC), adotando-se como referência a equação proposta por Costa e Silva et al. (2012), e a sua concentração nas amostras “spot”:

$$ECU \text{ (g/dia)} = 0,0345 \times PCJ^{0,9491}$$

em que: PCJ = peso corporal em jejum.

As análises de alantoína foram feitas pelo método colorimétrico (Chen & Gomes, 1992). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina.

As purinas absorvidas (PA, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (DP, mmol/dia), por intermédio da equação:

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

em que: 0,80 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e  $0,301PC^{0,75}$ , a contribuição endógena para a excreção de purinas (Barbosa et al., 2011).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (g N<sub>mic</sub>/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (PA, mmol/dia), utilizando-se a equação descrita por Barbosa et al. (2011):

$$N_{mic} = \frac{70 \times PA}{0,93 \times 0,137 \times 1000}$$

em que: 70 é o conteúdo de N de purinas (mg N/mol); 0,137, a relação N purinas:N total nas bactérias; e 0,93, a digestibilidade das purinas bacterianas.

A eficiência microbiana foi expressa em g PB microbiana/kg de nutrientes digestíveis totais (g PBmic/kg NDT).

#### 2.4. Análises Estatísticas

Utilizou-se o PROC MIXED do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2) em todas as análises estatísticas. Adotando-se  $\alpha = 0,10$ . Foi realizada a análise das fases em separado. Na fase 1 o delineamento foi inteiramente casualizado com 2 tratamentos e na fase 2 o delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos em fatorial 2x2 (2 tratamentos prévios e 2 tratamentos durante). Utilizou-se o peso corporal inicial como co-variável.

### 3. RESULTADOS

Na primeira fase 1 (seca) as massas médias de MS e MSpd foram de 4194,9 e 2640,9 kg/ha, respectivamente. O teor médio de PB na forragem durante esta fase foi de 54,7 g de PB/kg de MS. Na fase 2 (transição seca-águas) a massa de MS e MSpd foi de 4765,7 e 2929,1 kg/ha, respectivamente, com teor médio de PB de 110g de PB/kg de MS.

O GMD (Tabela 3) para os animais suplementados com suplementos múltiplos na fase 1 foi maior ( $P < 0,10$ ) do que para os animais suplementados apenas com mistura mineral.

Tabela 3 – Médias, desvio padrão e indicativos de significância para peso corporal final em kg e ganho médio diário em kg para os animais suplementados com suplementos múltiplos e animais suplementados apenas com mistura mineral durante a seca

| Item                  | Estratégia Fase 1 (Seca) |                   | Desvio Padrão | Valor - P |
|-----------------------|--------------------------|-------------------|---------------|-----------|
|                       | Suplementadas            | Não suplementadas |               |           |
| Peso corporal inicial | 199,9                    | 201,6             |               |           |
| Peso corporal final   | 227,4                    | 214,8             | 6,721         | <.0001    |
| Ganho médio diário    | 0,318                    | 0,167             | 0,079         | <.0001    |

Observaram-se diferenças nos consumos (Tabela 4) de MS, MO, PB, CNF, MSD e NDT expressos em kg/dia, entre os animais suplementados com suplementos múltiplos e suplementados apenas com mistura mineral ( $P<0,10$ ) na fase 1. Em todos os casos a suplementação aumentou o consumo. Os consumos de MS e MO em g/kg de peso corporal foram maiores para os animais que receberam suplementos múltiplos.

Tabela 4 – Médias, desvio padrão e indicativos de significância para os consumos de componentes da dieta

| Item                                    | Estratégias Fase 1 (Seca) |                    | Desvio padrão | Valor - P |
|-----------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------|-----------|
|                                         | Suplemento múltiplo       | Suplemento mineral |               |           |
|                                         | kg/dia                    |                    |               |           |
| Matéria seca                            | 4,11                      | 3,43               | 0,667         | 0,0029    |
| Matéria seca de forragem                | 3,28                      | 3,43               | 0,663         | 0,4710    |
| Matéria orgânica                        | 3,82                      | 3,16               | 0,608         | 0,0017    |
| Matéria orgânica de forragem            | 3,02                      | 3,16               | 0,608         | 0,4924    |
| Proteína bruta                          | 0,45                      | 0,19               | 0,038         | <.0001    |
| Extrato etéreo                          | 0,08                      | 0,07               | 0,013         | 0,0355    |
| FDNcp <sup>1</sup>                      | 2,22                      | 2,18               | 0,424         | 0,7290    |
| Carboidratos não fibrosos               | 1,06                      | 0,70               | 0,134         | <.0001    |
| Matéria seca digerida                   | 2,19                      | 1,62               | 0,319         | <.0001    |
| Fibra em detergente neutro digerida     | 1,39                      | 1,35               | 0,253         | 0,6223    |
| Nutrientes digestíveis totais           | 2,33                      | 1,67               | 0,323         | <.0001    |
| Fibra em detergente neutro indigestível | 0,84                      | 0,80               | 0,163         | 0,4497    |
|                                         | g/kg de peso corporal     |                    |               |           |
| Matéria seca                            | 18,16                     | 15,77              | 0,608         | 0,0194    |
| Matéria seca de forragem                | 14,51                     | 15,77              | 2,941         | 0,1858    |
| Matéria orgânica                        | 16,89                     | 14,48              | 2,811         | 0,0110    |
| Matéria orgânica de forragem            | 13,36                     | 14,48              | 2,701         | 0,2020    |
| FDNcp <sup>1</sup>                      | 9,83                      | 10,02              | 1,859         | 0,7527    |
| Fibra em detergente neutro indigestível | 3,72                      | 3,66               | 0,734         | 0,8038    |

1/ FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

A suplementação múltipla na fase 1 aumentou ( $P<0,10$ ) a digestibilidade de todos os constituintes da dieta (Tabela 5), exceto da FDNcp e do EE ( $P>0,10$ ).

Tabela 5 – Médias, desvio padrão e indicativos de significância para os coeficientes de digestibilidade (kg/kg) de componentes da dieta e teor de nutrientes digestíveis totais

| Item                          | Estratégias Fase 1 (Seca) |                    | Desvio Padrão | Valor - P |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------|-----------|
|                               | Suplemento múltiplo       | Suplemento mineral |               |           |
| Matéria Seca                  | 0,5365                    | 0,4726             | 0,0272        | <.0001    |
| Matéria orgânica              | 0,5904                    | 0,5236             | 0,0273        | <.0001    |
| Proteína bruta                | 0,5896                    | 0,4220             | 0,0561        | <.0001    |
| Extrato etéreo                | 0,3009                    | 0,2502             | 0,1074        | 0,1489    |
| Fibra em detergente neutro    | 0,6289                    | 0,6228             | 0,0263        | 0,4772    |
| Carboidratos não fibrosos     | 0,5578                    | 0,2737             | 0,0568        | <.0001    |
| Nutrientes digestíveis totais | 0,5723                    | 0,4874             | 0,0263        | <.0001    |

Não houve efeito do tipo de suplementação na fase 1 sobre a síntese de N microbiano. Os animais que receberam suplementos múltiplos apresentaram menor eficiência de síntese de proteína bruta microbiana.

Tabela 7 - Médias, desvio padrão e indicativos de significância para eficiência microbiana e nitrogênio uréico sérico

| Item                                   | Estratégias Fase 1 (Seca) |                    | Desvio Padrão | Valor - P |
|----------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------|-----------|
|                                        | Suplemento múltiplo       | Suplemento Mineral |               |           |
| N microbiano                           | 32,83                     | 29,77              | 10,4240       | 0,3023    |
| Eficiência Microbiana <sup>2</sup>     | 88,83                     | 115,31             | 43,3410       | 0,0186    |
| Nitrogênio uréico no soro <sup>3</sup> | 21,46                     | 7,37               | 4,3897        | <.0001    |

<sup>1</sup>/ Em gramas/ dia. <sup>2</sup>/ em gramas de PB/kg de NDT. <sup>3</sup>/ Em mg/dL.

O GMD (Tabela 8) dos animais que receberam suplemento múltiplo na fase 2 foi maior ( $P < 0,10$ ) do que o dos animais que receberam apenas mistura mineral na fase 2 e houve efeito de interação da suplementação na fase 1 e 2 sobre o GMD.

Tabela 8 – Médias, desvio padrão e indicativos de significância para peso corporal final (kg) e ganho médio diário em (kg) para os animais submetidos a diferentes estratégias durante a fase 2 (transição seca-águas)

| Item                  | Estratégias Fase 2 <sup>1</sup> (Transição<br>seca –águas) |       |        |       | Desvio<br>Padrão | Valor- P <sup>2</sup> |        |        |
|-----------------------|------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|------------------|-----------------------|--------|--------|
|                       | Ss                                                         |       | Sc     |       |                  | S                     | T      | SxT    |
|                       | Ts                                                         | Tc    | Ts     | Tc    |                  |                       |        |        |
| Peso corporal inicial | 213,0                                                      | 218,2 | 226,3  | 225,2 |                  |                       |        |        |
| Peso corporal final   | 220,4                                                      | 228,3 | 221,6  | 243,6 | 25,29            | 0,3093                | 0,0698 | 0,3840 |
| Ganho médio diário    | 0,088                                                      | 0,120 | -0,056 | 0,219 | 0,2827           | 0,3772                | <.0001 | <.0001 |

<sup>1/</sup> Ss: Sem suplementação na seca. Sc: Com suplementação na seca. Ts: Sem suplementação na transição seca/águas. Tc: Com suplementação na transição seca/águas.

<sup>2/</sup> S: Efeito na suplementação na seca. T: Efeito da suplementação na transição seca-águas. SxT: Efeito da interação da suplementação na seca com a suplementação na transição seca-águas.

A suplementação múltipla na fase 2 aumentou ( $P < 0,10$ ) o consumo em kg/dia de MS, MSF, MO, MOF, PB, EE, MSD, FDND e FDNi. Houve efeito de interação da suplementação na seca e na transição seca-águas sobre o consumo de CNF.



Tabela 9 – Médias, desvio padrão e indicativos de significância para os consumos de componentes da dieta de peso corporal para os animais submetidos a diferentes estratégias de suplementação durante a fase 2 (transição seca-águas)

| Item <sup>1</sup>                       | Estratégia Fase 2 <sup>2</sup> (Transição<br>seca-águas) |       |       |       | Desvio<br>Padrão | Valor- P <sup>3</sup> |        |        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------------------|-----------------------|--------|--------|
|                                         | Ss                                                       |       | Sc    |       |                  | S                     | T      | SxT    |
|                                         | Ts                                                       | Tc    | Ts    | Tc    |                  |                       |        |        |
|                                         | kg/dia                                                   |       |       |       |                  |                       |        |        |
| Matéria seca                            | 4,26                                                     | 5,28  | 4,23  | 6,02  | 0,96             | 0,2569                | <.0001 | 0,2145 |
| Matéria seca de forragem                | 4,26                                                     | 4,52  | 4,23  | 5,29  | 0,96             | 0,2378                | 0,0357 | 0,1978 |
| Matéria orgânica                        | 3,89                                                     | 4,91  | 3,86  | 5,57  | 0,88             | 0,2678                | <.0001 | 0,2230 |
| Matéria orgânica de forragem            | 3,89                                                     | 4,18  | 3,86  | 4,87  | 0,88             | 0,2460                | 0,0256 | 0,2040 |
| Proteína bruta                          | 0,59                                                     | 0,87  | 0,59  | 0,99  | 0,13             | 0,1849                | <.0001 | 0,1841 |
| Extrato etéreo                          | 0,08                                                     | 0,10  | 0,08  | 0,11  | 0,01             | 0,4321                | 0,0016 | 0,9935 |
| FDNcp                                   | 2,13                                                     | 2,63  | 2,25  | 3,01  | 0,51             | 0,1477                | 0,0005 | 0,4542 |
| Carboidratos não fibrosos               | 1,08                                                     | 1,35  | 0,92  | 1,52  | 0,21             | 0,9001                | <.0001 | 0,0212 |
| Matéria seca digerida                   | 2,36                                                     | 3,17  | 2,41  | 3,39  | 0,58             | 0,4551                | <.0001 | 0,6548 |
| Fibra em detergente neutro digerida     | 1,25                                                     | 1,70  | 1,38  | 1,92  | 0,33             | 0,0965                | <.0001 | 0,6499 |
| Nutrientes digestíveis totais           | 2,37                                                     | 3,27  | 2,39  | 3,57  | 0,58             | 0,3942                | <.0001 | 0,4787 |
| Fibra em detergente neutro indigestível | 0,83                                                     | 0,91  | 0,84  | 1,07  | 0,19             | 0,2290                | 0,0249 | 0,1944 |
|                                         | g/kg de peso corporal                                    |       |       |       |                  |                       |        |        |
| Matéria seca                            | 19,92                                                    | 23,69 | 18,56 | 25,06 | 4,37             | 0,9971                | 0,0007 | 0,3308 |
| Matéria seca de forragem                | 19,92                                                    | 20,19 | 18,56 | 22,04 | 3,96             | 0,8875                | 0,1917 | 0,2310 |
| Matéria orgânica                        | 18,31                                                    | 21,91 | 16,97 | 23,21 | 4,05             | 0,9886                | 0,0005 | 0,3092 |
| FDNcp                                   | 10,04                                                    | 11,75 | 9,91  | 12,51 | 2,32             | 0,6826                | 0,0058 | 0,5496 |
| Fibra em detergente neutro indigestível | 4,01                                                     | 4,08  | 3,71  | 4,45  | 0,86             | 0,8932                | 0,1497 | 0,2359 |

<sup>1/</sup> FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para proteínas e cinzas.<sup>2/</sup> Ss: Sem suplementação na seca. Sc: Com suplementação na seca. Ts: Sem suplementação na transição seca/águas. Tc: Com suplementação na transição seca/águas.<sup>3/</sup> S: Efeito na suplementação na seca. T: Efeito da suplementação na transição seca-águas. SxT: Efeito da interação da suplementação na seca com a suplementação na transição seca-águas.

A suplementação na fase 2 aumentou ( $P>0,10$ ) o coeficiente de digestibilidade da MS, MO, FDNcp e PB e aumentou o teor de NDT. Houve efeito de interação da suplementação na fase 1 e 2 sobre a digestibilidade da MS, MO, PB, FDNcp e sobre o teor de NDT.

Tabela 10 – Médias, desvio padrão e indicativos de significância para os coeficientes de digestibilidade (kg/kg) de componentes da dieta e teor de nutrientes digestíveis totais

| Estratégias Fase 2 (Transição Seca-Águas) <sup>1</sup> |        |        |        |        |               |                       |        |        |
|--------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|-----------------------|--------|--------|
| Item                                                   | Ss     |        | Sc     |        | Desvio Padrão | Valor- P <sup>2</sup> |        |        |
|                                                        | Ts     | Tc     | Ts     | Tc     |               | S                     | T      | SxT    |
| Matéria seca                                           | 0,5517 | 0,6004 | 0,5669 | 0,5652 | 0,0330        | 0,3423                | 0,0308 | 0,0210 |
| Matéria orgânica                                       | 0,5971 | 0,6493 | 0,608  | 0,6241 | 0,0288        | 0,4290                | 0,0005 | 0,0496 |
| Proteína Bruta                                         | 0,5897 | 0,6879 | 0,6312 | 0,6072 | 0,0499        | 0,2225                | 0,0244 | 0,0004 |
| Extrato Etéreo                                         | 0,3436 | 0,2654 | 0,2702 | 0,3092 | 0,1464        | 0,7512                | 0,6744 | 0,2137 |
| FDNcp <sup>3</sup>                                     | 0,5841 | 0,6462 | 0,6093 | 0,6427 | 0,0228        | 0,1421                | <.0001 | 0,0554 |
| Carboidratos não fibrosos                              | 0,6465 | 0,6754 | 0,6228 | 0,6352 | 0,0470        | 0,0385                | 0,1742 | 0,5816 |
| Nutrientes digestíveis totais                          | 0,5543 | 0,6215 | 0,5629 | 0,5947 | 0,0911        | 0,3262                | <.0001 | 0,0597 |

<sup>1/</sup> Ss: Sem suplementação na seca. Sc: Com suplementação na seca. Ts: Sem suplementação na transição seca/águas. Tc: Com suplementação na transição seca/águas <sup>2/</sup> S: Efeito na suplementação na seca. T: Efeito da suplementação na transição seca-águas. SxT: Efeito da interação da suplementação na seca com a suplementação na transição seca-águas. <sup>3/</sup> Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

A excreção fecal de N foi afetada ( $P<0,10$ ) pela suplementação na fase 2 e houve ação interativa da suplementação na fase 1 e na fase 2. Em adição, a excreção urinária de N foi ampliada ( $P<0,10$ ) pela suplementação na fase 2, mas não foi houve efeito de interação (Tabela 11). As estimativas de balanço aparente de compostos nitrogenados (BN) somente foram incrementadas ( $P<0,10$ ) pela suplementação múltipla durante a fase 2 (Tabela 11).

As estimativas de NUS foram incrementadas ( $P<0,10$ ) pela suplementação na fase 2 e não houve efeito de interação para esta variável.

A produção absoluta de compostos nitrogenados no rúmen (NMIC) não foi afetada ( $P>0,10$ ) pela suplementação na fase 1 ou na fase 2 ou sua interação. Contudo, a produção relativa destes compostos em relação ao consumo de nitrogênio (NMICR) foi reduzida ( $P<0,10$ ) pela suplementação na fase 2. A eficiência de síntese microbiana no rúmen (EFIM), foi reduzida pela suplementação na fase 2.

Tabela 11: Médias, desvio padrão e indicativos de significância para balanço de nitrogênio (N), eficiência microbiana e nitrogênio uréico sérico

| Item                            | Estratégias Fase 2 |        |        |        | Desvio<br>Padrão | Valor- P |        |        |
|---------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|------------------|----------|--------|--------|
|                                 | Ss                 |        | Sc     |        |                  | S        | T      | SxT    |
|                                 | Ts                 | Tc     | Ts     | Tc     |                  |          |        |        |
| Nitrogênio<br>microbiano        | 62,71              | 65,50  | 57,93  | 64,83  | 13,9226          | 0,4701   | 0,2250 | 0,6054 |
| Eficiência<br>Microbiana        | 170,65             | 127,82 | 158,70 | 115,69 | 45,2809          | 0,3346   | 0,0011 | 0,9812 |
| Nitrogênio<br>uréico no<br>soro | 16,63              | 25,29  | 16,27  | 25,96  | 3,0844           | 0,8738   | <.0001 | 0,6050 |

<sup>1/</sup> Ss: Sem suplementação na seca. Sc: Com suplementação na seca. Ts: Sem suplementação na transição seca/águas. Tc: Com suplementação na transição seca/águas <sup>2/</sup> S: Efeito na suplementação na seca. T: Efeito da suplementação na transição seca-águas. SxT: Efeito da interação da suplementação na seca com a suplementação na transição seca-águas.

O desdobramento do efeito de interação (Tabela 12) da suplementação na fase 1 e fase 2 sobre o GMD, consumo de CNF, digestibilidade da MS, MO, PB, FDNcp, sobre o teor de NDT e sobre a excreção fecal de nitrogênio, está apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Desdobramento do efeito de interação da suplementação na seca e na transição seca-águas

| Fase 2 (Transição Seca/Águas) <sup>1</sup> | Fase 1 (Seca) <sup>1</sup>                                 |                     |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                            | Suplemento Mineral                                         | Suplemento Múltiplo |
|                                            | Ganho médio diário <sup>2</sup>                            |                     |
| Suplemento mineral                         | 88Aa                                                       | -56Bb               |
| Suplemento múltiplo                        | 120Ab                                                      | 219Aa               |
|                                            | Consumo de carboidratos não fibrosos <sup>3</sup>          |                     |
| Suplemento mineral                         | 1,082Aa                                                    | 0,928Aa             |
| Suplemento múltiplo                        | 1,353Ba                                                    | 1,525Bb             |
|                                            | Digestibilidade da matéria seca <sup>4</sup>               |                     |
| Suplemento mineral                         | 0,5517Aa                                                   | 0,5669Ba            |
| Suplemento múltiplo                        | 0,6004Ba                                                   | 0,5652Bb            |
|                                            | Digestibilidade da matéria orgânica <sup>4</sup>           |                     |
| Suplemento mineral                         | 0,5971Aa                                                   | 0,6084Aa            |
| Suplemento múltiplo                        | 0,6493Ba                                                   | 0,6241Ab            |
|                                            | Digestibilidade da proteína bruta <sup>4</sup>             |                     |
| Suplemento mineral                         | 0,5897Aa                                                   | 0,6312Ab            |
| Suplemento múltiplo                        | 0,6879Ba                                                   | 0,6072Ab            |
|                                            | Digestibilidade da fibra em detergente neutro <sup>4</sup> |                     |
| Suplemento mineral                         | 0,5841Aa                                                   | 0,6093Ab            |
| Suplemento múltiplo                        | 0,6462Ba                                                   | 0,6427Ba            |
|                                            | Nutrientes digestíveis totais <sup>4</sup>                 |                     |
| Suplemento mineral                         | 0,5543Aa                                                   | 0,5629Aa            |
| Suplemento múltiplo                        | 0,6215Ba                                                   | 0,5947Bb            |

<sup>1</sup>/Médias na coluna, seguidas por letras maiúsculas diferentes, ou na linha, seguidas por letras minúsculas diferentes, são diferentes pelo teste F (P <0,10). <sup>2</sup>/ em g/dia. <sup>3</sup>/ em kg/dia. <sup>4</sup>/ em kg/kg.

#### 4. DISCUSSÃO

O desempenho do animal em pastejo está diretamente relacionado à quantidade e a qualidade da forragem disponível. O consumo voluntário de forragem pelo animal é dependente da quantidade e qualidade da forragem ofertada. Quanto maior a possibilidade do animal selecionar materiais com maiores proporções de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), menores entraves sobre o consumo podem ser observados, sendo o consumo um dos principais determinantes do desempenho dos animais em pastejo. Segundo Paulino et al. (2008) a matéria seca

potencialmente digestível (MSpd) constitui medida integradora dos aspectos quantitativos e qualitativos do pasto, o que permite maior precisão na avaliação real da capacidade de suporte e desempenho animal na área utilizada. Para otimizar o desempenho produtivo há necessidade de haver massa de MSpd que permita ao animal optar por material de melhor valor nutritivo.

Paulino et al. (2004) preconizaram de 40 a 50 g/kg de PC dos animais de oferta de MSpd de pasto para um desempenho animal satisfatório dos animais em regime de pastejo. No presente trabalho a massa média de MSpd foi de 111,8 e 116,4 g/kg de PC, nas fase 1 e 2, respectivamente, que pode ser considerada como não restritiva em relação ao desempenho animal. No entanto, o teor médio de PB na forragem durante a fase 1 do período experimental foi de 54,7 g de PB/kg de MS, valor este bem abaixo de 100 g de PB/kg de MS sugerido por Sampaio et al. (2009) como o nível que otimiza a utilização dos substratos energéticos da forragem e o consumo.

Nestas condições, os níveis limitantes de PB da forragem basal comprometem o crescimento das bactérias que utilizam como substrato os carboidratos fibrosos da forragem basal (Lazzarini et al., 2009), reduzindo a utilização da FDNpd pelos microrganismos e consequentemente o desempenho animal (Paulino et al., 2008).

O GMD para os animais suplementados na fase 1 foi maior do que o GMD dos animais não suplementados ( $P < 0,10$ ). No entanto, mesmo para os animais suplementados o GMD foi baixo, provavelmente pelo baixo teor de PB e NDT na forragem. Desta forma, a forragem foi deficiente qualitativamente, o que prejudicou a ocorrência de ganhos mais expressivos. Isso pode ser confirmado comparando com os dados de Valente (2011) em que novilhas em recria em pastagem com disponibilidade de 2560 kg de MSpd/ha e com teor de PB igual a 66,4 g de PB/kg de MS no período seco do ano, consumiram 1,214 kg de suplemento por dia com 400 g PB/kg e tiveram

GMD de 307 g. Mesmo com elevado consumo de suplemento, a baixa qualidade da forragem disponível limita o desempenho animal.

As exigências em PB e NDT de novilhas com 200 kg de PC para GMD igual a 500 gramas são 521,7 g e 2,72 kg, respectivamente (BR-Corte, 2010). Na fase 1 deste estudo, as novilhas suplementadas tiveram o consumo médio diário de 456 gramas de PB e 2,3 kg de NDT. Para as novilhas não suplementadas o consumo diário de PB foi 197 g e o consumo de NDT foi igual 1,67 kg. Os baixos consumos de NDT e PB explicam o baixo GMD observado na fase 1. No entanto, apesar do baixo GMD observado, a suplementação na fase 1 promoveu um incremento de 90,4% no GMD das novilhas.

O aumento no consumo em kg/dia observado para as variáveis MS, MO, PB, CNF, MSD e NDT na fase 1 foi devido ao consumo de matéria seca de suplemento pois, não houve diferença no consumo de matéria seca de forragem entre os animais suplementados e não suplementados.

A mensuração da massa ingerida efetivamente digerida permite integrar os efeitos da suplementação sobre o consumo e digestibilidade; neste estudo observou-se efeito da suplementação sobre o consumo de MS e sobre a digestibilidade da MS (Tabela 5), o que elevou o consumo de MSD para os animais suplementados com suplementos múltiplos. A maior digestibilidade da MS nos animais suplementados, pode ser devida em parte, a maior ingestão de compostos nutricionais de fácil digestão, ao invés do aumento da digestibilidade do pasto, visto que não houve alteração da digestibilidade total da FDNcp ( $P>0,10$ ) em resposta ao consumo de suplemento.

O fornecimento adicional de proteína via suplemento múltiplo otimiza o desempenho dos animais. O fornecimento dos suplementos foi capaz de elevar o teor de PB na dieta total dos animais experimentais para valores próximos a 111 g de PB/kg de

MS ou seja, para valor acima dos 100g de PB/kg de MS sugerido por Sampaio et al. (2009) como o nível que otimiza a utilização dos substratos energéticos da forragem e o consumo. Desta forma, esperava-se aumento no consumo de FDNcp e FDND com o fornecimento de suplemento, contudo, isso não ocorreu. Provavelmente pelo fato de que aproximadamente 37% do nitrogênio estava lentamente disponível para o animal, ou seja, estava na forma de NIDN (Tabela 2).

Os incrementos causados no teor de NDT da dieta com a suplementação múltipla (Tabela 5) parecem refletir a ampliação nos coeficientes de digestibilidade da PB e CNF, não havendo aumento significativo na extração de energia a partir da FDNcp. Este comportamento é reforçado considerando-se que a suplementação múltipla tenha elevado o consumo de NDT, sem, contudo afetar o consumo de FDNcp digerida (Tabela 4).

O consumo médio de FDNcp observado foi de 9,92 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), indicando que o consumo de pasto pode não ter sido otimizado.

O consumo de matéria seca de forragem (MSF) médio de 14,51 g/kg PC foi inferior a 20,84 g/kg PC (Couto et al., 2010) e 20,66 g/kg PC (Valente et al., 2011) encontrados em trabalhos anteriores, pois, a baixa qualidade da forragem não permitiu maximização do consumo de MSF, tornando os efeitos da suplementação múltipla sobre o consumo menos evidente.

O aumento no coeficiente de digestibilidade de todos os constituintes da dieta na fase 1, exceto da FDNcp e do EE, pode ser devido à presença de compostos mais facilmente digeríveis na dieta dos animais que receberam suplemento múltiplo.

O coeficiente de digestibilidade aparente de CNF é diretamente proporcional ao consumo destes componentes (Van Soest, 1994). Desta forma, justifica-se a ampliação da digestibilidade dos CNF com a suplementação durante a seca, visto que o fornecimento de suplemento aumentou o consumo de CNF.

Os baixos valores observados para a digestibilidade aparente total do EE foram provavelmente devido ao baixo teor de EE na dieta.

As estimativas de NUS tem sido empregadas para se diagnosticar a adequação da utilização de compostos nitrogenados no rúmen em função da disponibilidade de matéria orgânica degradável (Sampaio et al., 2009). Valadares et al. (1997) sugeriram que os níveis de N-uréia plasmática entre 13,52 e 15,15 mg/dL correspondem à máxima eficiência microbiana em novilhos alimentados com 62,5% de NDT. O NDT da dieta dos animais que receberam suplemento múltiplo do presente trabalho foi em torno de 57,0%, indicando que pode ter havido uma falta de compostos energéticos no rúmen para a maximização da EFIM, justificando os altos valores de NUS que foram encontrados para os animais suplementados na fase 1 (Tabela 7).

O menor valor de eficiência microbiana observada para os animais suplementados na fase 1 pode ser devido ao maior consumo de NDT, visto que a EFIM é uma relação entre a síntese de PB microbiana e o consumo de NDT. Esta observação pode ser confirmada pelo fato dos animais suplementados na fase 1 terem tido um maior consumo de NDT e pelo fato de que não houve diferença em relação a síntese de nitrogênio microbiano entre os animais suplementados e não suplementados na fase 1.

Os animais suplementados na fase 2 apresentaram maior GMD (Tabela 8). Tal resultado pode ser atribuído ao maior consumo de PB (Tabela 9) pelos animais suplementados, o que apresentou efeito benéfico sobre o ambiente ruminal, incrementando o crescimento microbiano sobre os carboidratos fibrosos, propiciando



assim melhor uso da forragem consumida, com maior consumo de MSD e FDND e consequentemente melhor ganho de peso. Apesar do maior GMD observado nos animais suplementados, o GMD na fase 2 foi baixo. Na transição seca-águas, o processo de crescimento da forragem se inicia de forma rápida e se caracteriza por ampla emissão de folhas novas. A relação folha:colmo e o teor de proteína se elevam rapidamente. Devido ao alto teor de proteína solúvel nas folhas recém-emitidas, a suplementação neste período pode causar diarreias nos animais (Detmann et al., 2010). Fato este, que foi observado neste trabalho e que pode ter comprometido o ganho de peso dos animais. Houve efeito de interação da suplementação na fase 1 e 2 para o GMD (Tabela 8), as interações serão discutidas posteriormente.

A forragem coletada durante a fase 2 do período experimental apresentou teor médio de PB de 110g de PB/kg de MS (Tabela 2) estando acima do valor 100g de PB/kg de MS citado por Sampaio et al. (2009), como nível que otimiza a utilização de substratos energéticos da forragem. No entanto quase 40% do nitrogênio presente na forragem estava lentamente disponível para o animal, ou seja, na forma de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) (Tabela 2), o que justifica o uso de suplementos protéicos para que a degradação da FDNcp seja potencializada e também aumente a taxa de passagem do resíduo indigestível, com consequente aumento no consumo de matéria seca de pasto e melhora no desempenho animal, fato este que pode ser comprovado pelo desempenho superior dos animais suplementados em relação aos animais não suplementados (Tabela 8) e pelo maior consumo de matéria seca de forragem e de FDNcp para os animais suplementados na fase 2.

A suplementação na fase 2 aumentou ( $P>0,10$ ) a digestibilidade aparente total da MS, MO e PB. A maior digestibilidade dos componentes da dieta para os animais suplementados, pode ser devido em parte, a maior ingestão de entidades nutricionais de

fácil digestão, e ao aumento da digestibilidade do pasto, visto que houve aumento da digestibilidade da FDNcp ( $P < 0,10$ ) em resposta ao consumo de suplemento na fase 2. Houve efeito de interação da suplementação nas fases 1 e 2 sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes da dieta, exceto para EE e CNF.

A avaliação do efeito de interação sobre as variáveis estudadas permitiu verificar que houve efeito de interação para as seguintes variáveis estudadas: GMD, consumo de CNF, coeficiente de digestibilidade aparente total da MS, MO, PB; coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro, teor de NDT e excreção fecal de nitrogênio. Em relação ao GMD, os animais que não foram suplementados na fase 1 não apresentaram diferença no ganho médio diário na fase 2. No entanto, em relação aos animais que foram suplementados na fase 1, os que deixaram de ser suplementados na fase 2 apresentaram perda de peso. Os animais não suplementados na fase 2 e que foram suplementados na fase 1 apresentaram menor GMD do que os animais não suplementados nas duas fases. Em relação aos animais que foram suplementados na fase 2, os que também foram suplementados durante a fase 1 apresentaram maior GMD, demonstrando a importância da suplementação na seca e na transição seca-águas para melhorar o desempenho dos animais criados em pastagens.

O consumo de CNF foi maior para os animais suplementados com suplementos múltiplos na fase 2 sendo que entre os suplementados com suplementos múltiplos o consumo foi maior para os animais que também receberam suplemento múltiplo na fase 1. A digestibilidade da MS na fase 2 foi maior para os animais que não foram suplementados na fase 1 e suplementados na fase 2. A digestibilidade da PB, MO e o teor de nutrientes digestíveis totais apresentou comportamento similar a digestibilidade da MS. Os animais que receberam suplementos múltiplos na fase 1 e receberam apenas mistura mineral na fase 2 apresentaram menor digestibilidade da FDNcp.

Considerando que a digestibilidade é determinada pelas características intrínsecas do alimento e pela capacidade de atuação dos sistemas enzimáticos microbiano e animal (Detman et al., 2008), os efeitos interativos observados podem estar relacionados com alterações nos sistemas enzimáticos dos animais e com as alterações observadas na forragem durante as duas fases. Sendo assim, os animais que receberam suplementos múltiplos na fase 1 e deixaram de receber suplemento múltiplo na fase tiveram provavelmente redução no crescimento dos microrganismos fibrolíticos, o que fez com que estes animais tivessem menor digestibilidade da FDNcp, que é a principal fonte de energia para os animais criados a pasto, e consequentemente menor GMD.

## **5. CONCLUSÕES**

Recomenda-se o uso de suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo em fase de recria durante o período da seca e durante o período de transição seca-águas. A suplementação múltipla durante a seca melhora o consumo e o desempenho produtivo dos animais suplementados com suplementos múltiplos durante a transição seca-águas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, A. M., Valadares, R. F.D., Valadares Filho, S.C., Pina, D.S., Detmann, E., Leão, M.I. 2011. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. *Journal of Animal Science*, v.89, p.510-519.
- Chen, X.B., Gomes, M.J. 1992. 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.* 21p.
- Chizzotti, M.L., Valadares Filho, S.C., Valadares, R.F., Chizzotti, F.H.M., Campos, J.M.S., Marcondes, M.I, Fonseca, M.A. 2006. Consumo, digestibilidade, excreção de uréia e derivados de purina em novilhas de diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.1813–1821.
- Couto, V.R.M., Paulino, M.F., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Sales, M.F.L., Barros, L.V., Porto, M.O., Valente, E.E.L. 2010. Energy sources and supplementation levels for beef heifers raised during the dry season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.2494-2501.
- Detmann, E.; Paulino, M.F.; Zervoudakis, J.T.; Valadares Filho, S. C.; Euclides, R. F.; Lana, R. P.; Queiróz, D.S. Cromo e Indicadores internos na determinação 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. 2008. In: *Proceedings of 6<sup>rd</sup> Symposium of beef cattle production (Departamento de Zootecnia - UFV, Viçosa, Brazil).* p.21-52.
- Detmann, E., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C. 2010. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: *Proceedings of 7<sup>rd</sup> Symposium of beef cattle production (Departamento de Zootecnia - UFV, Viçosa, Brazil).* p.191-240.
- Detmann, E., Souza, M.A., Valadares Filho, S.C., Queiroz, A.C., Berchielli, T.T., Saliba, E.O.S., Cabral, L.S., Pina, D.S., Ladeira, M.M., Azevedo, J.A.G. (Ed.) 2012. Métodos para análise de alimentos. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p.

- Figueiras, J.F., Detmann, E., Paulino, M.F., Valente, T.N.P., Valadares Filho, S.C. and Lazzarini, I. 2010. Intake and digestibility in cattle under grazing supplemented with nitrogenous compounds during dry season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 1303-1312.
- Hall, M.B.; Akinyode, A. Cottonseed hulls: working with with a novel fiber source. In: Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, 11, 2000, Gainesville. Proceedings... Gainesville, 2000. p. 179-186.
- Lazzarini, I., Detmann, E., Sampaio, C. B., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Souza, M.A., Oliveira, F.A. 2009. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.2021-2030.
- Moraes, E.H.B.K., Paulino, M.F., Moraes, K.A.K., Valadares Filho, S.C., Zervoudakis, J.T., Detmann, E. 2009. 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.
- Moraes, E.H.B.K., Paulino, M.F., Valadares Filho; S.C., Moraes, K.A.K., Detmann, E., Souza, M.G. 2010. Avaliação nutricional de estratégias de suplementação para bovinos de corte durante a estação seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.608-616.
- Paulino, M.F., Figueiredo, D.M., Moraes, E.H.B.K., Porto, M.O., Sales, M.F.S., Acedo, T.S., Villela, S.D.J., Valadares Filho, S.C. 2004. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: Proceedings of 4<sup>rd</sup> Symposium of beef cattle production (Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, Brazil), 93-139.
- Paulino, M. F., Detmann, E., Valadares Filho, S. C. Bovinocultura funcional nos tópicos. 2008. In: Proceedings of 6<sup>rd</sup> Symposium of beef cattle production (Departamento de Zootecnia - UFRV, Viçosa, Brazil), p.275-305.
- Sampaio, C. B., Detmann, E., Lazzarini, I., Souza, M.A., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C. 2009. 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.

- Titgemeyer, E.C.; Armendariz, C. K.; Bindel, D.J.; Greenwood, R.H.; Loest, C.A. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. *Journal of Animal Science*, v.79, p.1059-1063, 2001.
- Valadares Filho, S.C., Marcondes, M.I., Chizzotti, M.L., Paulino, P.V.R. 2010. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE. 2.ed. Viçosa: DZO – UFV. 193p.
- Valadares, R.F.D., Gonçalves, L.C., Rodriguez, N.M., Valadares Filho, S.C., Silva, J.F.C. 1997. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidade e balanço de compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, p.1259-1263.
- Valente, É. E. L., Paulino, M. F., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Barros, L.V., Acedo, T.S., Couto, V.R.M., Lopes, S.A. 2011. Levels of multiple supplements or nitrogen salt for beef heifers in pasture during the dry season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 2011-2019.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2<sup>a</sup> ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p.

### CAPÍTULO 3

#### Níveis crescentes de proteína bruta em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo no período das águas

**Resumo** - Objetivou-se avaliar o efeito de suplementos múltiplos com diferentes níveis de proteína bruta (PB) sobre os parâmetros nutricionais, a eficiência de síntese microbiana e o desempenho produtivo de novilhas de corte, em pastagem de “*Uruchloa decumbens*” durante o período das águas. Utilizaram-se 39 novilhas, mestiças com predominância de sangue zebu, com 14 meses idade e  $229,3 \pm 0,7$  kg de peso corporal. O delineamento foi inteiramente casualizado. Os tratamentos constituíram-se de níveis crescentes de proteína bruta nos suplementos múltiplos e um tratamento controle (MM) no qual os animais receberam apenas mistura mineral. Os suplementos continham 17; 30; 43 e 56% de PB, para os tratamentos PB<sub>17</sub>; PB<sub>30</sub>; PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>, respectivamente. O ganho médio diário (GMD) (g) foi 447,7; 554,6; 638,4; 587,9; 590,4, respectivamente, para os tratamentos MM, PB<sub>17</sub>; PB<sub>30</sub>; PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>. Verificou-se efeito quadrático dos níveis de proteína bruta ( $P < 0,10$ ) sobre o GMD. O GMD foi maior para os animais suplementados com suplementos múltiplos ( $P < 0,10$ ). Observou-se maior consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e matéria seca digerida ( $P < 0,10$ ) para os animais suplementados. Entre os níveis de PB nos suplementos observou-se redução no consumo de MS de forragem com a elevação do nível de PB no suplemento. A suplementação aumentou o coeficiente de digestibilidade aparente da MS, PB, EE e CNF. Houve efeito quadrático do nível de proteína bruta nos suplementos sobre a digestibilidade da MS, EE, MO, FDN, CNF e para o teor de NDT. Não houve diferença em relação a eficiência de síntese de proteína microbiana (EFIM) entre animais suplementados e não suplementados. Houve efeito linear positivo do nível de PB no suplemento sobre a EFIM. O fornecimento de suplementos múltiplos para novilhas, manejadas em pasto de média a alta qualidade durante o período das águas, melhora o desempenho produtivo dos animais. O fornecimento de suplementos com altos níveis de PB durante o período das águas diminui o consumo de forragem.

**Palavras-chave:** Desempenho, fêmeas, forragem, suplementação

## **Increasing levels of crude protein in multiple supplements for grazing beef heifers in the rainy season**

**Abstract** – The objective of this work was to evaluate The third work aimed to evaluate the effect of multiple supplements with different levels of crude protein on nutritional parameters, efficiency of microbial synthesis and performance of beef heifers grazing “*Uruchloa decumbens*” in the rainy season. Thirty-nine heifers at 14 months of age and body weight of  $229.3 \pm 0.7$  kg were used in the experiment. The experimental design was the complete random design. The treatments were made up of increasing levels of crude protein in the supplements and a control treatment (MM) in which animals were offered only mineral mixture. The supplements contained 17; 30; 43 and 56% of crude protein (CP), for treatments CP<sub>17</sub>; CP<sub>30</sub>; CP<sub>43</sub> and CP<sub>56</sub>, respectively. Average daily gain (ADG) (g) was 447.7; 554.6; 638.4; 587.9; 590.4, for treatments MM, CP<sub>17</sub>; CP<sub>30</sub>; CP<sub>43</sub> and CP<sub>56</sub>, respectively. It was found a quadratic effect of the levels of crude protein ( $P < 0.10$ ) on ADG. A greater intake of dry matter (DM), organic matter (OM), CP, ether extract (EE), non-fibrous carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (TDN), and digested dry matter ( $P < 0.10$ ) was found for supplemented animals. A reduction in the forage DM intake with a raise in the level of CP in the supplement was found among levels of crude protein in the supplements. Supplementation increased the apparent digestibility coefficient of DM, CP, EE and NFC. A quadratic effect in the level of crude protein in the supplements was found on the digestibility of DM, EE OM, neutral detergent fiber, NFC and for the content of TDN. Efficiency of microbial protein synthesis (EFIM) did not differ among supplement and non-supplemented animals. Level of CP in the supplement had a linear positive effect on EFIM. Supply of multiple supplements for heifers grazing medium to high quality pastures in the rainy season improves performance of the animals. Supply of supplements with high levels of CP in the rainy season decreases forage intake.

**Key-words:** Females, forage, performance, supplementation



## 1. INTRODUÇÃO

A utilização do pasto pelos animais durante o período das águas em comparação ao período seco não pode ser vista como otimizada considerando apenas o maior desempenho animal (Detmann et al., 2010). Embora os pastos tropicais na época das águas não sejam considerados deficientes em proteína, elevada proporção dos compostos nitrogenados totais do pasto pode ser encontrada na forma insolúvel em detergente neutro (Paulino et al., 2008), considerada de lenta e incompleta degradação, podendo implicar em carência de compostos nitrogenados aos microrganismos ruminais.

Em algumas argumentações teóricas relacionadas à nutrição de bovinos em pastejo, afirma-se que a suplementação com compostos nitrogenados prontamente degradáveis no rúmen durante o período de franco crescimento forrageiro não seria capaz de incrementar, ou seria deletéria à produção animal. Fatos este, notadamente em função de ampliação do metabolismo hepático de nitrogênio e do incremento calórico, com redução do consumo voluntário de forragem (Poppi & McLennan, 1995; Paulino et al., 2008). Contudo, resultados obtidos em condições tropicais têm evidenciado que a suplementação com fontes protéicas degradáveis no rúmen (Paulino et al., 2006; Figueiredo et al., 2008), incluindo o uso de uréia como principal composto nitrogenado dos suplementos, tem incrementado o desempenho animal durante o período das águas (Detmann et al., 2010).

Desta forma, o presente trabalho foi conduzido no intuito de avaliar a necessidade de suplementação múltipla e o efeito da suplementação múltipla com diferentes níveis de proteína bruta nos suplementos, para novilhas de corte, sob pastejo, durante o período das águas quanto ao desempenho produtivo, parâmetros nutricionais e a eficiência de síntese microbiana.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Animais, delineamento experimental e suplementos

O experimento foi conduzido nas dependências do Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, localizado no município de Viçosa-MG (20°45' S e 42°52' W), entre os meses de dezembro de 2010 a abril de 2011, referente ao período das águas. A área experimental está localizada em uma região montanhosa com 670 m de altitude e apresenta uma precipitação média de 1300 mm anuais.

O experimento teve duração de 112 dias divididos em quatro períodos experimentais com 28 dias cada.

Foram utilizadas 39 novilhas com, no mínimo, 50% de sangue Nelore, com idade e pesos médios iniciais, de 14 meses e  $229,3 \pm 0,7$  kg, respectivamente.

Foi destinada aos animais uma área experimental com 12,5 hectares, sendo esta constituída por cinco piquetes de 2,5 ha, cobertos uniformemente com a gramínea *Uruchloa decumbens* (Capim-braquiária), providos de bebedouros e cochos sendo estes cobertos e com acesso pelos dois lados.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sendo quatro tratamentos com oito repetições e um tratamento com sete repetições.

Foram avaliados quatro suplementos (Tabela 1) com diferentes níveis de proteína bruta. Os níveis de proteína bruta avaliados foram 17; 30; 43 e 56 para os tratamentos PB<sub>17</sub>, PB<sub>30</sub>, PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>, respectivamente, mais um grupo controle (MM) no qual os animais receberam apenas mistura mineral *ad libitum*. O teor de proteína degradável no rúmen em porcentagem da proteína bruta (PDR/PB) foi 61,8; 66,3; 70,5 e 72,9%,

respectivamente, para os tratamentos PB<sub>17</sub>; PB<sub>30</sub>; PB<sub>43</sub>; PB<sub>56</sub>. Os suplementos foram fornecidos na quantidade de 1,0 kg por animal por dia.

Tabela 1 – Composição (g/kg) dos suplementos, com base na matéria natural

| Item                         | Suplementos |                  |                  |                  |                  |
|------------------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                              | MM          | PB <sub>17</sub> | PB <sub>30</sub> | PB <sub>43</sub> | PB <sub>56</sub> |
| <b>Ingredientes</b>          |             |                  |                  |                  |                  |
| Mistura mineral <sup>1</sup> | 1000        | 60,0             | 60,0             | 60,0             | 60,0             |
| Milho                        | ---         | 758,0            | 439,0            | 230,0            | 0,0              |
| Farelo de soja               | ---         | 170,0            | 485,0            | 675,0            | 886,0            |
| Uréia/ SA (9:1)              | ---         | 12,0             | 16,0             | 35,0             | 54,0             |
| Proteína Bruta <sup>2</sup>  | ---         | 17,8             | 31,3             | 43,4             | 56,3             |
| PDR/PB <sup>3</sup>          | ---         | 61,8             | 66,5             | 70,5             | 72,9             |
| PNDR/PB <sup>3</sup>         | ---         | 38,1             | 33,5             | 29,5             | 27,1             |

<sup>1</sup>Composição percentual: fosfato bicálcico, 50,00; cloreto de sódio, 47,775; sulfato de zinco, 1,40; sulfato de cobre, 0,70; sulfato de cobalto, 0,05; iodato de potássio, 0,05 e selenito de sódio 0,025. <sup>2</sup>/ % da matéria. <sup>3</sup>/ Teor de PDR e PNDR em porcentagem da proteína bruta.

Os suplementos foram fornecidos diariamente próximo às 10h00, em comedouros conjuntos, com dois metros de comprimento e acesso por ambos os lados, afim de permitir o acesso simultâneo de todos os animais. A água foi disponibilizada *ad libitum* durante todo o experimento.

Ao início do experimento, todos os animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas e durante o período experimental, quando necessário.

Os animais foram pesados ao início do experimento após jejum de 14 horas; logo após, os tratamentos foram aleatoriamente designados às unidades experimentais (animais). Formaram-se cinco lotes, agrupando-se os animais que receberam o mesmo tratamento.

A cada sete dias os animais foram rotacionados entre os piquetes, visando o controle de possíveis efeitos de piquetes sobre os tratamentos (disponibilidade de pasto,

localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento, etc); o tratamento acompanhou o grupo de animais.

O ganho médio diário (GMD) de peso das novilhas foi estimado pela diferença entre o peso corporal final e o inicial dividido pelo número de dias experimentais.

## *2.2. Procedimentos experimentais e amostragem*

A amostragem para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais foi realizada via simulação manual de pastejo a cada 14 dias. Essa amostra foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas e moída em moinho de facas (1 mm).

No décimo quinto dia de cada período experimental foi realizada coleta do pasto para quantificação da massa de matéria seca e de matéria seca potencialmente digestível (MSpd), através do corte rente ao solo de quatro áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,5 × 0,5 m, selecionados aleatoriamente em cada piquete experimental. Essa amostra também foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas.

A MSpd foi estimada segundo Paulino et al., 2008:

$$\text{MSpd} = 0,98 \times (100 - \text{FDNcp}) + (\text{FDNcp} - \text{FDNi})$$

Para a avaliação das características nutricionais das novilhas, a partir do 45º dia do período experimental foi realizado um ensaio com duração de nove dias. Utilizou-se o método de três indicadores. Para estimar a excreção fecal, foi fornecido aos animais o indicador externo óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (Detmann et al., 2001), acondicionado em cartuchos de papel, correspondente a 15 g por novilha/dia, aplicado com auxílio de uma sonda metálica diretamente no esôfago, sempre às 10h00. Para estimar o consumo individual de suplemento pelas novilhas foi utilizado o dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) fornecido via suplemento (Titgemeyer, 2001) na proporção de 10 g de indicador/kg de

suplemento. Para estimar o consumo de MS de pasto foi utilizado como indicador interno a FDNi (Detmann et al., 2001).

Dos nove dias do ensaio, seis foram destinados à adaptação ao Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e ao TiO<sub>2</sub>. Nos últimos três dias foram realizadas coletas de fezes em horários diferenciados, às 15h00, 11h00 e às 7h00, respectivamente. As amostras de fezes foram coletadas imediatamente após a defecação ou diretamente no reto dos animais, em quantidades aproximadas de 200 g, sendo identificadas por animal e secas em estufa com circulação forçada de ar (60°C/72 horas) e após a secagem, moídas em moinho de facas (1 mm).

No quinto dia do ensaio foi realizada uma simulação manual de pastejo, em cada piquete separadamente, sendo estas amostras usadas para a estimação do consumo e dos coeficientes de digestibilidade. A composição dos suplementos múltiplos e da forragem obtida é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2- Composição química dos suplementos e da forragem

| Item                          | Suplementos      |                  |                  |                  | Forragem <sup>5</sup>   | Forragem <sup>6</sup> |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
|                               | PB <sub>17</sub> | PB <sub>30</sub> | PB <sub>43</sub> | PB <sub>56</sub> |                         |                       |
| Matéria Seca <sup>2</sup>     | 948,9            | 945,1            | 941,3            | 937,4            | 259,9±2,96 <sup>7</sup> | 237,2±1,37            |
| Matéria Orgânica <sup>3</sup> | 920,6            | 905,3            | 896,2            | 886,1            | 921,1±0,54              | 915,3±0,51            |
| Proteína Bruta <sup>3</sup>   | 178,5            | 313,3            | 433,7            | 562,5            | 126,6±1,04              | 124,1±0,44            |
| NIDN <sup>4</sup>             | 218,4            | 266,1            | 291,5            | 320,1            | 251,5±2,01              | 282,8±1,75            |
| Extrato Etéreo <sup>3</sup>   | 31,6             | 22,8             | 16,8             | 10,3             | 15,4±0,13               | 19,5±0,15             |
| FDNcp <sup>1,3</sup>          | 104,3            | 125,4            | 123,3            | 121,4            | 595,4±1,92              | 558,6±1,21            |
| Carboidratos não              |                  |                  |                  |                  |                         |                       |
| Fibrosos <sup>3</sup>         | 687,0            | 533,3            | 445,4            | 349,8            | 183,7±0,91              | 213,1±0,47            |
| FDACP <sup>1,3</sup>          | 20,6             | 34,5             | 42,6             | 51,7             | 264,4±0,85              | 250,4±0,35            |
| NNP <sup>4</sup>              | 158,1            | 155,3            | 150,8            | 146,2            | 337,7±3,74              | 263,4±0,97            |
| FDNi <sup>1,3</sup>           | 9,6              | 7,2              | 5,6              | 3,8              | 186,5±2,29              | 184,3±0,41            |
| Lignina <sup>1,3</sup>        | 11,7             | 20,6             | 28,6             | 27,1             | 41,4±0,51               | 41,2±0,20             |

<sup>1</sup>/NIDN – nitrogênio insolúvel em detergente neutro; FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDACP – fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína; FDNi – fibra em detergente neutro indigestível. <sup>2</sup>/ Em g/kg de matéria natural. <sup>3</sup>/ Em g/kg de matéria seca. <sup>4</sup>/ Em g/kg de nitrogênio total. <sup>5</sup>/Média das amostras obtidas por simulação manual do pastejo durante todo o período experimental. <sup>6</sup>/Média das amostras obtidas durante o ensaio para avaliação das características nutricionais. <sup>7</sup>/ Erro padrão da média.

No último dia do ensaio digestivo foram obtidas amostras “spot” de urina, em micção espontânea, e de sangue, via punção da veia jugular, realizadas aproximadamente quatro horas após o fornecimento do suplemento. Após a coleta, as amostras de urina foram diluídas com 40 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,036 N) e congeladas a -20°C para posterior avaliação dos teores de creatinina, uréia e derivados de purina. As amostras de sangue foram coletadas ao final do período de coleta de urina, utilizando-se de tubos de vácuo com ativador de coágulo e gel separador (BD Vacutainer<sup>®</sup>, SST II Advance). O sangue foi imediatamente centrifugado a 2700 × g por 15 minutos sendo soro armazenado a -20°C.

### 2.3. Análises Químicas

Nas amostras de forragem obtidas via simulação manual do pastejo e dos concentrados foram quantificados os teores de matéria seca (MS; método INCT-CA G-003/1); matéria mineral (MM; método INCT-CA M-001/1); proteína bruta (PB; método INCT-CA N-001/1); extrato etéreo (EE; método INCT-CA G-004/1); fibra em detergente neutro (FDNcp; método INCT-CA F-002/1), utilizando-se  $\alpha$ -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio, foram realizadas correções para proteína e cinzas na FDN, quantificou-se o teor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN; método INCT – CA N-004/1) e o teor de fibra em detergente ácido (FDAcp; método INCT-CA F-004/1), com correções para proteína e cinzas; fibra em detergente neutro indigestível (FDNi; método INCT-CA F-009/1), obtida após a incubação em sacos F57 (Ankom<sup>®</sup>) *in situ* por 288 horas e teor de lignina (método INCT-CA F – 005/1) seguindo-se as recomendações de Detmann et al. (2012).

Os carboidratos não fibrosos dos suplementos foram quantificados segundo recomendações de Hall (2000), utilizando-se a seguinte equação:

$$CNFcp = 100 - [(\%PB - \%PBU + \% \text{ de uréia}) + \%FDNcp + \%EE + \% \text{ de cinzas}]$$

onde: PBU = PB no suplemento advinda da uréia

Nas amostras de forragem para quantificação da massa de MS e de matéria seca potencialmente digestível (MSpd), foram realizadas análises para quantificar os teores de MS, FDNcp e FDNi.

Foi elaborada uma amostra composta de fezes com base no peso seco ao ar, por animal, dos três dias de coleta, as quais foram armazenadas em potes plásticos, devidamente identificadas e posteriormente analisadas quanto aos teores de cromo, por espectrofotometria de absorção atômica (método INCT-CA M-005/1); dióxido de titânio por colorimetria (método INCT- CA M-007/1), seguindo-se as recomendações de Detmann et al., 2012. Avaliaram-se também os teores de MS; PB; EE; FDNcp; FDNi e MM, conforme descrito anteriormente.

A excreção de matéria seca fecal foi estimada utilizando-se o indicador óxido crômico, sendo estimada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecido e sua concentração nas fezes.

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

$$CISup = ((EF \times CIFI) / IFG) \times SupFG$$

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

A estimação do consumo voluntário de matéria seca foi realizada empregando-se como indicador interno a FDN indigestível, conforme a equação:

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

em que: CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg); CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); e IS = consumo de indicador a partir do suplemento (kg).

Para estimar os teores urinários e séricos de uréia foi utilizado o método enzimático-colorimétrico (InVitro<sup>®</sup>, Uréia Liquicolor), para ácido úrico o método enzimático-colorimétrico com fator clareante de lípedes (InVitro<sup>®</sup>, Uric Acid Liquicolor), e os teores de creatinina foram estimados pelo método de Jaffé modificado (InVitro<sup>®</sup>, Creatinina). O cálculo do volume urinário diário foi feito empregando-se a relação entre a excreção diária de creatinina (EC), adotando-se como referência a equação proposta por Costa e Silva et al. (2012), e a sua concentração nas amostras “spot”:

$$\text{ECU (g/dia)} = 0,0345 \times \text{PCJ}^{0,9491}$$

em que: PCJ = peso corporal em jejum.

As análises de alantoína foram feitas pelo método colorimétrico (Chen & Gomes, 1992). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina.

As purinas absorvidas (Y, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (X, mmol/dia), por intermédio da equação

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

em que: 0,80 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e  $0,301 \times PC^{0,75}$ , a contribuição endógena para a excreção de purinas (Barbosa et al., 2011).



A síntese ruminal de compostos nitrogenados ( $Y$ , g  $N_{mic}/dia$ ) foi calculada em função das purinas absorvidas ( $X$ , mmol/dia), utilizando-se a equação descrita por Barbosa et al. (2011):

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

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).

#### 2.4 Análises Estatísticas

Utilizou-se o PROC MIXED do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.2) em todas as análises estatísticas. Para todos os procedimentos estatísticos foi adotado  $\alpha = 0,10$ . As comparações entre as médias observadas foram realizadas por meio da decomposição da soma de quadrados para tratamentos em contrastes ortogonais relativos à comparação entre suplementação e não-suplementação, e o efeito linear e quadrático para os níveis de proteína bruta nos suplementos, utilizou-se o peso corporal inicial como co-variável.

### 3. RESULTADOS

As massas médias de MS e MSpd durante todo o período experimental foram de 5093,5 e 3335,1 kg/ha, respectivamente. A massa média de MSpd momentaneamente disponível foi de 142,8 g/kg de PC, que pode ser considerada como não restritiva em relação a possibilidade de maximização de consumo de forragem. A forragem obtida via simulação do pastejo durante todo o período experimental apresentou teor médio de proteína bruta (PB) de 126,6 g de PB/kg de MS.

O ganho médio diário de peso (GMD) e o peso corporal final (PCF) foram maiores para os animais suplementados ( $P<0,10$ ). Observou-se efeito quadrático do nível de proteína bruta nos suplementos sobre o GMD e PCF (Tabela 3), o nível de PB nos suplementos múltiplos que maximizou o GMD foi 37%.

Tabela 3 - Médias, desvio padrão e indicativos de significância para peso corporal inicial (PCI), peso corporal final (PCF) e ganho médio diário (GMD) para as novilhas suplementados e não suplementados durante a estação das águas

| Item               | Suplementos |                  |                  |                  |                  | Desvio padrão | Valor – P <sup>1</sup> |        |        |
|--------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|------------------------|--------|--------|
|                    | MM          | PB <sub>17</sub> | PB <sub>30</sub> | PB <sub>43</sub> | PB <sub>56</sub> |               | CO                     | L      | Q      |
| PCI <sup>2</sup>   | 229,4       | 231,9            | 227,1            | 228,9            | 229,4            |               |                        |        |        |
| PCF <sup>2,4</sup> | 278,8       | 290,6            | 300,3            | 294,7            | 294,7            | 7,138         | <.0001                 | 0,5442 | 0,0698 |
| GMD <sup>3,5</sup> | 447,7       | 554,6            | 638,4            | 587,9            | 590,4            | 0,064         | <.0001                 | 0,5831 | 0,0894 |

<sup>1</sup>/Indicativos de significância para contraste entre animais suplementados e não suplementados (CO) e para efeito de ordem linear (L) e quadrática (Q) do nível de proteína bruta nos suplementos. <sup>2</sup>/ em kg. <sup>3</sup>/ em gramas. <sup>4</sup>/  $\hat{Y}=288,9062 + 0,4377x - 0,00592x^2$  ( $R^2=0,5412$ ). <sup>5</sup>/  $\hat{Y}=0,4399 + 0,0093x - 0,00012217x^2$  ( $R^2=0,9683$ ).

Na Tabela 4 são apresentadas as estimativas do consumo médio diário em kg/dia e em g/kg de PC em função dos diferentes suplementos. Observou-se maior consumo de MS, MO, PB, EE, CNF, NDT e matéria seca digerida (MSD) ( $P<0,10$ ) para os animais suplementados em relação aos não suplementados. Quando expressos em g/kg de PC observou-se menor consumo de MS e MO pelos animais não suplementados, reflexo do menor consumo de matéria seca total observado para estes animais.

Entre os níveis de proteína bruta nos suplementos observou-se redução no consumo de matéria seca de forragem (MSF) quando se aumentou o nível de PB no suplemento. Como reflexo da redução do consumo de forragem, observou-se efeito linear decrescente sobre o consumo de MS, MO, matéria orgânica de forragem (MOF), CNF, MSD, fibra em detergente neutro digerida (FDND), NDT e FDNi. Observou-se efeito quadrático do nível de proteína bruta no suplemento sobre o consumo de EE e PB (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias, desvio padrão e indicativos de significância para o consumo voluntário em novilhas sob pastejo recebendo suplementos com diferentes níveis de proteína bruta

| Item <sup>1</sup>                           | Suplementos |                  |                  |                  |                  | Desvio padrão | Valor - P <sup>2</sup> |        |        |
|---------------------------------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|------------------------|--------|--------|
|                                             | MM          | PB <sub>17</sub> | PB <sub>30</sub> | PB <sub>43</sub> | PB <sub>56</sub> |               | CO                     | L      | Q      |
| Matéria seca <sup>3</sup>                   | 5,52        | 7,22             | 7,18             | 6,47             | 5,81             | 1,14          | 0,0232                 | 0,0106 | 0,4582 |
| Matéria seca de forragem <sup>4</sup>       | 5,52        | 6,34             | 6,24             | 5,71             | 5,03             | 1,14          | 0,5270                 | 0,0202 | 0,4859 |
| Matéria orgânica <sup>5</sup>               | 5,15        | 6,66             | 6,60             | 5,87             | 5,36             | 1,05          | 0,0347                 | 0,0087 | 0,5473 |
| Matéria orgânica de forragem <sup>6</sup>   | 5,15        | 5,79             | 5,69             | 5,14             | 4,61             | 1,05          | 0,7147                 | 0,0195 | 0,5739 |
| Proteína Bruta <sup>7</sup>                 | 0,69        | 0,93             | 1,05             | 1,12             | 0,99             | 0,14          | <.0001                 | 0,2452 | 0,0234 |
| Extrato Etéreo <sup>8</sup>                 | 0,08        | 0,13             | 0,16             | 0,14             | 0,10             | 0,02          | <.0001                 | 0,0138 | 0,0006 |
| FDNcp <sup>9</sup>                          | 3,14        | 3,69             | 3,57             | 3,02             | 2,90             | 0,63          | 0,5614                 | 0,0063 | 0,9971 |
| Carboidratos não fibrosos <sup>10</sup>     | 1,22        | 1,90             | 1,79             | 1,63             | 1,35             | 0,25          | 0,0001                 | 0,0001 | 0,4813 |
| Matéria seca digerida <sup>11</sup>         | 3,32        | 4,47             | 4,64             | 4,12             | 3,67             | 0,72          | 0,0054                 | 0,0164 | 0,2441 |
| FDND <sup>12</sup>                          | 2,24        | 2,68             | 2,51             | 2,07             | 2,02             | 0,45          | 0,6787                 | 0,0020 | 0,7193 |
| Nutrientes digestíveis totais <sup>13</sup> | 3,35        | 4,46             | 4,71             | 4,07             | 3,67             | 0,72          | 0,0066                 | 0,0128 | 0,2210 |
| FDNi <sup>14</sup>                          | 1,01        | 1,18             | 1,19             | 1,12             | 0,98             | 0,21          | 0,2533                 | 0,0593 | 0,3202 |
| Relação NDT/PB <sup>15</sup>                | 4,81        | 4,79             | 4,43             | 3,58             | 3,66             | 0,16          | <.0001                 | <.0001 | 0,0006 |
| g/kg de PC                                  |             |                  |                  |                  |                  |               |                        |        |        |
| Matéria seca <sup>16</sup>                  | 20,48       | 26,35            | 25,47            | 23,59            | 21,65            | 4,17          | 0,0379                 | 0,0218 | 0,7294 |
| Matéria seca de forragem <sup>17</sup>      | 20,48       | 23,12            | 22,11            | 20,7             | 18,75            | 4,14          | 0,6954                 | 0,0344 | 0,7590 |
| Matéria orgânica <sup>18</sup>              | 19,11       | 24,31            | 23,42            | 21,41            | 19,94            | 3,76          | 0,0525                 | 0,0164 | 0,8315 |
| Matéria orgânica de forragem <sup>19</sup>  | 19,11       | 21,14            | 20,16            | 18,64            | 17,19            | 3,80          | 0,9069                 | 0,0338 | 0,8638 |
| FDNcp <sup>20</sup>                         | 11,66       | 13,46            | 12,67            | 10,95            | 10,81            | 2,29          | 0,7434                 | 0,0120 | 0,6910 |
| FDNi <sup>21</sup>                          | 3,77        | 4,29             | 4,09             | 3,83             | 3,45             | 0,76          | 0,6485                 | 0,0301 | 0,7641 |

<sup>1</sup>/FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas. FDND: Fibra em detergente neutro digerida. FDNi: fibra em detergente neutro indigestível.

<sup>2</sup>/Indicativos de significância para contraste entre animais suplementados e não suplementados (CO) e para efeito de ordem linear (L) e quadrática (Q) do nível de proteína bruta nos suplementos. <sup>3</sup>/Ŷ = 8,1231 - 0,03931x (r<sup>2</sup>=0,9493). <sup>4</sup>/Ŷ = 7,1477 - 0,0355x (r<sup>2</sup>=0,9573). <sup>5</sup>/Ŷ = 7,4892 - 0,0370x (r<sup>2</sup>=0,9573). <sup>6</sup>/Ŷ = 6,5235 - 0,0327x (r<sup>2</sup>=0,9716). <sup>7</sup>/Ŷ = 0,5686 + 0,0273x - 0,000347x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,9220). <sup>8</sup>/Ŷ = 0,0630 + 0,00588x - 0,00009x<sup>2</sup> (r<sup>2</sup>=0,9464). <sup>9</sup>/Ŷ = 4,1568 - 0,0232x (r<sup>2</sup>=0,9318). <sup>10</sup>/Ŷ = 2,1782 - 0,0135x (r<sup>2</sup>=0,9833). <sup>11</sup>/Ŷ = 5,0858 - 0,0233x (r<sup>2</sup>=0,8336). <sup>12</sup>/Ŷ = 3,0278 - 0,0191x (r<sup>2</sup>=0,9149). <sup>13</sup>/Ŷ = 5,1164 - 0,0240x (r<sup>2</sup>=0,7940). <sup>14</sup>/Ŷ = 4,6940 - 0,0210x (r<sup>2</sup>=0,8483). <sup>15</sup>/Ŷ = 6,04 - 0,08037x + 0,000651x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 0,9038). <sup>16</sup>/Ŷ = 28,7494 - 0,1223x (r<sup>2</sup>=0,9736). <sup>17</sup>/Ŷ = 25,2426 - 0,1109x (r<sup>2</sup>=0,9743). <sup>18</sup>/Ŷ = 26,5115 - 0,1158x (r<sup>2</sup>=0,9812). <sup>19</sup>/Ŷ = 23,0370 - 0,01021x (r<sup>2</sup>=0,9906). <sup>20</sup>/Ŷ = 14,6896 - 0,0740x (r<sup>2</sup>=0,9241). <sup>21</sup>/Ŷ = 1,3171 - 0,0052x (r<sup>2</sup>=0,9764).

A suplementação múltipla aumentou o coeficiente de digestibilidade da MS, PB, EE e CNF. Esta elevação na digestão da PB, EE e CNF, implicou em maiores estimativas da digestibilidade total da MO e do teor de NDT na dieta dos animais suplementados.

Houve efeito quadrático do nível de proteína bruta nos suplementos sobre a digestibilidade da MS, EE, MO, FDNcp, CNF e para o teor de NDT.

Tabela 5 – Médias, desvio padrão e indicativos de significância para os coeficientes de digestibilidade aparente total dos componentes da dieta para novilhas suplementadas e não suplementadas

| Item                                       | Suplementos |        |        |        |        |        | Desvio<br>Padrão | Valor - P <sup>1</sup> |        |        |
|--------------------------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|------------------------|--------|--------|
|                                            |             |        |        |        |        |        |                  | CO                     | L      | Q      |
| Matéria Seca <sup>2</sup>                  | 0,5963      | 0,6187 | 0,6476 | 0,6414 | 0,6330 | 0,0220 | 0,0220           | 0,0002                 | 0,3008 | 0,0243 |
| Matéria Orgânica <sup>3</sup>              | 0,6408      | 0,6583 | 0,6960 | 0,6757 | 0,6658 | 0,0209 | 0,0209           | 0,0007                 | 0,9421 | 0,0036 |
| Proteína Bruta <sup>4</sup>                | 0,5949      | 0,5872 | 0,6582 | 0,7510 | 0,7337 | 0,0313 | 0,0313           | <.0001                 | <.0001 | 0,0005 |
| Extrato Etéreo <sup>5</sup>                | 0,3085      | 0,4530 | 0,6005 | 0,5428 | 0,4812 | 0,0781 | 0,0781           | <.0001                 | 0,8300 | 0,0008 |
| Fibra em Detergente Neutro <sup>6</sup>    | 0,6705      | 0,6549 | 0,6925 | 0,6635 | 0,6689 | 0,0209 | 0,0209           | 0,9496                 | 0,6974 | 0,0403 |
| Carboidratos não Fibrosos <sup>7</sup>     | 0,6142      | 0,7133 | 0,7317 | 0,6654 | 0,6359 | 0,0359 | 0,0359           | <.0001                 | <.0001 | 0,0728 |
| Nutrientes Digestíveis Totais <sup>8</sup> | 0,6035      | 0,6181 | 0,6560 | 0,6361 | 0,6327 | 0,0207 | 0,0207           | 0,0008                 | 0,4711 | 0,0095 |

<sup>1</sup>/Indicativos de significância para contraste entre animais suplementados e não suplementados (CO) e para efeito de ordem linear (L) e quadrática (Q) do nível de proteína bruta nos suplementos. <sup>2</sup>/ $\hat{Y} = 0,6179 + 1,2977 \cdot 10^{-16} x + 1,7454 \cdot 10^{-18} x^2$  ( $R^2 = 0,8114$ ). <sup>3</sup>/ $\hat{Y} = 0,6020 + 0,0045x - 0,00006 x^2$  ( $R^2 = 0,7078$ ). <sup>4</sup>/ $\hat{Y} = 0,3922 - 0,0132x - 0,00012x^2$  ( $R^2 = 0,9488$ ). <sup>5</sup>/ $\hat{Y} = 0,1747 + 0,02201x - 0,00029 x^2$  ( $R^2 = 0,7789$ ). <sup>6</sup>/ $\hat{Y} = 0,6227 + 0,0028x - 0,00003x^2$  ( $R^2 = 0,3442$ ). <sup>7</sup>/ $\hat{Y} = 0,6963 + 0,0024x - 0,00006x^2$  ( $R^2 = 0,8720$ ). <sup>8</sup>/ $\hat{Y} = 0,5696 + 0,0039x - 0,00005x^2$  ( $R^2 = 0,6216$ ).

As médias de NUS para os animais suplementados aumentaram de forma linear com o aumento no nível de PB nos suplementos. As médias foram iguais a 17,78; 23,86; 26,98 e 28,17 mg/dL, respectivamente, para os tratamentos PB<sub>17</sub>; PB<sub>30</sub>; PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>.

A eficiência de síntese de proteína microbiana (EFIM) não foi alterada ( $P>0,10$ ) quando comparados animais sob suplementação e sem suplementação, com média global de 141,61 g PB microbiana/kg de NDT. Entre os animais suplementados, observou-se aumento linear na EFIM com o aumento do nível de PB nos suplementos.

Tabela 6 - Médias, desvio padrão e níveis descritivos de probabilidade para contrastes para a características de utilização dos compostos nitrogenados em novilhas em pastejo recebendo suplementos com diferentes níveis de proteína bruta

| Item                                     | Suplementos |                  |                  |                  |                  | Desvio<br>Padrão | Valor - P <sup>1</sup> |        |        |
|------------------------------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|--------|--------|
|                                          | MM          | PB <sub>17</sub> | PB <sub>30</sub> | PB <sub>43</sub> | PB <sub>56</sub> |                  | CO                     | L      | Q      |
| Nitrogênio Microbiano <sup>2</sup>       | 71,70       | 69,08            | 78,70            | 82,28            | 80,06            | 21,42            | 0,5685                 | 0,2118 | 0,7324 |
| Nitrogênio Microbiano<br>Relativo        | 0,76        | 0,47             | 0,44             | 0,44             | 0,48             | 0,16             | <.0001                 | 0,6768 | 0,7988 |
| Eficiência Microbiana <sup>3,5</sup>     | 139,94      | 95,49            | 109,82           | 130,80           | 136,79           | 39,75            | 0,0719                 | 0,0580 | 0,8284 |
| Nitrogênio Uréico no Soro <sup>4,6</sup> | 13,04       | 17,78            | 23,86            | 26,98            | 28,17            | 3,75             | <.0001                 | <.0001 | 0,1795 |

<sup>2</sup>/ em g/dia. <sup>3</sup>/g PBmic/kg NDT consumido. <sup>4</sup>/mg/dL. <sup>5</sup>/Ŷ= 75,9851 + 1,1662x (r<sup>2</sup>= 0,9785). <sup>6</sup>/Ŷ= 15,6350 + 3,4139x (r<sup>2</sup>= 0,912).

#### 4. DISCUSSÃO

O desempenho produtivo dos animais criados a pasto está diretamente relacionado com a qualidade e a quantidade de forragem disponível para o pastejo, estas características influenciam no consumo de nutrientes e atributos nutricionais pelos animais em pastejo, sendo o consumo o principal determinante do desempenho do animal. Quanto maior a disponibilidade e a qualidade do recurso forrageiro basal, menor a necessidade de adicionar recursos externos ao sistema para otimizar a produção animal e maior será a eficiência biológica e econômica do sistema.

Neste estudo o raciocínio se deu com base na MSpd da forragem, cuja recomendação feita por Paulino et al. (2004) seria a oferta de 40 a 50 g de MSpd de pasto/kg de PC dos animais para haver desempenho satisfatório dos animais criados a pasto. A massa de MSpd expressa em função do peso corporal (PC), remete a idéia quantitativa e qualitativa da forragem disponível momentaneamente ao animal, independente da taxa de lotação (Valente et al., 2011).

A forragem obtida via simulação do pastejo durante todo o período experimental apresentou teor médio de proteína bruta (PB) de 126,6 g de PB/kg de MS (Tabela 2), estando acima do valor 70-80 g de PB/kg de MS na dieta basal relatado por Lazzarini et al. (2009), como necessário para que haja adequado aproveitamento da fibra em detergente neutro (FDN) da forragem, que é a principal fonte de energia para os animais criados a pasto e acima dos 100 g de PB/kg de MS citados por Sampaio et al. (2009), como ótimo para maximizar o consumo de pasto.

No entanto, apesar da forragem consumida pelos animais ter apresentado teor de nitrogênio superior ao mínimo necessário para que haja adequado aproveitamento da fibra em detergente neutro (FDN) da forragem basal, verificou-se que 25% deste nitrogênio estava lentamente disponível para o animal, ou seja, na forma de nitrogênio



insolúvel em detergente neutro (NIDN) (Tabela 2); o que reforça a importância do fornecimento de fontes suplementares de nitrogênio mais rapidamente disponíveis. Como a forragem é a forma mais econômica e prática na alimentação de bovinos, torna-se prioridade aumentar a sua utilização via otimização do consumo e da disponibilidade de seus nutrientes. Neste estudo, apesar da massa da forragem disponível ter sido alta, com alto teor de proteína bruta, e com teor energético de 60,35% (Tabela 5), sendo portanto a forragem considerada de média a alta qualidade, os animais suplementados apresentaram GMD superior aos animais não suplementados ( $P < 0,10$ ) (Tabela 3). Entre os níveis de proteína bruta nos suplementos houve efeito quadrático no GMD e no peso corporal final dos animais. Segundo Paulino et al. (2008), existe um ganho latente de cerca de 200 g/animal/dia durante o período das águas que deve ser explorado com o uso de recursos suplementares. Neste estudo, os animais que receberam o suplemento PB<sub>30</sub> tiveram um ganho adicional de 190,7 g/dia, quando comparado aos animais do tratamento controle, o que representou um incremento de 42% no GMD das novilhas. O nível de PB nos suplementos múltiplos que maximiza o GMD é 37%.

Observou-se maior consumo em kg/dia de MS, MO, PB, EE, CNF, NDT e matéria seca digerida (MSD) ( $P < 0,10$ ) para os animais suplementados em relação aos não suplementados (Tabela 4); como os teores destes nutrientes são relativamente baixos na forragem basal, era de se esperar que houvesse um aumento significativo de sua ingestão com o fornecimento de fontes suplementares.

Não foram verificados efeitos positivos da suplementação múltipla sobre o consumo voluntário de forragem ( $P > 0,10$ ). Este comportamento corrobora os resultados obtidos por outros autores em condições tropicais ao fornecerem suplementos protéicos a bovinos manejados em pastagens durante o período das águas (Zervoudakis et al., 2008; Costa et al., 2009; Porto et al., 2009).

A inclusão de proteína bruta na dieta de bovinos criados a pasto pode ampliar o consumo de forragem até níveis protéicos próximos a 10% (Figueiras et al., 2010 e Sampaio et al., 2010). A partir deste nível dietético de PB, as exigências microbianas em termos de compostos nitrogenados seriam atendidas e nenhum estímulo sobre o consumo de material digerido seria mais observado (Detmann et al., 2010). Estas pressuposições seriam aplicadas às condições do presente estudo, considerando-se o nível médio de PB da forragem (126,6 g de PB/kg de MS) e a ausência de efeitos da suplementação múltipla sobre o consumo de FDND (Tabela 4). O teor médio de PB na dieta foi de 12,5; 12,8; 14,6; 17,4 e 17,1 g de PB/kg de MS, para os tratamentos MM, PB<sub>17</sub>, PB<sub>30</sub>, PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>, respectivamente.

A explicação para o efeito quadrático do nível de PB nos suplementos sobre o consumo de PB e EE é que apesar de consumirem normalmente o suplemento ao longo do período experimental, os animais que receberam o tratamento PB<sub>56</sub>, o qual apresentava 5,4 % de uréia/SA reduziram o consumo de suplemento durante o período de avaliação dos parâmetros nutricionais. O consumo de matéria seca de suplemento múltiplo foi 883; 935; 763 e 777 g/dia, respectivamente, para os tratamentos PB<sub>17</sub>, PB<sub>30</sub>, PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>.

Em vários experimentos nos quais foram utilizados suplementos com altos níveis de PB (normalmente superiores a 50-60%), foram observados consumos similares de forragem entre animais sob suplementação múltipla ou apenas com suplementação mineral (Zervoudakis et al., 2008; Costa, 2009; Porto, 2009), ou seja, ausência de efeito substitutivo. Este efeito também foi observado neste estudo pois, não houve diferença no consumo de MS de forragem entre animais suplementados com suplementos múltiplos e os animais suplementados apenas com mistura mineral.

Os efeitos mais proeminentes causados pela suplementação com níveis crescentes de proteína bruta residiram sobre a depressão no consumo voluntário de forragem (Tabela 4). A presença de efeito substitutivo sobre o consumo de forragem não é desejada, uma vez que o objetivo principal da suplementação em pastejo reside sobre a otimização do uso dos recursos forrageiros, promovendo ao mínimo sua substituição (Detmann et al., 2005).

Efeitos negativos sobre o consumo de pasto com o fornecimento de suplementos múltiplos sob condições de forragem de alta qualidade foram relatados por outros autores em condições tropicais (Detmann et al., 2001; 2005; Porto et al., 2008).

Pastos tropicais durante o período das águas apresentam relação energia/proteína acima daquelas demandadas pelos animais, o que implica em excesso relativo de energia em relação à proteína (Detmann et al., 2010). Assim, o fornecimento de proteína via suplemento pode levar a um equilíbrio na relação energia/proteína e assim aumentar o consumo de forragem e o desempenho dos animais. No entanto, os altos níveis de PB utilizados neste estudo, principalmente, para os tratamentos PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub> provavelmente levaram a um desequilíbrio metabólico animal que culminou em redução no consumo de matéria seca de forragem.

A razão entre energia metabolizável e a proteína metabolizável aqui representada pela relação NDT/PB, constitui um dos fatores determinantes do consumo (Illius e Jessop, 1996).

A ação de mecanismos metabólicos de regulação de consumo também é verificada 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).

De acordo com os dados do BR-CORTE (2010) a relação NDT/PB ditada pela exigência nutricional para manutenção e ganho de 0,5 kg/dia de fêmeas zebuínas com 250 kg de PC é de 5,3. Neste estudo, as relações NDT/PB encontradas foram 4,8; 4,7; 4,4; 3,5 e 3,6 para os tratamentos MM, PB<sub>17</sub>, PB<sub>30</sub>, PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>, respectivamente. O nível de PB da forragem neste estudo situou-se acima dos patamares normalmente observados em pastos tropicais durante o período das águas (média de 9,42% relatada por Detmann et al., 2010). Assim, nas condições do presente estudo, a suplementação com altos níveis de PB causou um desbalanço dietético o que levou a efeitos negativos sobre o consumo de forragem. Esta observação pode ser confirmada pelos baixos valores da relação NDT/PB observados, principalmente, para os tratamentos PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>. Estes valores baixos indicam que houve um excesso de proteína bruta na dieta dos animais, o que provavelmente elevou o metabolismo hepático de nitrogênio, ampliando o incremento calórico e culminando com a redução do consumo voluntário de forragem.

As exigências de PB e NDT de fêmeas zebuínas com peso corporal igual a 250 kg e GMD igual a 500 gramas são 594,49 gramas/dia e 3,15 kg/dia, respectivamente (BR-CORTE, 2010).

Em todos os tratamentos o consumo de NDT foi acima das exigências de novilhas zebuínas desta categoria para permitir GMD próximo a 500 gramas. Com relação ao consumo de PB todos os tratamentos permitiram consumo de proteína bruta igual ou superior ao necessário para permitir o mesmo GMD citado anteriormente. No entanto, como aproximadamente 25% do nitrogênio estava lentamente disponível para o metabolismo animal, ou seja, na forma de NIDN somente os animais que receberam suplemento múltiplo tiveram GMD acima de 500g/dia. Tal resultado pode ser atribuído

ao maior consumo de proteína bruta (Tabela 4) pelos animais suplementados, o que pode ter apresentado efeito benéfico sobre o ambiente ruminal (Dixon & Stockdale, 1999), propiciando assim melhor utilização da dieta consumida pelos animais, com maior consumo de matéria seca digerida e consequentemente maior ganho de peso para os animais suplementados.

O incremento nos coeficientes de digestibilidade total da PB, CNF e EE com a suplementação múltipla refletem a maior concentração destes componentes nos suplementos o que incrementa sua participação na dieta total, reduzindo a participação relativa da fração metabólica fecal (Van Soest, 1994). Houve efeito quadrático do nível de proteína bruta nos suplementos sobre a digestibilidade da MS, EE, MO, FDNcp, PB, CNF e para o teor de NDT. A digestibilidade da FDNcp não foi afetada pela suplementação múltipla o que reflete o fato de a forragem não apresentar limitações na disponibilidade de compostos nitrogenados para o crescimento dos microrganismos fibrolíticos.

A digestibilidade aparente total da PB, pode ter sido influenciada pela maior participação de uréia na composição dos suplementos com altos níveis de proteína bruta, visto que a uréia é rapidamente hidrolisada à amônia no ambiente ruminal, o que pode ter elevado as perdas de nitrogênio no rúmen. Esta também pode ter sido influenciada pela redução no consumo de suplemento pelos animais do tratamento PB<sub>56</sub> durante o período de avaliação dos parâmetros nutricionais.

Considerando a importância da síntese microbiana para o metabolismo protéico dos ruminantes, é importante conhecer a eficiência na produção de proteína microbiana, fonte de aminoácidos de alta qualidade disponível para absorção e que possui digestibilidade intestinal aproximadamente de 85% e perfil de aminoácidos constante (Schwab, 1996). Nenhum efeito foi observado ( $P>0,10$ ) sobre a síntese de nitrogênio microbiano (NMIC), cujo valor médio foi de 76,36 g/dia, respectivamente.

A eficiência de síntese de proteína microbiana (EFIM) não foi alterada ( $P>0,10$ ) quando comparados animais sob suplementação múltipla e apenas suplementação mineral, com média global de 122,6 g PB microbiana/kg de NDT. Valor próximo da referência para condições tropicais que é 120g de PBMic/kg de NDT (Valadares Filho et al., 2010).

Entre os níveis de proteína bruta nos suplementos, observou-se efeito linear positivo do nível de proteína bruta sobre a EFIM ( $P<0,10$ ). O efeito linear positivo dos níveis de proteína bruta nos suplementos sobre a EFIM não se deve à maior produção microbiana, visto que não houve efeito do nível de PB sobre a produção microbiana (NMIC). O aumento na EFIM observado é devido ao menor consumo de NDT (Tabela 4), uma vez que a EFIM é a razão entre a produção de PB microbiana e consumo de NDT. O consumo de NDT apresentou efeito linear negativo com o aumento do nível de PB nos suplementos.

A concentração de nitrogênio uréico no soro possui elevada correlação positiva com os teores de PB da dieta (Chizzotti et al., 2006; Hojman et al., 2004).

Valadares et al. (1997) sugeriram que os níveis de N-uréia plasmáticas entre 13,52 e 15,15 mg/dL correspondem à máxima eficiência microbiana e provavelmente seria o limite no qual ocorre perda de proteína para novilhos zebuínos alimentados com 62,5% de NDT. Neste estudo o valor médio de NUS para os animais não suplementados foi de 13,04 mg/dL valor este próximo do citado por Valadares et al. (1997) para máxima eficiência microbiana. As médias de NUS para os animais suplementados aumentaram de forma linear com o aumento no nível de PB nos suplementos. As médias foram iguais a 17,78; 23,86; 26,98 e 28,17 mg/dL, respectivamente para os tratamentos PB<sub>17</sub>; PB<sub>30</sub>; PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>. Os altos valores de NUS observados nos animais suplementados com altos níveis de uréia no suplemento múltiplo indicam que houve um excesso de degradável no rúmen na dieta destes animais. O consumo de PDR via suplemento foi de 97,2; 193,8; 233,5; 318,9 g/dia, respectivamente, para os tratamentos PB<sub>17</sub>, PB<sub>30</sub>, PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub>. Os altos consumos de PDR observados para os tratamentos PB<sub>43</sub> e PB<sub>56</sub> elevaram a concentração de NUS e comprometeram o GMD dos animais.

## **5. CONCLUSÕES**

O fornecimento de suplementos múltiplos para novilhas de corte, manejadas em pasto de média a alta qualidade durante o período das águas, melhora o desempenho produtivo dos animais. O fornecimento de suplementos com altos níveis de proteína bruta durante o período das águas diminui o consumo de forragem pelos animais. O nível de proteína bruta nos suplementos múltiplos que maximiza o ganho médio diário de peso é 37%.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, A. M., Valadares, R. F.D., Valadares Filho, S.C., Pina, D.S., Detmann, E., Leão, M.I. 2011. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. *Journal of Animal Science*, v.89, p.510-519.
- Chen, X.B., Gomes, M.J. 1992. 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.* 21p.
- Chizzotti, M.L., Valadares Filho, S.C., Valadares, R.F., Chizzotti, F.H.M., Campos, J.M.S., Marcondes, M.I, Fonseca, M.A. 2006. Consumo, digestibilidade, excreção de uréia e derivados de purina em novilhas de diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.1813–1821.
- Costa, V.A.C., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Paulino, M.F., Henriques, L.T., Mantovani, H.C. 2009. Degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro de forragem tropical de alta qualidade em função da suplementação com proteína e/ou carboidratos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.1803-1811.
- Detmann, E., Paulino, M.F., Zervoudakis, J.T. Valadares Filho, S.C., Euclides, R.F., Lana, R.P., Queiroz, D.S. 2001. Cromo e indicadores internos na estimação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p.1600-1609.
- Detmann, E.; Paulino, M.F.; Cecon, P.R., Valadares Filho, S.C., Zervoudakis, J.T., Cabral, L.S., Leão, M.I., Lana, R.P., Ponciano, N.J. 2005. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: consumo voluntário e trânsito de partículas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.1371-1379.
- Detmann, E., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C. 2010. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. *Proceedings of 7<sup>rd</sup> Symposium of beef cattle production (Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, Brazil).* p.191-240.



- Detmann, E., Souza, M.A., Valadares Filho, S.C., Queiroz, A.C., Berchielli, T.T., Saliba, E.O.S., Cabral, L.S., Pina, D.S., Ladeira, M.M., Azevedo, J.A.G. (Ed.) 2012. Métodos para análise de alimentos. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p.
- Dixon, R.M., Stockdale, R. 1999. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *Australian Journal of Agricultural Research*, Collingwood, v.50, p.757-773.
- Figueiras, J.F., Detmann, E., Paulino, M.F., Valente, T.N.P., Valadares Filho, S.C. and Lazzarini, I. 2010. Intake and digestibility in cattle under grazing supplemented with nitrogenous compounds during dry season, *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p.1303-1312.
- Figueiredo, D.M., Paulino, M.F., Detmann, E., Moraes, E.H.B.K., Valadares Filho, S.C., Souza, M.G. 2008. Fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.2222-2232.
- Hall, M.B., Akinyode, A. Cottonseed hulls: working with with a novel fiber source. In: *Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, 11, 2000, Gainesville. *Proceedings...* Gainesville, 2000. p. 179-186.
- Hojman, D., Kroll, O., Adin, G., Gips, M., Hanochi, B., Ezra, E. 2004. Relationships between milk urea and production, nutrition and fertility traits in Israeli dairy herds. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.1001-1011.
- 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., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Souza, M.A., Oliveira, F.A. 2009. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.2021-2030.
- Paulino, M.F., Figueiredo, D.M., Moraes, E.H.B.K., Porto, M.O., Sales, M.F.S., Acedo, T.S., Villela, S.D.J., Valadares Filho, S.C. 2004. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: *Proceedings of 4rd Symposium of beef cattle production* (Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, Brazil), p. 93-139.

- Paulino, M.F., Detmann, E. and Valadares Filho, S.C. 2006. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: Proceedings of 4rd Symposium on Strategic Management of Pasture (Departamento de Zootecnia - UFV, Viçosa, Brazil), p. 359-392.
- Paulino, M. F., Detmann, E., Valadares Filho, S. C. Bovinocultura funcional nos trópicos. 2008. Proceedings of 6rd Symposium of beef cattle production (Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, Brazil), p.275-305.
- Poppi, D.P., Mclennan, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. 1995. Journal of Animal Science, v.73, p.278-290.
- Porto, M.O., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Detmann, E., Sales, M.F.L., Couto, V.R.M. 2009. Fontes de energia em suplementos múltiplos para bezerros Nelore em creep feeding: desempenho produtivo, consumo e digestibilidade dos nutrientes. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p.1329-1339.
- Porto, M.O., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Sales, M.F.L., Detmann, E., Cavali, J., 2008. Formas de utilização do milho em suplementos para novilhos na fase de terminação em pastagem no período das águas: desempenho e parâmetros nutricionais. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, p.2251-2260.
- Sampaio, C. B., Detmann, E., Lazzarini, I., Souza, M.A., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C. 2009. 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.
- Sampaio, C.B., Detmann, E., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Souza, M.A., Lazzarini, I., Paulino, P.V.R., Queiroz, A.C. 2010. 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.
- Schwab, C.G. 1996. Amino acid nutrition of dairy cows: current status. In: Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Ithaca: Cornell University, p.184-198. 1996.
- Titgemeyer; E.C., Armendariz, C. K., Bindel, D.J., Greenwood, R.H., Loest, C.A. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. Journal of Animal Science, v.79, p.1059-1063, 2001.

- Valadares Filho, S.C., Marcondes, M.I., Chizzotti, M.L., Paulino, P.V.R. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE. 2.ed. Viçosa: DZO - UFV, 2010. 193p.
- Valadares, R.F.D., Broderick, G.A., Valadares Filho, S.C., Clayton, M.K. 1999. 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.
- Valadares, R.F.D., Gonçalves, L.C., Rodriguez, N.M., Valadares Filho, S.C., SILVA, J.F.C. 1997. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidade e balanço de compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, p.1259-1263.
- Valente, É. E. L., Paulino, M. F., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Barros, L.V., Acedo, T.S., Couto, V.R.M., Lopes, S.A. 2011. Levels of multiple supplements or nitrogen salt for beef heifers in pasture during the dry season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 2011-2019.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2ª ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p.
- Zervoudakis, J.T., Paulino, M.F., Cabral, L.S., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Moraes, E.H.B.K. 2008. Suplementos múltiplos de autocontrole de consumo na recria de novilhos no período das águas. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1968-1973.

## 7. CONCLUSÕES GERAIS

Recomenda-se o fornecimento de suplementos múltiplos formulados com farelo de algodão 38% para bezerras de corte lactentes criadas em sistema de *creep-feeding* no período de transição águas-seca.

A utilização de suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo em fase de recria durante o período da seca e durante o período de transição seca-águas. A

suplementação múltipla durante a seca melhora o consumo e o desempenho produtivo dos animais suplementados com suplementos múltiplos durante a transição seca-águas.

O fornecimento de suplementos múltiplos para novilhas de corte, manejadas em pasto de média a alta qualidade durante o período das águas, melhora o desempenho produtivo dos animais. O fornecimento de suplementos com altos níveis de proteína bruta durante o período das águas diminui o consumo de forragem pelos animais. O nível de proteína bruta nos suplementos múltiplos que maximiza o ganho médio diário de peso de novilhas de corte durante o período das águas é 37%.