

ROMÁN ENRIQUE MAZA ORTEGA

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA NOVILHAS DE CORTE EM  
PASTEJO NOS PERÍODOS DE SECA E TRANSIÇÃO SECA-ÁGUAS**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013

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

T

M475e  
2013 Maza Ortega, Román Enrique, 1983-  
Estratégias de suplementação para novilhas de corte em  
pastejo nos períodos de seca e transição seca-águas / Román  
Enrique Maza Ortega. – Viçosa, MG, 2013.  
x, 46f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Mário Fonseca Paulino.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Novilho - Nutrição. 2. Novilho - Registros de  
desempenho. 3. Suplementos proteicos. 4. Pastejo. 5. Farelo de  
soja como ração. 6. Farelo de algodão como ração.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.20852

ROMÁN ENRIQUE MAZA ORTEGA

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA NOVILHAS DE CORTE EM  
PASTEJO NOS PERÍODOS DE SECA E TRANSIÇÃO SECA-ÁGUAS**

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

APROVADA: 02 de outubro de 2013.

---

Mario Luiz Chizzotti

---

Eduardo Henrique Bevitori Kling de  
Moraes

---

Edenio Detmann  
(Coorientador)

---

Luciana Navajas Rennó  
(Coorientadora)

---

Mário Fonseca Paulino  
(Orientador)

*Procure ser uma pessoa de valor, em vez de procurar ser uma pessoa de sucesso. O sucesso é só consequência.*

***Albert Einstein.***

A Deus, pela proteção e por me manter com saúde, força, esperança e fé para atingir  
mais um objetivo em minha vida.

Ofereço.

Aos meus amados pais Román Maza Buelvas e Luz Enith Ortega Júlio, pelo carinho,  
apoio moral, psicológico, econômico e, por serem os pais mais maravilhosos do mundo,

Aos meus queridos irmãos Oscar Maza Ortega e Tatiana Maza Ortega, pela confiança,  
apoio incondicional e, por ter acreditado sempre em mim.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia, por tornar possível a realização de este curso e, assim, atingir um objetivo mais na minha vida.

Ao professor Mário Fonseca Paulino, por ter me dado esta grande oportunidade em minha vida, pela excelente orientação ao longo do curso e, por ser um exemplo a seguir tanto no pessoal quanto no profissional.

Aos professores Luciana Navajas Rennó e Edenio Detmann, pela dedicação e colaboração na realização deste trabalho.

Aos professores Mario Luiz Chizzotti e Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes, por participarem da banca de avaliadores e fazer acréscimos importantes neste trabalho.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, pelas excelentes aulas e ensinamentos.

Aos meus amigos e colegas de gado de corte **“Equipe de gado de corte”**: Lívia, Aline, Javier, Sidnei, Leandro, Daniel, David, Deilen, Josilaine, Victor, Felipe “Amigão”, Jéssika, Júlia, Marcos, Camila, pela amizade e fundamental ajuda na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, especialmente aos do Setor de Bovinocultura de corte e do Laboratório de nutrição animal: Nelson “Neco”, Nourival, Marcelino, Nataniel “Pum”, Junior (Q.E.P.D), Fernando, Vera, Valdir, Mário, Aline, Plínio, Monteiro, Wellington, Fernanda, Mauro pela colaboração ao longo do experimento e durante o curso.

Aos meus amigos Colombianos e Estrangeiros: Mauricio “Mexicano”, Gabriela “Boliviana” Faider, Manuel, Zé Carlos, Erly, Alexis, Rafael, Victor, Alexander, Polyana, Luiz Costa, Luiz Pereira, Eric, Erick, Jefferson, Bernardo, Pedrão, Zanetti, Alexis, Luiz “Calouro”, Marquim, Ana Clara, Flavia, Breno, Philipe, Lais, Marcilia ect., pela amizade, por ser como uma família para mim e fazer me sentir como em casa.

Em fim, muito obrigado a todos porque sem vocês tudo isto não seria possível, Deus os abençoe sempre e muito sucesso em suas vidas.

## **BIOGRAFIA**

ROMÁN ENRIQUE MAZA ORTEGA, filho de Román Maza Buelvas e Luz Enith Ortega Júlio, nasceu em Maria La Baja, Bolívar - Colômbia, em 02 de julho de 1983.

Em 2000, ingressou no curso de Medicina Veterinária e Zootecnia na Universidade de Córdoba, Colômbia, colando grau em 19 de dezembro de 2005.

Em fevereiro de 2012 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 02 de outubro de 2013.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	5
CAPÍTULO 1 - Substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo durante o período da seca.....	8
Introdução .....	8
Material e Métodos .....	8
Resultados e Discussão .....	15
Conclusões .....	22
Referências Bibliográficas .....	22
CAPÍTULO 2 - Quantidades de suplementos para novilhas de corte sob pastejo durante o período de transição seca – águas. ....	27
Introdução .....	27
Material e métodos.....	28
Resultados e Discussão .....	34
Conclusões .....	42
Referências Bibliográficas .....	42



## RESUMO

MAZA ORTEGA, Román Enrique, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2013. **ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA NOVILHAS DE CORTE EM PASTEJO NOS PERÍODOS DE SECA E TRANSIÇÃO SECA-ÁGUAS.** Orientador: Mário Fonseca Paulino. Coorientadores: Edenio Detmann e Luciana Navajas Rennó.

Esta dissertação foi elaborada a partir de dois experimentos com novilhas de corte submetidas a diferentes estratégias de suplementação a pasto. **No primeiro experimento** objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em suplementos múltiplos sobre as características nutricionais e desempenho produtivo de novilhas de corte em fase de recria em pastagens de *Brachiaria decumbens* no período da seca. Foram utilizadas 24 novilhas de corte nelore com idade e peso médio inicial de 8 meses e  $210 \pm 6$  kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Os suplementos continham aproximadamente 30% de proteína bruta (PB) e substituição progressiva do farelo de soja pelo farelo de algodão em 0, 50 e 100%. Aos animais do tratamento controle foi fornecida apenas mistura mineral *ad libitum* e aos demais tratamentos foram fornecidos 1,0 kg/animal/dia de suplemento. Não houve diferença de GMD entre os animais suplementados e os animais controle ( $P > 0,10$ ). Não foi observado efeito da suplementação ( $P > 0,10$ ) sobre o consumo matéria seca (MS), MS de pasto (MSP), matéria orgânica (MO) extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>), fibra em detergente neutro indigestível (FDN<sub>i</sub>) e nutrientes digestíveis totais (NDT) entre os tratamentos, houve efeito apenas para o consumo de proteína bruta (PB) ( $P < 0,10$ ). O nível de substituição de farelo de soja pelo farelo de algodão não afetou ( $P > 0,10$ ) o consumo nos animais suplementados. A Suplementação ampliou os coeficientes de digestibilidade aparente ( $P < 0,10$ ) da MO, PB, CFN e NDT com exceção do EE e da FDN<sub>cp</sub> ( $P > 0,10$ ). Observou-se efeito linear positivo ( $P < 0,10$ ) do nível de substituição de farelo de soja pelo farelo de algodão sobre a digestibilidade da MO, CNF e NDT. Houve efeito da suplementação e do nível de substituição ( $P < 0,10$ ) sobre o teor de nitrogênio uréico no soro e nitrogênio uréico na urina. Não houve efeito da suplementação e do nível de substituição sobre o fluxo de nitrogênio microbiano ao intestino (NMIC) e eficiência de síntese de proteína microbiana (EFM) ( $P > 0,10$ ). Foi verificado efeito linear decrescente ( $P < 0,10$ ) da substituição sobre a relação nitrogênio microbiano/nitrogênio ingerido (NMICR). **No segundo experimento** objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de diferentes quantidades de suplementos múltiplos

sobre as características nutricionais e desempenho produtivo de novilhas em recria sob pastejo em *Brachiaria decumbens* no período da transição seca-aguas. Foram utilizadas 24 novilhas de corte com idades e pesos médios iniciais, de 11 meses e 243±3 kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Utilizou-se um suplemento com aproximadamente 25% de PB. Os tratamentos consistiam em quatro quantidades de suplementos: 0; 0,5; 1,0 e 1,5 kg respectivamente. Os animais dos diferentes tratamentos receberam mistura mineral *ad libitum*. Observou-se efeito linear positivo ( $P<0,10$ ) no GMD e peso corporal final (PCF) com as quantidades de suplementos. Foi verificado efeito linear crescente ( $P<0,10$ ) no consumo de MS, MO, PB, EE, CNF e NDT com a ampliação da quantidade de fornecimento de suplemento; efeito não apresentado no consumo de FDNcp. As quantidades de suplementos melhoraram de forma linear positiva ( $P<0,10$ ) os coeficientes de digestibilidade da MO, PB, EE, CNF e NDT. Detectou-se efeito quadrático ( $P<0,10$ ) sobre a estimativas de digestibilidade da MS, MO, PB, FDNcp e teor de NDT entre as quantidades de suplementos. Evidenciou-se efeito cúbico ( $P<0,10$ ) sobre a digestibilidade aparente da MO, PB, FDNcp, CNF e concentração de NDT entre as quantidades de suplementos múltiplos. Verificou-se comportamento linear crescente ( $P<0,10$ ) sobre a excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU), nitrogênio uréico no soro (NUS) e fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC) com as quantidades de suplementos. Não foi observada diferença ( $P<0,10$ ) dos níveis de suplementação sobre a eficiência de síntese microbiana. As quantidades de suplementos afetaram de forma linear decrescente ( $P<0,10$ ) o NMICR. Conclui-se que a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em suplementos múltiplos durante a época seca não prejudica o desempenho produtivo de novilhas de corte. O fornecimento de maiores quantidades de suplementos múltiplos durante a época de transição seca-aguas melhora o desempenho produtivo e características nutricionais de novilhas de corte sob pastejo.

## ABSTRACT

MAZA ORTEGA, Román Enrique, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2013. **SUPPLEMENTATION STRATEGIES FOR BEEF HEIFERS IN THE DRY AND TRANSITION DRY-RAINY SEASONS**. Adviser: Mário Fonseca Paulino. Co-adviser: Edenio Detmann and Luciana Navajas Rennó.

This research was conducted from two experiments with beef heifers offered different supplementation strategies on pasture. **The first experiment** aimed to evaluate nutritional characteristics and productive performance of the effect of replacing soybean meal by cottonseed meal in multiple supplements of beef heifers reared in pastures of *Brachiaria decumbens* in the dry season. 24 beef heifers nelore were used with age of 8 months and initial weight of  $210 \pm 6$  kg, respectively. The experimental design was completely randomized with four treatments and six repetitions. The supplements contained approximately 30 % crude protein (CP) and progressive replacement of soybean meal by cottonseed meal at 0, 50 and 100 %. The animals of the control treatment were provided only mineral mixture *ad libitum* and the other treatments were provided with 1.0 kg/animal/day of supplement. There was no difference in ADG between animals supplemented and control animals ( $P > 0.10$ ). No effect of supplementation ( $P > 0.10$ ) was observed on dry matter intake (DM), dry matter on pasture (MSP), organic matter (OM), ether extraction for fat (EE), non-fiber carbohydrates (NFC), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDF), indigestible neutral detergent fiber (iNDF) and total digestible nutrients (TDN) between treatments. Only crude protein (CP) showed a difference ( $P < 0.10$ ). The substitution level of soybean meal by cottonseed meal did not affect ( $P > 0.10$ ) intake in the supplemented animals. The supplementation increased the digestibility coefficients ( $P < 0.10$ ) of OM, CP and TDN CFN except EE and NDF ( $P > 0.10$ ). A positive linear effect was observed ( $P < 0.10$ ) with the level of substitution of soybean meal by cottonseed meal on the digestibility of DM, OM, NFC and TDN. No effect was found on supplementation and replacement level ( $P < 0.10$ ) on urea nitrogen and serum urea nitrogen in the urine. Also, no effect was detected of supplementation and replacement level on the flow of microbial nitrogen to the gut (NMIC) and efficiency of microbial protein synthesis (EFM) ( $P > 0.10$ ). Decreasing linear effect was observed ( $P < 0.10$ ) on the substitution of the relationship microbial nitrogen / nitrogen intake (NMICR). **The second experiment** aimed to evaluate the nutritional characteristics and productive performance of providing different levels of multiple supplements on heifers grazing *Brachiaria decumbens* in the transitional period dry-wet season. 24 beef heifers were

used aged 11 months and average initial weights of  $243 \pm 6$  kg, respectively. The experiment was completely randomized with four treatments and six repetitions. A supplement with approximately 25 % CP was used. The treatments consisted of four quantities of supplementation of 0; 0.5; 1.0 and 1.5 kg respectively. All treatments received mineral mix *ad libitum*. A positive linear effect was observed ( $P < 0.10$ ) on ADG and final body weight (PCF) with supplementation quantity. An increasing linear effect ( $P < 0.10$ ) in intake of DM, OM, CP, EE, NFC and TDN was identified on the increasing quantities of supplements. Opposite effects were observed on consumption of NDF. The quantities of supplements improved linearly ( $P < 0.10$ ) on the digestibility of OM, CP, EE, NFC and TDN. A quadratic effect was observed ( $P < 0.10$ ) on the estimates of digestibility of OM, CP, NDF and TDN between quantities of supplements. A cubic effect ( $P < 0.10$ ) on apparent digestibility of OM, CP, NDF, NFC and TDN levels between supply multiple supplements was clearly detected. A positive linear statistics ( $P < 0.10$ ) on the urinary excretion of urea nitrogen (NUU), serum urea nitrogen (SUN) and flow of microbial nitrogen (NMIC) was found with quantities of supplements. No difference was observed ( $P < 0.10$ ) quantities of supplements on microbial efficiency. The quantities of supplements decreased linearly ( $P < 0.10$ ) on the NMICR. It is concluded that the replacement of soybean meal by cottonseed meal in multiple supplements during the dry season does not affect the productive performance of beef heifers. The provision of higher quantities of multiple supplements during the transition dry-rainy season improves performance and nutritional characteristics of grazing beef heifers.

## **Introdução geral**

O Brasil destaca-se por possuir o segundo maior rebanho mundial de bovinos, sendo que destes, 90% são terminados a pasto (ANUALPEC, 2011). As pastagens são um recurso basal de baixo custo e responsável por suprir grande parte das necessidades de manutenção e produção dos bovinos nos trópicos. O Brasil vem tornando-se importante fornecedor de carne bovina para o mercado internacional; isto porque o país possui grande potencial de crescimento horizontal e vertical, pois ainda existem áreas a serem exploradas e incrementos na produtividade que devem ser buscados. Porém, as taxas produtivas do rebanho, como taxa de abate de 19 %, taxa de desfrute de 23% (ABIEC, 2012) e produtividade por área ainda são baixas devido ao comportamento estacional das forragens, que não garante qualidade e quantidade adequada de nutrientes aos animais ao longo do ano para maximizar o desempenho.

Na produção de bovinos de corte as fêmeas são a base do sistema produtivo; portanto, deve-se dar a estas atenção e manejo especial para que não haja comprometimento nas fases seguintes do sistema de produção de carne. As novilhas de reposição são necessárias para manter o tamanho do rebanho estável, assim como permitir o melhoramento ou modificação da base genética do mesmo (Bagley, 1993).

De modo geral, os bovinos em cria e recria normalmente recebem alimentação deficiente tanto em qualidade quanto em quantidade de forragens o que provoca taxa de crescimento lento e baixos ganhos ou perdas de peso das bezerras, o que impossibilita o crescimento contínuo, acarretando atraso na puberdade e impedindo que estas entrem no sistema de acasalamento aos 13-15 meses de idade, diminuindo a eficiência bioeconômica do sistema.

Entre os fatores que contribuem para os baixos índices zootécnicos e baixo desfrute da bovinocultura de corte no Brasil, destaca-se a idade elevada de acasalamento das novilhas. A idade média ao primeiro parto na pecuária de corte no Brasil está acima de 40 meses, com intervalo de partos variando de 18 a 24 meses (Pereira, 2000). A insuficiência de alimento em quantidade e qualidade adequadas determina atraso na puberdade e na primeira concepção (Corrêa et al., 2001).

A maior parte dos ganhos em eficiência produtiva e reprodutiva tem origem em mudanças no manejo, sanidade e nutrição (Wiltbank, 1994), sendo que a nutrição é, geralmente, o fator de maior relevância (Bagley, 1993). Existe relação direta entre idade, peso e eficiência reprodutiva em novilhas de corte, refletindo na manifestação da puberdade dessas e, conseqüentemente, no aparecimento do primeiro cio fértil e

diminuição da idade ao primeiro parto (Faria, 1999). Por tanto, o manejo de novilhas na fase de cria destinadas para reposição deve ser direcionado para os fatores que estimulam os processos fisiológicos, hormonais e metabólicos que desencadeiam a puberdade. A idade à puberdade é influenciada primeiramente pela composição genética dos animais e taxa de ganho de peso desde o nascimento e pós-desmama (Short et al., 1994).

As pastagens são a principal fonte de alimentos utilizada nos sistemas de produção de carne no Brasil e destacam-se dos demais meios de alimentação pelo baixo custo de produção e alta praticidade (Paulino et al., 2006). Entretanto, o desempenho animal é obtido por meio da interação entre forragem disponível e exigências nutricionais, no entanto, raramente a forragem atende às exigências nutricionais necessárias para maximizar o desempenho. Desta forma o desempenho dos animais pode ser menor que o determinado geneticamente e/ou o desejado para satisfazer os objetivos da produção. As pastagens tropicais são caracterizadas por apresentar um elevado teor de fibra em detergente neutro (FDN), podendo representar mais do 60% da matéria seca (MS) (Paulino et al., 2006), sendo uma fonte de energia digestível de baixo custo para produção de bovino nos trópicos (Detmann et al., 2004; Detmann et al., 2008;), por tanto, deve-se promover ações para aumentar a produção e utilização da forragem para ser convertido em produto animal.

Assim, evidenciam-se os conceitos de bovinocultura de ciclo curto e de precisão (Paulino et al., 2006), pois dessa forma, a produção de gado de corte poderá ser sustentável e competitiva diante de alternativas mais lucrativas do uso da terra.

A suplementação de bovinos em pastejo constitui o ato de fornecer uma fonte de nutrientes adicionais para o sistema, e isso seria refletido em mudanças no consumo de forragens, concentrações de nutrientes, disponibilidade de energia dietética, magnitude dos pools de precursores bioquímicos do metabolismo e desempenho animal (Paulino et al., 2004). A eficiência produtiva dos animais é dependente dos efeitos de adição e substituição do consumo de suplemento sobre o consumo de pasto. As interações, ou efeitos associativos entre o pasto e suplemento são explicados por mudanças no consumo de matéria seca do pasto, alterações na digestibilidade da fibra, proporção de grãos na dieta e a maturidade do animal (Dixon & Stockdale, 1999). Por tanto, a suplementação de bovinos em pastejo tem sido uma das principais estratégias para intensificar os sistemas de produção, tornando-se fundamental para a competitividade e sustentabilidade do setor pecuário (Valadares Filho et al., 2006).

No entanto, na produção de animais em pastejo, a resposta ao uso de suplementos é, possivelmente, influenciada pela disponibilidade e qualidade do pasto e características do suplemento, bem como pela maneira de seu fornecimento e pelo potencial genético dos animais (Reis & Freitas, 2003).

A otimização da pecuária de corte brasileira, a qual possui base sólida em sistemas pastoris, envolve, de forma concreta, o conhecimento dos fatores nutricionais limitantes à produção, exigindo a utilização de suplementos de características múltiplas, que permitam ao animal melhorar a utilização dos recursos forrageiros, e ao sistema a ampliação do fluxo de produtos e melhor exploração de seu potencial produtivo (Detmann et al., 2004).

Entre os nutrientes limitantes à produção animal, os compostos nitrogenados assumem natureza prioritária; no período das águas 40% do total da proteína da forragem esta na forma de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) (Paulino et al., 2001), e durante o período seco do ano, os baixos teores de proteína e a elevada lignificação da fração fibrosa insolúvel, implicam em baixos níveis de consumo e digestibilidade (Paulino et al., 2006), limitando a atividade dos microrganismos ruminais, o que pode comprometer a utilização de energia disponível da forragem, e conseqüentemente, diminuição na digestibilidade da fibra, que resulta numa redução do consumo de matéria seca e baixo desempenho animal (Paulino et al., 2001; Detmann et al., 2004; Costa et al., 2008).

Para obter a máxima produção de bovinos mantidos em pastagem, a suplementação com compostos nitrogenados é de vital importância. Sendo que no período das águas, seria conveniente suplementar com uma proteína de boa qualidade e de baixa degradabilidade ruminal, mesmo que se trate de animais pastejando forragem com elevados teores de proteína com alta solubilidade. Dessa forma, a proteína não degradável no rúmen torna-se mais importante na medida em que o potencial de produção aumenta. Entretanto é necessário um suprimento de proteína degradável para manter a função ruminal, o que é essencial para maximizar o consumo e a degradabilidade ruminal da forragem (Berchielli & Silva, 2001).

De acordo com Lazzarini et al. (2009), Sampaio et al. (2009) e Van Soest (1994), o teor mínimo de proteína bruta na matéria seca na forragem deve ser de 7-8% para que os microrganismos ruminais apresentem capacidade adequada de degradação dos substratos fibrosos da forragem basal.

De acordo com Sampaio et al. (2009), o aumento no desempenho animal por intermédio da suplementação proteica pode não ser devido apenas ao maior consumo de

forragem, mas a mudanças na digestibilidade ou na eficiência de utilização dos nutrientes.

O fornecimento de suplementos protéicos permite a manutenção da curva de crescimento de bovinos, influenciando a idade e o peso à puberdade e encurtando o tempo necessário para acasalamento, visando obter maior eficiência produtiva nas fêmeas, uma vez que quando as condições de manejo, sanidade, nutrição e genética são adequadas, estas podem atingir a puberdade e ser acasaladas aos 13 – 15 meses de idade, que traz como saldo uma redução do intervalo de gerações, maior pressão de seleção e uma maior quantidade de quilogramas de bezerro durante toda a vida das fêmeas (Lemeister, 1973; Saturnino & Amaral, 2004).

O objetivo de suplementar fêmeas durante a recria é incrementar o seu desempenho reprodutivo, proporcionando melhores escores de condição corporal à primeira monta e ao primeiro parto, beneficiando o aumento do índice de repetição de cria e o peso ao desmame (Paulino et al., 2001). Dessa forma, é necessário garantir o aporte de nutrientes necessários para que as fêmeas atinjam peso corporal que as permita externar puberdade e maturidade sexual nas idades definidas geneticamente.

Os subprodutos agroindustriais têm sido utilizados na alimentação de ruminantes como suplementos protéicos para suprir as deficiências de nutrientes basais da forragem e dessa maneira garantir um ótimo desempenho produtivo dos animais.

O farelo de algodão é um produto resultante da extração em duas etapas do óleo contido no caroço, que inicialmente é esmagado dando origem à chamada torta, que posteriormente é submetida á extração com solvente, moagem e peletização. O farelo tem sido utilizado na alimentação de ruminantes com o objetivo de reduzir o uso de farelo de soja visando à obtenção de condições econômicas mais vantajosas e, embora apresente menores teores de energia e proteína, é caracterizado pelo seu maior teor de proteína não-degradável no rúmen (NRC., 2001; Gonçalves et al., 2009; Nuvital., 2009).

Valadares Filho et al. (2013) reportam que que o farelo de algodão 38 contém 66% de nutrientes digestíveis totais e 38% de proteína bruta. Um aspecto importante referente ao processo de obtenção é a desnaturação das proteínas pela utilização de calor, inibindo os sítios de ligação das enzimas microbianas que degradam proteína, aumentando a quantidade de proteína que chega ao duodeno, podendo melhorar a produtividade animal (Imaizumi et al., 2002), embora a proteína do farelo de algodão apresente perfil de aminoácidos com menores concentrações de lisina e metionina do que o farelo de soja (Blackwelder et al., 1998).



Diante o exposto, com este trabalho objetivou-se avaliar o efeito da substituição de farelo de soja pelo farelo de algodão e quantidades de suplementos múltiplos sobre as características nutricionais, eficiência de síntese microbiana e desempenho produtivo de novilhas de corte em fase de recria em pastagens de *Brachiaria decumbens*, nos período da seca e de transição seca-águas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes**. 2012. Disponível em: [http://www.abiec.com.br/3\\_pecuaria.asp](http://www.abiec.com.br/3_pecuaria.asp). Acesso em: 17 julho 2012.
- ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. Instituto FNP. São Paulo. 2011.
- BAGLEY, C. P. Nutritional management of replacement beef heifers: a review. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3155-3163, 1993.
- BLACKWELDER, J.T.; HOPKINS, B.A; DIAZ, D.E. et al. Milk production and plasma gossypol of cows fed cottonseed and oilseed meals with or without rumen-undegradable protein. **Journal of Dairy Science**, v.81, n11, p.2934 -2941,1998.
- BERCHIELLI, T.T.; SILVA, E.A. Suplementação a pasto na produção de bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11, 2001, Goiânia. **Anais...Goiânia: AZEGABZ**, 2001. p.251-267.
- CORRÊA, E.S.; EUCLIDES FILHO, K.; ALVES, R.G.O. et al. Desempenho reprodutivo em um sistema de produção de gado de corte. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 33 p. (Embrapa Gado de Corte. **Boletim de Pesquisa**, 13).
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Degradação in vitro da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função de suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.494-503, 2008.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. **Anais... Viçosa: DZO-UFV**, 2008. p.21-52.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiços em pastejo durante época seca: desempenho produtivo e característica de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.169-180, 2004.
- DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 50, n. 5, p. 757-773, may. 1999.

- FARIA, N. R. Programa de inseminação artificial em grande escala em bovinos de corte/produção de novilho precoce e super precoce. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 1, 1999. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 1999. p.65-84.
- GONÇALVES L.C.; BOGES, I.; SALES FERREIRA, P. D. **Alimentos para gado de leite** / Editores: – Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 381-511p.
- IMAIZUMI, H.; SANTOS, F.A.P.; VOLTONI, T.V. et al. Utilização de farelo de algodão como substituto do farelo de soja em dietas para vacas holandesas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.
- 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.
- LESMEISTER, J.L.; BURFENING, P.J.; BLACKWELL, R.L. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. **Journal of Animal Science**, v.36, n.1, p.1-6, 1973.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.
- NUVITAL. **O algodão na nutrição de bovinos**. Disponível em <http://www.nuvital.com.br> > Acesso em: 2/2/2009.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastagens. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 2, 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2001. p.187-233.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.T.B. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: IV Simpósio de produção de gado de corte. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2004, p. 93-139.
- PEREIRA, J.C.C. Contribuição genética do zebu na pecuária bovina do Brasil. **Informe Agropecuário**, v. 21, p. 30-38, 2000.
- REIS, R.A.; FREITAS, D. Suplementação como ferramenta de manejo das pastagens. **Workshop e Dia de Campo: Produção de Bovinos em pastagens**. Jaboticabal. 2003.
- 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, n.3, p.560-569, 2009.

- SATURNINO, H.M.; AMARAL, T.B. Perspectivas para uso eficiente da interação nutrição-reprodução em fêmeas bovinas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande - MS. **Anais...**Campo Grande: SBZ, 2004.
- SHORT, R.E. et al. **Breeding heifers et one yearof age:** Biological and economic considerations. In: FIELDS, M.; SAND, R,S. Factors Affecting Calf Crop. Boca Raton: CRC Press 1994. P. 55-68.
- VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos.** 2013. Disponível em [www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal).
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. Perspectiva do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2ª ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- WILTBANK , J. N. **Challenges for improving calf crop.** In: FIELDS, M. J.; SAND, R. S. (Ed.). Factors affecting calf crop. Boca Raton: CRC Press, 1994.

## Capítulo 1

### Substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo durante o período da seca

#### Introdução

Os bovinos em cria e recria normalmente recebem alimentação deficiente tanto em qualidade quanto em quantidade a partir das forragens, o que provoca taxa de crescimento lenta e, conseqüentemente, baixo desempenho produtivo, isto acarreta atraso na puberdade e idade ao primeiro parto, diminuindo desta forma a eficiência bioeconômica da pecuária de corte.

A suplementação de bovinos de corte em pastejo tem sido uma das principais estratégias para intensificar os sistemas de produção, tornando-se fundamental para a competitividade e sustentabilidade do setor pecuário (Valadares Filho et al., 2006).

O objetivo da suplementação é fornecer nutrientes em quantidades adequadas para suprir as demandas minerais, proteicas e/ou energéticas dos animais e compensar a deficiência do pasto, tendo como princípio básico potencializar o efeito associativo entre nutrientes e evitar o efeito substitutivo do pasto pelo suplemento (Thiago & Costa, 2004). Por tanto, faz-se necessário explorar os efeitos benéficos e/ou minimizar os efeitos deletérios da interação entre os componentes da dieta (Detmann et al., 2008).

Nesse contexto, devido ao elevado custo das principais fontes proteicas utilizadas na formulação de suplementos para bovinos, como o farelo de soja, o uso de fontes proteicas alternativas pode otimizar os resultados, seja pela redução nos custos de produção sem comprometer o desempenho, seja pela melhor adequação dos nutrientes disponíveis às necessidades metabólicas do animal (Pina et al., 2006).

Assim, objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão sobre características nutricionais e desempenho produtivo de novilhas de corte em fase de recria em pastagens de *Bachiaria decumbens*, no período da seca.

#### Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Setor de Gado de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizado no município de Viçosa-MG, entre os meses de julho e setembro de 2012, referente ao período da seca. O experimento teve duração de 84 dias, dividido em três períodos de 28 dias cada. As variáveis climáticas estão apresentadas na Figura 1.

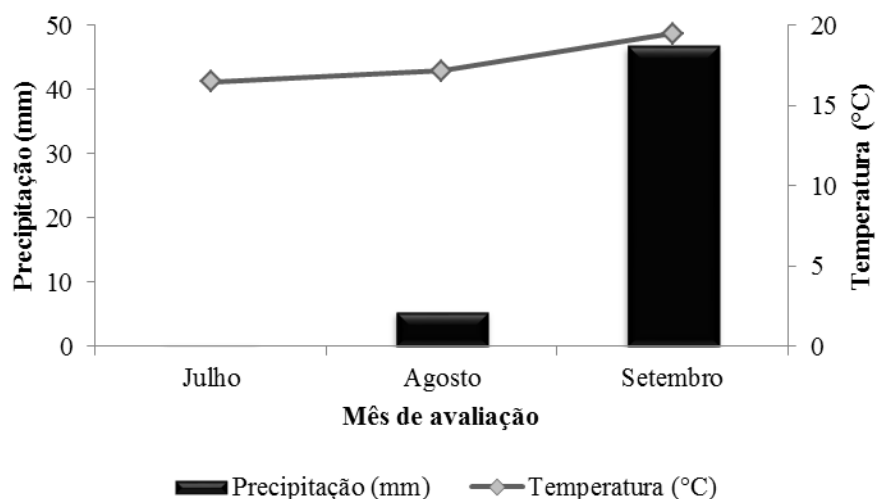


Figura 1 – Precipitação (mm) e temperatura média (°C) durante o período experimental.

Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola – UFV.

Foram utilizadas 24 novilhas de corte nelore, com idades e pesos médios iniciais de 8 meses e  $210 \pm 6$  kg, respectivamente.

Foi destinada aos animais uma área experimental com 8 hectares, resultando uma taxa de lotação de 1,4 UA/ha. A área experimental estava constituída por quatro piquetes de 2 ha, cobertos uniformemente com a gramínea *Brachiaria decumbens*, providos de bebedouros e cochos, sendo estes cobertos e com acesso pelos dois lados.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições, sendo três tratamentos constituídos pela substituição progressiva do farelo de soja pelo farelo de algodão 38% em 0, 50 e 100%; mais um grupo controle que recebeu apenas mistura mineral. A mistura uréia:sulfato de amônio (9:1) foi utilizada para ajustar os teores de proteína bruta (PB) dos suplementos com níveis de substituição do 50 e 100%, devido às diferenças de teores de PB nos alimentos proteicos utilizados. Os suplementos múltiplos foram isoprotéicos (30% de proteína bruta com base na matéria natural) e oferecidos nas quantidades 1 kg/animal/dia.

Os suplementos visavam fornecer 300 gramas de PB por kg de matéria natural de suplemento consumido pelo animal por dia (Tabela 1).

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

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

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

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

Ingredientes (%)	Nível de substituição (g/kg)		
	FA <sub>0</sub>	FA <sub>50</sub>	FA <sub>100</sub>
Grão de milho moído	20,80	20,80	20,80
Grão de sorgo moído	20,40	20,40	20,40
Farelo de soja	53,80	26,90	-
Farelo de algodão	-	25,72	51,44
Mistura mineral <sup>1</sup>	5,00	5,00	5,00
Uréia/ SA (9:1)	-	1,18	2,36

<sup>1</sup>/ Composição percentual: fosfato bicálcico, 50,00; cloreto de sódio, 47,15; sulfato de zinco, 1,50; sulfato de cobre, 0,75; sulfato de cobalto, 0,05; iodato de potássio, 0,05 e sulfato de manganês: 0,05.

A cada sete dias os animais foram rotacionados entre os piquetes, visando à eliminação de possíveis efeitos de piquetes sobre os tratamentos (disponibilidade de pasto, localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento, etc). O ganho médio diário de peso das novilhas foi estimado pela diferença entre o peso corporal final e peso corporal inicial, ambos realizados após jejum hídrico e alimentar de 14 horas, dividido pelo número de dias experimentais (84 dias).

No décimo quarto dia de cada período experimental foi realizada coleta do pasto para quantificação da disponibilidade total de matéria seca (MS) 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. Após a coleta, cada amostra foi pesada e homogeneizada e a partir das amostras de cada piquete foi elaborada uma amostra composta. Essa amostra foi identificada, pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C e após a secagem, moídas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 e 2 mm. Nestas amostras foram quantificados os teores de MS segundo Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) segundo recomendações de Mertens (2002), utilizando-se  $\alpha$ -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfato de sódio e fibra em

detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após a incubação em sacos F57 (Ankom®) in situ por 288 horas, de acordo com Valente et al. (2011).

A MS<sub>pd</sub> foi estimada segundo a seguinte equação:

$$MS_{pd} = 0,98 \times (100 - FDN) + (FDN - FDNi)$$

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 e moída em moinho de facas (1 e 2 mm). Nas amostras de forragem e dos concentrados foram quantificados os teores de MS, PB, matéria mineral (MM) segundo Detmann (2012); extrato etéreo (EE) utilizando o método de Randall segundo descrição de Detmann et al. (2012); fibra em detergente neutro (FDN) segundo recomendações de Mertens (2002), utilizando-se  $\alpha$ -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio; as correções para cinzas e proteína na FDN (FDN<sub>cp</sub>) seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente; fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após a incubação em sacos F57 (Ankom®) in situ por 288 horas, de acordo com Valente et al. (2011); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), segundo descrição de Licitra et al. (1996); nitrogênio não proteico (NNP) pelo método do ácido tricloroacético, conforme descrito por Detmann et al. (2012).

Devido à presença da uréia nos suplementos, a quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com Detmann & Valadares Filho (2010):

$$CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM]$$

em que: FDN<sub>cp</sub> = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Para a avaliação das características nutricionais, a partir do 42º dia do período experimental foi realizado um ensaio com duração de nove dias, sendo seis destinados para a adaptação dos animais aos indicadores. Para estimar a excreção fecal foi fornecido 10 g de indicador de oxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) por animal por dia, acondicionado em cartuchos de papel e aplicado com auxílio de uma sonda metálica, via esôfago, sempre às 10h00. Para estimar o consumo individual de suplemento foi fornecido o dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) misturado no 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.

Tabela 2 - Composição química dos suplementos e da *Brachiaria decumbens*

Item <sup>1</sup>	Nível de substituição (g/kg)			<i>B. Decumbens</i> <sup>4</sup>	<i>B. Decumbens</i> <sup>5</sup>
	FA <sub>0</sub>	FA <sub>50</sub>	FA <sub>100</sub>		
MS (g/kg)	84,18	85,06	86,54	33,92 ±6,14	31,46±0,73
MO <sup>2</sup>	91,44	90,60	92,33	92,31±0,40	92,61±0,43
PB <sup>2</sup>	30,83	30,82	28,42	9,39±1,97	9,69±0,49
NNP <sup>3</sup>	11,11	26,02	36,50	-	26,70±4,23
EE <sup>2</sup>	1,31	0,86	1,17	1,73±0,31	2,05±0,13
FDN <sub>cp</sub> <sup>2</sup>	18,54	20,28	28,06	57,73±2,04	55,75±0,66
NIDN <sup>3</sup>	24,47	31,17	35,91	58,64±7,93	51,34±5,35
CNF <sup>2</sup>	40,75	40,53	38,45	23,45±1,52	25,11±0,46
FDNi <sup>2</sup>	0,48	2,54	7,61	13,70±1,83	12,64±0,46

<sup>1</sup>/ MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN<sub>cp</sub> – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF – carboidratos não-fibrosos; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível. <sup>2</sup>/ Em g/kg da MS. <sup>3</sup>/ Em g/kg do nitrogênio total. <sup>4</sup>/ Média das amostras obtidas por simulação manual do pastejo durante todo o período experimental. <sup>5</sup>/ Média das amostras obtidas por simulação de pastejo durante o ensaio de digestibilidade.

Nos últimos três dias do ensaio foram realizadas coletas de fezes em horários diferenciados, às 15h00, 11h00 e às 6h00, respectivamente, visando obter amostras de fezes representativas de cada animal. As amostras de fezes foram coletadas imediatamente após a defecação ou diretamente no reto dos animais, em quantidades aproximadas de 200 g, foram identificadas por animal e secas em estufa com circulação forçada de ar (60°C) e após a secagem, moídas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 e 2 mm.

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

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, utilizando-se digestão nitroperclórica e espectrofotometria de absorção atômica (Souza et al., 2013); dióxido de titânio por colorimetria (Titgemeyer et al., 2001) e de MS; PB; EE; FDN<sub>cp</sub>; FDNi e MM, conforme descrito anteriormente.



A excreção de MS 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:

$$\text{Matéria Seca Fecal (g/dia)} = \frac{\text{Quantidade Fornecida do Indicador (g)}}{\text{Concentração do Indicador nas Fezes (\%)}} \times 100$$

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

$$\text{CISup} = ((\text{EF} \times \text{CIFi}) / \text{IFG}) \times \text{SupFG}$$

Em que: CISup = consumo individual de suplemento (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 FDNi, 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).

No último dia do ensaio foi realizada a coleta de amostra “spot” de urina, em micção espontânea dos animais e de sangue, via punção da veia jugular, realizadas aproximadamente quatro horas após o fornecimento do suplemento. Após a coleta, 10 mL de urina foram diluídas em 40 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,036 N) e congeladas a -20°C para posterior quantificação dos teores de creatinina, uréia e derivados de purina. As amostras de sangue foram coletadas ao final do período de coleta de urina com auxílio de tubos a vácuo, com gel separador e acelerador de coagulação (BD Vacutainer® SST II Advance). O sangue foi imediatamente centrifugado a 2600 × g por 20 minutos sendo o soro armazenado (-20°C).

Os métodos para quantificação de creatinina, ácido úrico e uréia foram, cinético colorimétrico, enzimático colorimétrico e cinético de tempo fixo, respectivamente, utilizando-se o equipamento automático para bioquímica, marca Mindray, modelo: BS200E.

O cálculo do volume urinário diário foi realizado empregando-se a relação entre a excreção diária de creatinina (EC), adotando-se como referência a equação proposta por Silva et al. (2012), e a sua concentração nas amostras “spot”:

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

em que: PC = peso corporal.

As análises de alantoína na urina foram realizadas, conforme descrito por George et al. (2006). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol/dia.

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

$$Y = (X - 0,385 PV^{0,75}) / 0,85$$

em que: 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e  $0,385PV^{0,75}$ , a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al.,1990).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, g Nmic/dia), calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação descrita por Chen & Gomes (1992), com exceção da relação N purinas:N total das bactérias de 0,134, conforme Valadares et al. (1999):

$$Y = 70X / 0,83 \times 0,134 \times 1000$$

em que: 70 é o conteúdo de N de purinas (mgN/mol); 0,134, a relação N purinas:N total nas bactérias; e 0,83, a digestibilidade das purinas bacterianas.

A eficiência microbiana foi expressa em g PB microbiana/kg de matéria orgânica digerida (g PBmic/kg MOD).

Os resultados foram submetidos à análise de variância adotando-se o peso corporal inicial como covariável. O efeito de suplementação, e os efeitos linear e quadrático do nível de substituição de farelo de soja pelo farelo de algodão foram avaliados pela decomposição da soma de quadrados de tratamentos por intermédio de contrastes ortogonais (Steel et al., 1997). Todos os procedimentos foram realizados utilizando-se o PROC MIXED do SAS (versão 9.2). Para todos os procedimentos estatísticos foi adotado  $\alpha = 0,10$  como nível crítico de probabilidade de erro tipo I.

### Resultados e Discussão

Os valores de disponibilidade de matéria seca total (MS) e matéria seca potencialmente digestível (MSpd) da forragem ao longo do experimento diminuíram do primeiro ao terceiro período (Figura 2), como resultado da estacionalidade produtiva das gramíneas tropicais nessa época do ano. De acordo com Paulino et al. (2008), a MSpd é uma medida integradora dos aspectos quantitativos e qualitativos do pasto, o que permite maior precisão da real capacidade de suporte e desempenho animal na área utilizada.

Os valores médios de MS e MSpd foram de 5347 e 3407 kg/ha respectivamente, com uma digestibilidade potencial da forragem de 63,26%, representando uma oferta de 179 g de MSpd/kg de peso corporal, o que situa-se por acima dos valores preconizados por Paulino et al. (2004) de 40 a 60 g de MSpd/kg de peso corporal, para explorar o limite genético do animal e otimizar o desempenho.

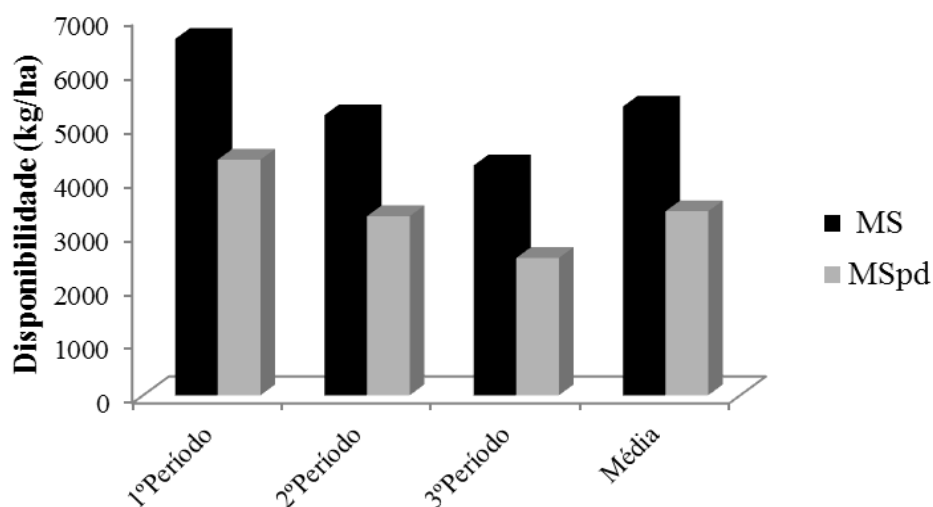


Figura 2 – Disponibilidade de matéria seca total (MS) e matéria seca potencialmente digestível (MSpd) durante o período experimental.

Não houve diferença ( $P>0,10$ ) no ganho médio diário (GMD) e peso corporal final dos animais suplementados em relação aos animais do tratamento controle (Tabela 3). Os fatores que podem ter influenciado na obtenção desses resultados foram a alta oferta de MSpd, teor de proteína bruta da forragem (Tabela 2) pastejado pelos animais ao longo do experimento e o baixo potencial genético dos animais. Isto pode ter permitido aumento na seleção de componentes com maior valor nutricional (Detmann et al., 2001), ampliado o balanço nutricional dos animais e diminuindo a necessidade de utilização de suplementos múltiplos.

De forma diferente, Barros et al. (2011) forneceram 1 kg suplementos múltiplos para novilhas de corte substituindo o farelo de soja pelo farelo de algodão 38% no suplemento, os autores não reportaram efeito dos níveis de farelo de algodão 38% sobre o ganho médio diário dos animais suplementados, que diferiu, no entanto, do grupo controle.

Observou-se um aumento nos teores de FDN e FDNi, nos suplementos com a substituição progressiva de farelo de soja pelo farelo de algodão (Tabela 2). Isto se deve ao alto conteúdo de casca presente no farelo de algodão, que acarretam em maiores teores de FDN e FDNi (46,45 e 20,27% respectivamente).

A forragem obtida por simulação manual de pastejo apresentou um teor médio de 9,69% de PB na matéria seca (Tabela 2) valor este acima do mínimo de 7-8% de PB exigido como valor mínimo no recurso basal para manter o crescimento microbiano e promover uma adequada capacidade de degradação dos substratos fibrosos da forragem (Lazzarini et al., 2009; Sampaio et al., 2009) e próximo ao teor médio de proteína de 10% reportados por estes mesmos autores, como o nível que otimiza a utilização dos substratos energéticos da forragem, o que pode justificar o desempenho semelhante entre os animais suplementados e os que apenas receberam mistura mineral.

Tabela 3 – Médias, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para peso corporal final (PCF) em kg e ganho médio diário (GMD) em kg em função dos diferentes tratamentos

Item	Nível de substituição (g/kg)				EPM	Valor- $P^1$		
	Controle	FA <sub>0</sub>	FA <sub>50</sub>	FA <sub>100</sub>		C vs S	L	Q
GMD (kg)	0,342	0,398	0,379	0,434	0,0492	0,288	0,612	0,547
PVF (kg)	238,8	243,6	242,0	246,6	4,14	0,285	0,613	0,547

<sup>1</sup>/ C vs S = controle *versus* suplementados; L e Q = efeitos de ordem linear e quadrático referentes aos níveis de substituição.

Os fatores que influenciam o consumo e os mecanismos que o regulam são vários e não são completamente conhecidos (NRC, 1996). A quantidade de forragem consumida pelos ruminantes está associada ou é influenciada pelo valor nutritivo da mesma. Dessa forma, as deficiências de nutrientes específicos podem limitar o consumo (Minson, 1990).

A suplementação estratégica com nutrientes limitantes baseada em compostos nitrogenados causa aumento nas concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal o que estimula a atividade das enzimas fibrolíticas e incrementa a utilização dos carboidratos fibrosos da forragem de baixa qualidade (Costa et al., 2008; Detmann et al., 2008; Paulino et al., 2006).

Porém, neste estudo não foi observado efeito da suplementação ( $P > 0,10$ ), sobre o consumo voluntário de MS, MS de pasto, MO, EE, FDN<sub>cp</sub>, CNF, FDN<sub>i</sub>, matéria orgânica digerida (MOD), Fibra em detergente neutro digerida (FDND), NDT (em kg/dia), houve efeito apenas para o consumo de PB ( $P < 0,10$ ), em que suplementação ampliou o consumo deste nutriente (Tabela 4).

Os consumos de MS, MO, FDN<sub>cp</sub> e FDN<sub>i</sub> expressos em g/kg de peso corporal também não foram afetados ( $P > 0,10$ ) pelos tratamentos (Tabela 4).

A ausência de efeito ( $P > 0,10$ ) sobre o consumo de MS de pasto, FDN<sub>cp</sub> e FDN<sub>i</sub> (Tabela 4), mostra que não houve efeito associativo positivo ou substitutivo sobre o consumo. Neste trabalho a forragem selecionada pelos animais apresentou uma concentração de PB acima do valor mínimo para um adequado aproveitamento da FDN da forragem (Tabela 2), o que não limitou o consumo de pasto; este fato pode explicar a falta de resposta à suplementação múltipla no tocante ao consumo de MS e MS de pasto.

O efeito positivo da suplementação ( $P < 0,10$ ) sobre o consumo de PB ( $P < 0,10$ ) dos tratamentos suplementados em comparação ao grupo controle, deve-se à maior densidade deste nutriente no suplemento em relação ao pasto.

De acordo com Valadares Filho et al. (2010) as exigências de PB e NDT para novilhas com peso corporal de 250 kg e GMD de 500 g/animal/dia são de 0,594 kg/dia e 3,1 kg/dia, respectivamente, no entanto, neste estudo o consumo médio de PB e NDT nos animais suplementados foi de 0,648 e 2,92 kg/animal/dia, respectivamente. O consumo de NDT abaixo das exigências pode explicar o ganho de peso inferior observado neste trabalho. Com relação aos animais não suplementados o consumo de PB e NDT foi de 0,469 kg/dia e 2,63 kg/dia respectivamente. Estes valores situam-se

abaixo dos valores citados por Valadares Filho et al. (2010) para atingir GMD de 500 g/animal/dia, fato que explica o desempenho produtivo destes animais.

Tabela 4 – Médias, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para os consumos de matéria seca total (MS), MS de pasto (MSP), MS de suplemento (MSS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), MO digerida (MOD), FDN digerida (FDND), nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos diferentes tratamentos

Item	Nível de substituição (g/kg)				EPM	Valor- $P^1$		
	Controle	FA <sub>0</sub>	FA <sub>50</sub>	FA <sub>100</sub>		C vs. S	L	Q
	kg/dia							
MS	4,710	4,394	5,407	5,048	0,4113	0,619	0,275	0,189
MSP	4,710	3,552	4,557	4,183	0,4113	0,214	0,293	0,187
MSS	-	0,842	0,851	0,865	-	-	-	-
MO	4,362	4,038	5,006	4,685	0,3815	0,632	0,246	0,185
PB	0,469	0,59	0,683	0,672	0,0399	<0,001	0,163	0,305
EE	0,100	0,086	0,092	0,099	0,0083	0,425	0,255	0,928
FDNcp	2,615	2,148	2,746	2,544	0,2296	0,615	0,239	0,171
CNF	1,178	1,214	1,501	1,403	0,1038	0,122	0,215	0,148
FDNi	0,574	0,473	0,605	0,584	0,0518	0,751	0,147	0,243
MOD	2,644	2,514	3,228	3,048	0,2236	0,283	0,108	0,12
FDND	1,593	1,299	1,699	1,553	0,1348	0,629	0,198	0,115
NDT	2,632	2,503	3,233	3,040	0,2208	0,266	0,102	0,104
	g/kg de peso corporal							
MS	19,5	17,7	22,0	20,0	1,64	0,784	0,388	0,148
MO	18,0	16,5	20,4	18,6	1,52	0,797	0,348	0,143
FDN	10,8	8,8	11,2	10,1	0,92	0,448	0,332	0,136
FDNi	2,4	1,9	2,5	2,3	0,22	0,575	0,213	0,196

<sup>1/</sup> C vs S = controle *versus* suplementados; L e Q = efeitos de ordem linear e quadrático referentes aos níveis de substituição.

Não foi observado efeito significativo ( $P>0,10$ ) da substituição de farelo de soja pelo farelo de algodão sobre o consumo nos animais suplementados (Tabela 4).

Para Machado et al. (2011) a digestibilidade da dieta é resultado dos efeitos interativos e associativos de todos os constituintes da dieta e não simplesmente do efeito isolado de determinado constituinte.

Neste estudo a suplementação ampliou ( $P<0,10$ ) os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, CFN e teor dietético de NDT (Tabela 5). Fato que está

relacionado, provavelmente, à maior proporção dos componentes não fibrosos reduzindo a representatividade da fração metabólica fecal.

O aumento no coeficiente de digestibilidade da PB, deve-se ao maior consumo deste nutriente por parte dos animais que receberam suplemento. Para Van Soest (1994) a maior ingestão de nitrogênio resulta numa progressiva diminuição representatividade da fração metabólica fecal dos componentes nitrogenados, elevando desta forma a digestibilidade aparente total da PB. Esse padrão esta de acordo ao reportado por Barros et al. (2011) e Valadares et al. (1997).

A suplementação não afetou ( $P>0,10$ ) as estimativas de digestibilidade do EE e FDNcp, em comparação aos animais do grupo controle (Tabela 5).

No entanto, os coeficientes de digestibilidade do EE observados neste trabalho apresentaram valores negativos em todos os tratamentos, em decorrência aos baixos teores de EE consumidos (no concentrado e na forragem) pelos animais, consumo abaixo da contribuição metabólica fecal.

A pesar do farelo de algodão apresentar maior teor de FDNcp em relação ao farelo de soja (Tabela 2) não foi verificado efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão sobre o coeficiente de digestibilidade da FDNcp ( $P>0,10$  - Tabela 5).

Tabela 5 – Médias, erro padrão médio (EPM) e indicativos de significância para a digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não-fibrosos (DCNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp) e para os níveis de nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes suplementos

Item	Nível de substituição (g/kg)				EPM	Valor- $P^1$		
	Controle	FA <sub>0</sub>	FA <sub>50</sub>	FA <sub>100</sub>		C vs. S	L	Q
				g/g				
DMO	0,606	0,624	0,646	0,653	0,0096	0,006	0,045	0,539
DPB	0,618	0,651	0,666	0,676	0,0170	0,031	0,316	0,878
DEE	-0,086	-0,105	-0,109	-0,287	0,0783	0,386	0,116	0,374
DFDNcp	0,610	0,604	0,619	0,612	0,0102	0,898	0,583	0,409
DCNF	0,652	0,695	0,735	0,790	0,0102	<0,001	<0,001	0,531
				g/kg de matéria seca				
NDT	559	571	599	606	9,8	0,01	0,022	0,403

<sup>1</sup>/ C vs S = controle *versus* suplementados; L e Q = efeitos de ordem linear e quadrático referentes aos níveis de substituição.

Foi verificado efeito linear crescente da substituição de farelo soja pelo farelo de algodão sobre a digestibilidade da MS, MO, CNF e concentração de NDT ( $P < 0,10$  - Tabela 5), isto deve-se provavelmente, ao resultado dos efeitos interativos e associativos entre os nutrientes da dieta (Detmann et al., 2008) e à ampliação do teor de proteína degradável no rúmen (PDR) com a inclusão de níveis crescentes de uréia no suplemento. Por ser solúvel no rúmen, a uréia traz como saldo melhoria no ambiente ruminal e, conseqüentemente, maior atividade das enzimas microbianas, aumentando a digestibilidade. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Silveira et al. (2008); Costa et al. (2008) e Barros et al. (2011).

Embora não tenha observado efeito significativo ( $P > 0,10$ ) sobre o consumo de CNF (Tabela 4), foi verificado aumento numérico com a substituição, o que pode explicar o comportamento linear crescente ( $P < 0,10$ ) do coeficiente de digestibilidade aparente do CNF (Tabela 5).

O aumento da digestibilidade do CNF com a substituição também pode justificar os maiores coeficientes de digestibilidade para a MS, MO e concentração de NDT.

Não foi observado efeito significativo da substituição de farelo de soja pelo farelo de algodão sobre a digestibilidade dos demais constituintes da dieta ( $P > 0,10$  - Tabela 5).

De acordo com Harmeyer & Martens (1980), a quantidade de nitrogênio excretada na urina é influenciada principalmente pela sua concentração sanguínea. O nitrogênio uréico no plasma é empregado para se diagnosticar a adequação da utilização de compostos nitrogenados no rúmen em função da disponibilidade de MO degradável (Sampaio et al., 2010).

Neste estudo observou-se efeito ( $P < 0,10$ ) sobre as concentrações de nitrogênio no soro (NUS) e excreção de uréia na urina (NUU) com a suplementação (Tabela 6). Estes resultados obedecem ao maior consumo de PB ( $P < 0,10$ ) por parte dos animais suplementados em relação ao tratamento controle (Tabela 3). De acordo com Valadares et al. (1997) e Valadares et al. (1999) a concentração sérica e excreção urinária de ureia esta associado de forma positiva com a ingestão de nitrogênio.

Os valores médios de NUS nos animais suplementados e não suplementados foram de 12,16 e 10,99 mg/dL respectivamente, sendo estes valores inferiores a 13,52 e 15,15 mg/dL de ureia plasmática sugeridos por Valadares et al. (1997), os quais correspondem à máxima eficiência microbiana e possivelmente representariam o máximo a partir do qual estaria ocorrendo perda de proteína em novilhos zebuínos alimentados com ração com aproximadamente 62,5% de nutrientes digestíveis totais (NDT).



Não foi observado efeito ( $P>0,10$ ) da suplementação sobre o nitrogênio microbiano (NMIC) e a eficiência na síntese de proteína microbiana (EFM), também não foi verificado efeito ( $P>0,10$ ) da substituição de farelo soja pelo farelo de algodão sobre estas variáveis (Tabela 6). As disponibilidades ruminais de energia e nitrogênio são os fatores nutricionais que mais afetam o crescimento microbiano (Clark et al., 1992). Com estes resultados, pode-se concluir que, as necessidades de energia e proteína degradável no rúmen foram supridas, não havendo limitação para o crescimento microbiano. O valor médio da EFM entre os diferentes tratamentos foi de 122,9 g de PB/kg de MOD sendo este valor muito próximo a 120 g de PB/kg de MOD preconizado por Valadares Filho et al., (2010) para bovinos manejados em condições tropicais.

Moraes et al. (2009) avaliando níveis crescentes de uréia em suplementos energético-proteicos para bovinos a pasto não verificaram efeitos significativos sobre a síntese de proteína microbiana obtendo valores de 119,5 g de PB/kg de MOD, sendo estes similares aos encontrados neste estudo. Da mesma forma, Paixão et al. (2006) trabalhando com animais em confinamento recebendo níveis crescentes de uréia, não detectaram efeitos significativos sobre a eficiência na síntese de proteína microbiana.

Tabela 6 - Médias, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para fluxo de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), relação nitrogênio microbiano e nitrogênio consumido (NMICR), eficiência de síntese microbiana (EFM), nitrogênio uréico no soro (NUS), excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU) em função dos diferentes suplementos

Item	Nível de substituição (g/kg)				EPM	Valor- $P^1$		
	Controle	FA <sub>0</sub>	FA <sub>50</sub>	FA <sub>100</sub>		C vs. S	L	Q
NMIC (g/dia)	57,8	50,6	55,1	56,0	5,76	0,566	0,516	0,804
NMICR (g/g)	0,787	0,546	0,509	0,511	0,0648	0,002	0,706	0,813
EFM (g/kg NDT)	140,7	128,9	108,9	113,0	14,15	0,160	0,439	0,497
NUS (mg/dL)	10,99	13,47	16,78	17,49	0,913	<0,001	0,006	0,261
NUU(g/dia)	18,4	41,7	46,6	55,3	2,79	<0,001	0,003	0,574

<sup>1</sup>/ C vs S = controle *versus* suplementados; L e Q = efeitos de ordem linear e quadrático referentes aos níveis de substituição.

Os animais suplementados apresentaram menor NMICR ( $P<0,10$ ) em relação aos animais que apenas receberam mistura mineral (Tabela 6). Fato que pode ser atribuído,

a que o NMIC não mudou entre os diferentes tratamentos, no entanto, o consumo de nitrogênio aumentou com a suplementação, isto traz como resultado diminuição do NMICR nos animais suplementados.

Houve efeito linear positivo ( $P < 0,10$ ) da substituição de soja pelo farelo de algodão sobre as concentrações de NUS e NUU (Tabela 6). Isto provavelmente pode ser explicado pela maior proporção de proteína degradável no rúmen (PDR) com a inclusão de níveis crescentes de NNP na forma de uréia:sulfato de amônio (Tabela 2). A maior concentração de PDR resulta em aumento na produção de amônia no rúmen, o que produz uma diminuição da eficiência de utilização de amônia ruminal e, conseqüentemente, um aumento do NUS e perdas de ureia na urina (Santos et al., 2001). Da mesma forma, Paixão et al. (2006); Moraes et al. (2009); Figueiras et al. (2010) e Barros et al. (2011) reportaram aumento do NUS e NUU com a inclusão de níveis crescentes de NNP na dieta.

### Conclusões

A oferta de suplementos múltiplos não melhora o desempenho produtivo de novilhas de corte em pastagens de *Brachiaria decumbens* no período da seca, sob condições de alta oferta de forragem de boa qualidade. A substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão em suplementos múltiplos, não prejudica o desempenho produtivo dos animais.

### Referências Bibliográficas

- BARROS, L.V.; PAULINO, M.P.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Replacement of soybean meal by cottonseed meal 38% in multiple supplements for grazing beef heifers. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.40, n.4, p.852-859, 2011.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details.** INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 1992. 21p.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C., et al. In vitro degradation of low-quality tropical forage neutral detergent fiber according to protein and (or) carbohydrates supplementation. **Brazilian Journal Animal Science.** v 37, 494–503. 2008.

- COUTO, V.R.M. **Desempenho e características nutricionais de fêmeas de corte em cria e recria submetidas a diferentes estratégias de suplementação em pastejo.** 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa. 2010.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO S.C. et al. Métodos para análise de alimentos. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal.** Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2102. 214p.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. **Proceedings of 2nd International Symposium on Beef Cattle Production.** Viçosa, Brazil, 2008. pp. 21–52.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6., SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2008. p.21-52.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Suplementação de novilhos mestiços durante a época das águas: parâmetros ingestivos e digestivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1340-1349, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.P.; MANTOVANI, H.C. et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science** 126. p.136–146. 2009.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.
- FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake and digestibility in cattle under grazing during dry season supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1303-1312, 2010.
- GEORGE, S.K.; DIPU, M.T.; MEHRA, U.R. et al. Improved HPLC method for the simultaneous determination of allantoin, uric acid and creatinine in cattle urine. **Journal of Chromatography B**, 832 (2006), p.134–137. Short communication.
- GONÇALVES L.C; BOGES I; SALES FERREIRA P.D. **Alimentos para gado de leite** / Editores: – Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 381-511p.
- FIGUEIREDO, D.M.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.37, n.12, p.2222-2232, 2008.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.10, p.1707-1728, 1980.
- 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, n.10, p.2021-2030, 2009.

- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- MACHADO, P.A.S; VALADARES FILHO, S.C; VALADARES, R. F. D; et al. Parâmetros nutricionais e produtivos em bovinos de corte a pasto alimentados com diferentes quantidades de suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.40, n.6, p.1303-1312, 2011.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MINSON, D.J. **Forrage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, 1990. 483p.
- MORAES, E. H. B. K; PAULINO, M.F.; MORAES, K.A.K. et al. Uréia em suplementos protéico-energéticos para bovinos de corte durante o período da seca: características nutricionais e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.38, n.4, p.770-777, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, EUA). **Nutrient requirements of beef cattle**. 6th ed. Washington, D.C., 1996. 242p.
- NUVITAL. **O algodão na nutrição de bovinos**. Disponível em <http://www.nuvital.com.br> > Acesso em: 2/2/2009.
- PAIXÃO, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Uréia em dietas para bovinos: consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, características de carcaça e produção microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.35, n.6, p.2451-2460, 2006.
- PAULINO, M.F., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? **Proceedings of 3 rd Symposium on Strategic Management of Pasture**. In Viçosa, Brazil, 2006. pp. 359–392.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L. et al. Nutrição de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO-UFV, 2008. p.131-169.
- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1543-1551, 2006.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO-UFV, 2004. p.93-139.

- SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I. et al. Ruminal dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.38, n.3, p.560-569, 2009.
- SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E., PAULINO, M.P. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Trop Anim Health Prod** (2010). 42:1471–1479.
- SILVA, L.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Creatinine excretion and relationship with body weight of Nelore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.41, p.807-810, 2012.
- SILVEIRA, A.L.F.; PATIÑO, H.O.; MEDEIROS, F.S. et al. Efeitos associativos da suplementação com energia e proteína degradável no rúmen. **Arquivos de Zootecnia.** 57 (218): 179-186. 2008. THIAGO, L.R.L.S.; COSTA, F.P. Terminação de bovinos na entressafra. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 10p. (Comunicado Técnico, 22).
- SOUZA, N.K.P.; DETMANN, E.; PINA, P.S. et al., Evaluation of chromium concentration in cattle feces using different acid digestion and spectrophotometric quantification techniques. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** 2013, vol.65, n.5, pp. 1472-1482.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics.** A biometrical approach. 3.ed. New York: McGraw Hill Co., 1997. 666p.
- TITGEMEYER; E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1059-1063, 2001.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. Perspectiva do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. Anais... João Pessoa: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2006.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE.** 2. ed. Viçosa: DZO - UFV, 2010. p.193.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. 1997. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, 26(6):1270-1278.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.11, p.2686-2696, 1999.

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C. et al. Evaluation of rumen degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2565-2573, 2011.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

## Capítulo 2

### Quantidades de suplementos para novilhas de corte sob pastejo durante o período de transição seca – águas.

#### Introdução

Os sistemas de bovinos de corte dependem principalmente do desempenho dos rebanhos de cria. As fêmeas são a base do sistema produtivo de bovinos de corte, portanto, deve-se dar uma atenção e manejo especial a estas para que não haja comprometimento nas fases seguintes do sistema de produção de carne. As novilhas de reposição são necessárias para manter o tamanho do rebanho estável, assim como permitir o melhoramento ou modificação da base genética deste (Bagley, 1993).

A máxima eficiência bioeconômica do sistema de produção de corte é obtida quando fêmeas são acasaladas aos 13-15 meses de idade (Short et al., 1994). Por tanto, a recria ganha maior importância quando os objetivos são reduzir a idade ao primeiro serviço e o intervalo de partos e, conseqüentemente, aumentar a produção de bezerras.

O manejo nutricional de novilhas influencia a variabilidade na idade e no peso de ocorrência da puberdade, sendo esta maior nos animais subnutridos (Frisch, 1984). Desta forma, têm sido reportadas correlações negativas entre a ingestão de alimentos e a idade à puberdade e positiva entre a ingestão de alimentos e o peso corporal (Sá Filho et al., 2008; Eimerick et al., 2009). De acordo com o exposto, é necessário garantir o aporte de nutrientes necessários para que as fêmeas atinjam peso corporal que as permita externar puberdade e maturidade sexual nas idades definidas geneticamente.

O uso da suplementação com compostos nitrogenados é uma prática que pode ser adotada no manejo de bovinos em pastejo, visando aumentar a capacidade de suporte das forragens e permitir o crescimento e ganho de peso contínuo dos animais, resultando numa idade e peso à puberdade mais cedo, encurtando o tempo necessário para acasalamento e, conseqüentemente, idade ao primeiro parto.

Nesse enfoque, objetivou-se avaliar efeito do fornecimento de diferentes quantidades de suplementos múltiplos sobre características nutricionais, eficiência de síntese microbiana e desempenho produtivo de novilhas de corte em fase de recria em pastagens de *Brachiaria decumbens*, no período da transição seca-águas.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Setor de Gado de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizado no município de Viçosa-MG, entre os meses de outubro de 2012 e janeiro de 2013, referente ao período da transição seca-águas. O experimento teve duração de 112 dias, divididos em quatro períodos de 28 dias cada. As variáveis climáticas durante o período experimental estão apresentadas na Figura 1.

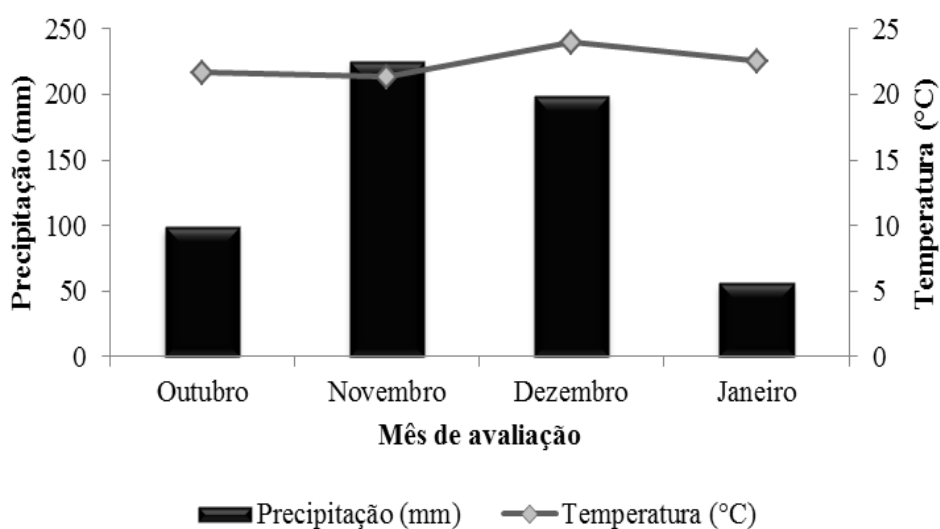


Figura 1 – Precipitação (mm) e temperatura média (°C) durante o período experimental.

Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola – UFV.

Foram utilizadas 24 novilhas de corte nelore, com idades e pesos médios iniciais de 11 meses e  $243 \pm 6$  kg, respectivamente.

Foi destinada aos animais uma área experimental com 8 hectares, resultando uma taxa de lotação de 1,6 UA/ha. A área experimental estava constituída por quatro piquetes com 2 ha, cobertos uniformemente com a gramínea *Brachiaria decumbens*, providos de bebedouros e cochos, sendo estes cobertos e com acesso pelos dois lados.

O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. Utilizou-se um suplemento fornecido a quatro tratamentos de diferentes quantidades: 0; 0,5; 1,0 e 1,5 kg. Todos os animais suplementados com suplemento múltiplo receberam mistura mineral *ad libitum* (Tabela 1). O suplemento foi balanceado para ter 25% de PB com base na matéria natural.



Tabela 1 – Composição percentual do suplemento, com base na matéria natural

Ingredientes (%)	Suplemento múltiplo
Grão de milho moído	25,6
Grão de sorgo moído	25,4
Farelo de soja	22,2
Farelo de algodão	26,8

Composição percentual da mistura mineral: fosfato bicálcico, 50,00; cloreto de sódio, 47,15; sulfato de zinco, 1,50; sulfato de cobre, 0,75; sulfato de cobalto, 0,05; iodato de potássio, 0,05 e sulfato de manganês: 0,05.

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

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

Os animais foram pesados no início do experimento após jejum hídrico e alimentar de 14 horas; em seguida, 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 à eliminação de possíveis efeitos de piquetes sobre os tratamentos (disponibilidade de pasto, localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento, etc.). O ganho médio diário de peso das novilhas foi determinado pela diferença entre o peso corporal final e peso corporal inicial, ambos realizados após jejum hídrico e alimentar de 14 horas, dividido pelo número de dias experimentais (112 dias).

No decimo quarto dia de cada período experimental foi realizada coleta do pasto para quantificação da disponibilidade total de matéria seca (MS) 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. Após a coleta, cada amostra foi pesada e homogeneizada e a partir das amostras de cada piquete foi elaborada uma amostra composta. Essa amostra foi identificada, pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C e após a secagem, moídas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 e 2 mm. Nestas amostras foram quantificados os teores de matéria seca (MS) segundo Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) segundo recomendações de Mertens (2002), utilizando-se  $\alpha$ -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de

sódio e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após a incubação em sacos F57 (Ankom®) in situ por 288 horas, de acordo com Valente et al. (2011).

A MSpd foi estimada segundo a seguinte equação:

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

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 e moída em moinhos de facas (1 e 2 mm). Nas amostras de forragem e dos concentrados foram quantificados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), segundo Detmann et al. (2012); e extrato etéreo (EE) pelo método de Randall segundo descrição de Detmann et al. (2012); fibra em detergente neutro (FDN) segundo recomendações de Mertens (2002), utilizando-se  $\alpha$ -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio; as correções para cinzas e proteínas na FDN (FDNcp) seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente; fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após a incubação in situ por 288 horas usando sacos F57 (Ankom®), de acordo com Valente et al. (2011); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), segundo descrição de Licitra et al. (1996); nitrogênio não proteico (NNP) pelo método do ácido tricloroacético, conforme descrito Detmann et al. (2012).

A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com Detmann & Valadares Filho (2010).

$$CNF = 100 - [\%PB + \%FDNcp + \%EE + \%MM]$$

em que: FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Para a avaliação das características nutricionais, a partir do 43º dia do período experimental foi realizado um ensaio com duração de nove dias, sendo seis destinados para a adaptação dos animais aos indicadores. Para estimar a excreção fecal foi fornecido 10 g de indicador de oxido de cromo (Cr2O3) por animal por dia, acondicionado em cartuchos de papel e aplicado com auxílio de uma sonda metálica, via esôfago, sempre às 10h00. Para estimar o consumo individual de suplemento foi fornecido o dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) misturado no suplemento na proporção de 10g de

indicador/kg de suplemento. Para estimar o consumo de pasto foi utilizado como indicador interno a FDNi.

Tabela 2 - Composição química do suplemento e da *Brachiaria decumbens*

Item <sup>1</sup>	Suplemento múltiplo	<i>B. Decumbens</i> <sup>4</sup>	<i>B. Decumbens</i> <sup>5</sup>
MS (g/kg)	88,82	28,20±4,60	25,46±0,52
MO <sup>2</sup>	96,28	92,21 ±0,29	92,07 ±0,46
PB <sup>2</sup>	24,77	9,86 ±0,86	10,71 ±0,43
NNP <sup>3</sup>	5,58	-	19,21±2,54
EE <sup>2</sup>	3,07	1,97 ±0,12	2,01 ±0,10
FDNcp <sup>2</sup>	21,36	57,77 ±2,69	54,80 ±2,13
NIDN <sup>3</sup>	25,33	45,09±8,59	44,7±1,42
CNF <sup>2</sup>	47,07	22,59 ±1,80	24,46 ±1,83
FDNi <sup>2</sup>	5,10	13,07 ±1,28	10,25 ±0,62

<sup>1</sup>/ MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF – carboidratos não-fibrosos; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível. <sup>2</sup>/ Em g/kg da MS. <sup>3</sup>/ Em g/kg do nitrogênio total. <sup>4</sup>/ Média das amostras obtidas por simulação manual do pastejo durante todo o período experimental. <sup>5</sup>/ Média das amostras obtidas por simulação de pastejo durante o ensaio de digestibilidade.

Nos últimos três dias do ensaio foram realizadas coletas de fezes em horários diferenciados, às 15h00, 11h00 e às 6h00, visando obter amostras de fezes representativas de cada animal. 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 com peneiras de porosidade de 1 e 2 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.

Foi elaborada uma amostra composta de fezes por animal dos três dias de coleta, com base no peso seco ao ar, as quais foram armazenadas em potes plásticos, devidamente identificadas e posteriormente analisadas quanto aos teores de cromo, utilizando-se digestão nitroperclórica e espectrofotometria de absorção atômica, conforme descrito por Souza et al. (2013); dióxido de titânio, através de colorimetria (Titgemeyer et al., 2001) e de MS; PB; EE; FDNcp; FDNi e MM, como 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:

$$\text{Matéria Seca Fecal (g/dia)} = \frac{\text{Quantidade Fornecida do Indicador (g)}}{\text{Concentração do Indicador nas Fezes (\%)}} \times 100$$

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

$$\text{CISup} = ((\text{EF} \times \text{CIFi}) / \text{IFG}) \times \text{SupFG}$$

em que: CISup = consumo individual de suplemento (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 FDNi, 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).

No último dia do ensaio de digestibilidade foi foram obtidas amostra “spot” de urina, em micção espontânea dos animais e de sangue, via punção da veia jugular, realizadas aproximadamente quatro horas após o fornecimento do suplemento. Após a coleta, 10 mL 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 com auxílio de tubos a vácuo, com gel separador e ativador de coagulação (BD Vacuntainer<sup>®</sup> SST II Advance). O sangue foi imediatamente centrifugado a 2600 × g por 20 minutos sendo o soro armazenado (-20°C).

Os métodos para quantificação de creatinina, ácido úrico e uréia foram, cinético colorimétrico, enzimático colorimétrico e cinético de tempo fixo, respectivamente, utilizando-se o equipamento automático para bioquímica, marca Mindray, modelo: BS200E equipamento automático para bioquímica, marca Mindray, modelo: BS200E, utilizando-se kits.

O cálculo do volume urinário diário será realizado empregando-se a relação entre a excreção diária de creatinina (EC), adotando-se como referência a equação proposta por Silva et al. (2012), e a sua concentração nas amostras “spot”:

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

em que: PCJ= peso corporal.

As análises de alantoína na urina foram realizadas, conforme descrito por George et al. (2006). 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:

$$Y = (X - 0,385 PV^{0,75}) / 0,85$$

em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e 0,385PV<sup>0,75</sup>, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, g Nmic/dia), calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação descrita por Chen & Gomes (1992), com exceção da relação N purinas:N total das bactérias de 0,134, conforme Valadares et al., (1999):

$$Y = 70X/0,83 \times 0,134 \times 1000$$

em que 70 é o conteúdo de N de purinas (mgN/mol); 0,134, a relação N purinas:N total nas bactérias; e 0,83, a digestibilidade das purinas bacterianas.

A eficiência microbiana foi expressa em g PB microbiana/kg de matéria orgânica digerida totais (g PBmic/kg MOD).

Os resultados foram submetidos à análise de variância adotando-se o peso corporal inicial como covariável. Os efeitos linear, quadrático e cúbico da quantidade de suplementos múltiplos foram avaliados pela decomposição da soma de quadrados de tratamentos por intermédio de contrastes ortogonais (Steel et al., 1997). Todos os procedimentos foram realizados utilizando-se o PROC MIXED do SAS (versão 9.2). Para todos os procedimentos estatísticos foi adotado  $\alpha = 0,10$  como nível crítico de probabilidade de erro tipo I.

### **Resultados e Discussão**

As disponibilidades de matéria seca total (MS) e matéria seca potencialmente digestível (MSpd) de forragem ao longo do experimento reduziram, do primeiro ao segundo período e, aumentaram no terceiro e quarto período (Figura 2) como resultado das condições climáticas favoráveis (Figura 1). O pasto constitui o principal recurso nutricional basal para a produção animal nos trópicos, especificamente, a fração potencialmente digestível da matéria seca (MSpd), cujo principal componente quantitativo é a fração potencialmente digestível da fibra em detergente neutro (FDNpd), assumindo o papel como principal substrato para a construção de produtos animais nos trópicos (Detmann et al., 2008; Paulino et al., 2008; Detmann et al., 2010).

Os valores médios de MS e MSpd foram de 5275 e 3766 kg/ha respectivamente, com uma proporção de digestibilidade potencial da forragem de 71,17%, representando uma oferta de 123 g de MSpd/ kg de peso corporal, valor acima do recomendado por Paulino et al. (2004), de 40 a 60 g de MSpd/kg de peso corporal, para um desempenho satisfatório de animais em pastejo.

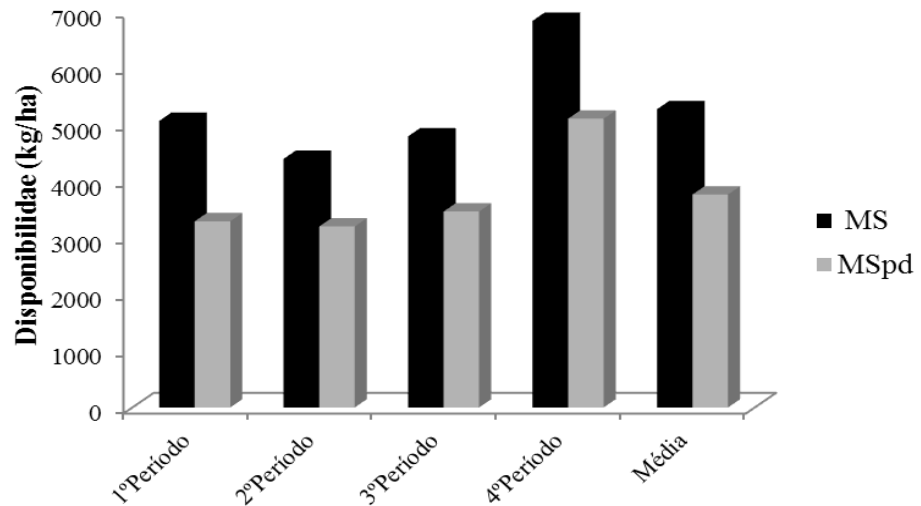


Figura 2 – Disponibilidade de matéria seca total (MS) e matéria seca potencialmente digestível (MSpd) durante o período experimental.

Detectou-se efeito linear positivo ( $P < 0,10$ ) no ganho médio diário (GMD) em função da quantidade de suplemento, o que pode ser verificado com o peso corporal final, que também mostrou efeito linear crescente ( $P < 0,10$  - Tabela 3).

Porto et al. (2011) trabalhando com quantidades de suplementos múltiplos para machos na recria, reportaram maior GMD para os animais suplementados em comparação ao tratamento controle (485 vs 257 g/dia respectivamente), e também observaram resposta crescente do GMD à oferta de suplemento.

Neste trabalho o máximo GMD foi observado para os animais que receberam uma quantidade de suplemento de 1,5 kg/animal/dia. Estes resultados são muito similares aos reportados por Cabral et al. (2011) que, fornecendo diferentes quantidades de suplementos para novilhas de corte em pastejo no período de transição águas-seca, encontrou o máximo GMD com o nível de suplementação de 1,5 kg/animal/dia.

A *Brachiaria decumbens* obtida por simulação manual de pastejo apresentou teor médio de 9,86 g/kg de PB na matéria seca, situando-se acima do valor mínimo necessário para estimular o crescimento microbiano e promover adequada degradação dos substratos fibrosos da forragem (Lazzarini et al., 2009; Sampaio et al., 2009).

3 – Médias, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para peso corporal final (PCF) em kg e ganho médio diário (GMD) em kg em função dos diferentes tratamentos

Item	Suplemento (kg/dia)				EPM	Valor- $P^1$		
	0,0	0,5	1,0	1,5		L	Q	C
GMD (kg)	0,166	0,281	0,349	0,435	0,0398	<0,001	0,720	0,723
PVF (kg)	261,4	274,2	281,9	291,5	4,45	<0,001	0,722	0,719

<sup>1</sup>/L, Q e C = efeitos de ordem linear, quadrático e cúbico referentes às quantidades de suplementos.

Entretanto, apesar da forragem obtida por simulação manual de pastejo ter apresentado teor de PB acima do valor mínimo para que os microrganismos ruminais promovam um adequado aproveitamento da fibra em detergente neutro (FDN) do recurso basal, observou-se que 44,7% e 19,21% da PB estava na forma de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio não proteico (NNP), respectivamente (Tabela 2). O NIDN é considerado de lenta e incompleta degradação (Sniffen et al., 1992). Este quadro poderia conduzir a um desbalanço metabólico no tocante à razão PM/EM o que impediria a maximização do uso do substrato basal, demandando a aplicação da suplementação (Detmann et al., 2010).

O consumo voluntário de matéria seca por ruminantes consumindo forragens é limitado pelo fluxo de digesta através do trato gastrointestinal, relativo ao efeito de repleção ruminal (Allen, 1996). Alta parcela deste efeito em forragens tropicais é atribuído à fração FDNi (Vieira et al., 1997). A suplementação pode aumentar a taxa de passagem (Souza et al., 2010), acelerando a taxa de remoção dos compostos não digeridos e o turnover da massa residente no trato digestivo do animal (Allen, 1996).

Foi observado efeito linear positivo ( $P < 0,10$ ) das quantidades de fornecimento de suplementos múltiplos sobre o consumo de MS, MO, PB, EE, CNF, MOD (kg/dia) nos diferentes tratamentos, entretanto, não houve efeito no consumo de MSP, FDND (kg/dia) (Tabela 4).

O efeito linear positivo nos consumo de MS, MO e ausência de efeito para o consumo de MS de pasto, demonstra que não houve efeito de substituição ou adição sobre no consumo de forragem para nenhuma quantidade de suplemento avaliada (Tabela 4), evidenciando que a associação de fontes energéticas de rápida degradação ruminal aos compostos nitrogenados suplementares, em níveis nos quais não haja restrições significativas sobre o consumo voluntário de forragem, podem incrementar o desempenho animal por prover maior quantidade de proteína metabolizável resultante de incremento na assimilação de nitrogênio no rúmen (Souza et al., 2010).



O pasto durante o período da transição seca-águas e águas, enquanto dieta completa, apresenta excesso relativo de energia em relação à proteína, por tanto, a suplementação energética forçaria ainda mais o desequilíbrio na relação MOD/PB por excesso de energia metabolizável (Detmann et al., 2010), de acordo com isso, o foco da suplementação deve ser proteica para manter o equilíbrio energia:proteína na forragem esperando-se manutenção do consumo e da digestibilidade do pasto (Costa, 2009) e, dessa forma, incremento no desempenho animal seriam esperados.

O comportamento crescente nos consumos de PB, EE e CNF foram em decorrência do maior teor destes constituintes no suplemento (Tabela 2) e ao aumento de fornecimento de suplementos múltiplos. No entanto, não houve diferença significativa ( $P>0,10$ ) para os consumos de MS, MS de pasto, MO (kg/dia e g/kg de peso corporal), PB, EE, CNF e MOD (kg/dia) entre os tratamentos (Tabela 4).

Um dos aspectos envolvidos na melhor adequação do meio de crescimento no tocante à produção de enzimas microbianas é a disponibilidade de nitrogênio amoniacal (Detmann et al., 2009), o qual é utilizado preferencialmente como precursor para síntese de proteína pelos microrganismos fibrolíticos (Russell et al., 1992).

Neste estudo verificou-se que o teor médio de PB da forragem consumida pelos animais estava acima do nível mínimo de PB para uma adequada utilização dos carboidratos fibrosos do substrato basal (Tabela 3) (Lazzarini et al., 2009; Sampaio et al., 2009), fato que pode explicar a ausência de efeito significativo ( $P>0,10$ ) sobre o consumo de MSP, FDNcp e FDNi com a suplementação (Tabela 4).

Evidenciou-se efeito quadrático ( $P<0,10$ ) sobre o consumo de FDND (Tabela 4). Onde a máxima resposta foi para a quantidade de suplemento de 1,5 kg/animal/dia que resultou em aumento no consumo de PB (Tabela 4). O maior consumo de compostos nitrogenados otimiza o ambiente ruminal e intensifica a ação das bactérias fibrolíticas sobre os componentes fibrosos da forragem, produzindo dessa forma uma maior fração efetivamente degradada da FDN (FDND).

Foi verificado efeito linear crescente ( $P<0,10$ ) das quantidades de fornecimento de suplementos múltiplos sobre o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) em kg/dia, como resultado do maior teor de NDT do suplemento múltiplo (Tabela 4). O aumento no consumo de PB, EE e CNF (Tabela 4) possibilitou maior consumo de MOD e conseqüentemente de NDT. Esses resultados concordam com os encontrados por Cabral (2011) e Lazzarini (2011).

Dessa forma, a suplementação melhorou o equilíbrio de nutrientes da dieta o que permitiu uma maior ingestão de NDT pelos animais, refletindo em maior ganho médio diário e, conseqüentemente, um maior peso corporal final (Tabela 3).

Tabela 4 – Médias, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para os consumos de matéria seca total (MS), MS de pasto (MSP), MS de suplemento (MSS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), MO digerida (MOD), FDN digerida (FDND), nutrientes digestíveis totais (NDT), em função dos diferentes tratamentos

Item	Suplemento (kg/dia)				EPM	Valor- $P^1$		
	0,0	0,5	1,0	1,5		L	Q	C
	kg/dia							
MS	5,194	4,818	6,477	6,969	0,4815	0,004	0,379	0,154
MSP	5,194	4,374	5,589	5,636	0,4815	0,252	0,379	0,154
MSS	-	0,444	0,888	1,333	-	-	-	-
MO	4,784	4,478	6,004	6,438	0,4443	0,004	0,415	0,158
PB	0,523	0,577	0,835	0,953	0,0516	<0,001	0,526	0,151
EE	0,108	0,107	0,135	0,149	0,0099	0,003	0,439	0,349
FDNcp	3,008	2,474	3,197	3,279	0,2623	0,207	0,255	0,122
CNF	1,142	1,321	1,837	2,057	0,1207	<0,001	0,866	0,255
FDNi	0,561	0,485	0,618	0,597	0,0498	0,295	0,59	0,122
MOD	3,038	2,977	3,864	4,778	0,2956	<0,001	0,115	0,494
FDND	2,103	1,714	2,126	2,371	0,1821	0,152	0,098	0,25
NDT	2,987	2,964	3,878	4,83	0,2049	<0,001	0,115	0,503
	g/kg de peso corporal							
MS	19,9	18,0	24,4	25,3	1,88	0,016	0,451	0,111
MO	18,4	16,7	22,6	23,4	1,74	0,015	0,490	0,114
FDNcp	11,6	9,2	12,1	11,9	1,00	0,405	0,284	0,083
FDNi	2,2	1,8	2,3	2,2	0,19	0,527	0,631	0,082

<sup>1</sup>/L, Q e C = efeitos de ordem linear, quadrático e cúbico referentes às quantidades de suplementos.

Quando avaliado o consumo em g/kg de peso corporal foi observado efeito linear positivo ( $P < 0,10$ ) sobre o consumo de MS e MO com as quantidades de fornecimento de suplementos múltiplos, no entanto, não foi verificado o mesmo efeito para os consumos de FDNcp e FDNi ( $P > 0,10$  - Tabela 4).

Os efeitos positivos da suplementação com compostos nitrogenados sobre o trânsito das partículas fibrosas no rúmen pode estar associado indiretamente ao aumento

no consumo de FDNi. Neste estudo foi verificado efeito cúbico ( $P < 0,10$ ) sobre o consumo de FDN e FDNi em g/kg de PC, os valores máximos foram observado para a quantidade de suplementação de 1,0 kg/animal/dia (Tabela 4). O aumento no consumo de FDNi é frequentemente associado ao aumento na taxa de passagem e digestão das partículas fibrosas, com aceleração na remoção dos componentes indigeríveis da FDN do rúmen, resultando num maior *turnover* ruminal (Paulino et al. 2008; Detmann et al., 2009).

Detectou-se efeito cúbico ( $P < 0,10$ ) das quantidades de suplementos sobre os coeficientes de digestibilidade aparente de MO, PB, FDNcp, CNF e concentração de NDT (Tabela 5). Os maiores valores foram observados para o tratamento que recebeu 1,5 kg/animal/dia de suplemento.

O maior valor de digestibilidade da PB para a maior quantidade de suplemento pode ser devido ao maior teor de compostos nitrogenados e menor participação de proteína endógena, que produz diminuição da representatividade da fração metabólica fecal dos componentes nitrogenados. Da mesma forma, Machado et al. (2011) reportaram um aumento linear positivo no coeficiente de digestibilidade da PB com o aumento das quantidades de suplementos.

A avaliação do coeficiente de digestibilidade da FDNpd pode levar a uma avaliação mais precisa da degradação microbiana dos carboidratos fibrosos, já que a fração indigestível não é considerada, independentemente da situação de alimentação, não pode ser usada pelos microrganismos do rúmen (Paulino et al., 2008). Desta forma, o coeficiente de digestibilidade da FDNpd foi maior ( $P < 0,10$  – Tabela 5) em função do maior consumo de suplemento e, conseqüentemente, de PB na dieta ( $P < 0,05$  - Tabela 4) que reforça os benefícios da suplementação com compostos nitrogenados sobre a degradação da fibra pelos microrganismos ruminais.

O maior teor dietético de NDT ( $P < 0,10$  - Tabela 5) para a maior quantidade de suplemento se justifica pela maior concentração de PB, EE, e CNF, que acarreta em maior consumo destes constituintes por parte dos animais, sendo estes constituintes caracterizados por apresentar uma melhor e mais rápida degradação em comparação aos componentes da forragem. Por outro lado, é importante destacar que a amplitude da interferência das frações metabólicas fecais de PB, EE e CNF à medida que aumenta a ingestão desses componentes também pode se refletir sobre a estimativa do NDT da dieta (Van Soest, 1994).

Foi verificado efeito linear positivo das quantidades de fornecimento de suplementos múltiplos sobre os coeficientes de digestibilidade aparente de MO, PB, EE,

CNF e teor dietético de NDT ( $P < 0,10$  - Tabela 5), os quais se elevaram com ampliação das quantidades de suplemento.

O perfil linear crescente da digestibilidade aparente da PB, EE e CNF, deve-se ao maior consumo destes constituintes com as quantidades crescentes de suplemento, consumo acima da contribuição metabólica fecal (Tabela 5).

Neste trabalho foi observado efeito quadrático sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, FDN (g/g) e concentração de NDT (g/kg de MS) ( $P < 0,10$  - Tabela 5) com as diferentes quantidades de suplementos, sendo que os valores mínimos ocorreram para o nível de 1,0 kg/animal/dia de fornecimento de suplemento. A diminuição foi possivelmente devido ao maior consumo de FDN (g/kg de PC) (Tabela 4), sendo este associado ao efeito enchimento do rúmen e caracterizado por apresentar uma lenta degradação que é amplamente influenciada pelo tempo de contato com as enzimas bacterianas.

Tabela 5 - Médias, erro padrão médio (EPM) e indicativos de significância para a digestibilidade aparente total da matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não-fibrosos (DCNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp) e para os níveis de nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes suplementos

Item	Suplemento (kg/dia)				EPM	Valor- $P^1$		
	0,0	0,5	1,0	1,5		L	Q	C
	g/g							
DMO	0,633	0,668	0,646	0,743	0,0098	<0,001	0,005	<0,001
DPB	0,453	0,543	0,518	0,688	0,0226	<0,001	0,091	0,006
DEE	-0,385	-0,075	0,089	0,280	0,0724	<0,001	0,419	0,594
DFDNcp	0,697	0,697	0,667	0,723	0,0072	0,149	<0,001	0,002
DCNF	0,645	0,731	0,708	0,833	0,0128	<0,001	0,134	<0,001
	g/kg de matéria seca							
NDT	573	619	600	694	11,0	<0,001	0,043	0,002

<sup>1</sup>/L, Q e C = efeitos de ordem linear, quadrático e cúbico referentes às quantidades de suplementos.

A porção indegradável da FDN (FDNi) somente é retirada do ambiente ruminal pelo transito ao trato gastrointestinal posterior (Paulino et al., 2006; Sampaio et al., 2010). O maior consumo de FDNi ( $P < 0,10$ ) para o tratamento que recebeu 1,0 kg/animal/dia de suplemento pode ser devido a uma maior taxa de passagem, reduzindo

assim o tempo de permanência dos alimentos no trato gastrointestinal, que pode explicar a diminuição da digestibilidade ( $P < 0,10$  - Tabela 5) MO, PB, FDN, CNF (g/g) e teor dietético de NDT (g/kg de MS) em comparação aos demais tratamentos. A digestibilidade é o resultado da interação da taxa de degradação e taxa de permanência da digesta nos locais de digestão (Van Soest, 1994).

Para Van Soest (1994) a concentração de nitrogênio uréico na urina (NUU) esta relacionada de forma positiva com o nitrogênio uréico no soro (NUS) e o consumo de PB.

A excreção urinaria de nitrogênio (NUU), nitrogênio uréico no soro (NUS) e nitrogênio microbiano (NMIC) mostraram efeito linear crescente ( $P < 0,10$  - Tabela 6) com as quantidades de suplementos múltiplos, com isto pode-se inferir uma maior disponibilidade ruminal de compostos nitrogenados causados pelas quantidades crescentes de suplemento que produziram, possivelmente, redução na eficiência de utilização da amônia ruminal. Estes resultados são semelhantes aos reportados por Fernandes (2009); Figueiras et al. (2010); Cabral (2011).

O aumento na excreção urinaria de nitrogênio foi maior quando se ampliaram as quantidades de suplementos, indicando que grande quantidade de nitrogênio não é utilizada de forma eficiente pelo animal.

Neste trabalho o valor médio de NUS para os animais que receberam suplementos múltiplos foi de 14,83 mg/dL, estando entre os níveis de 13,52 e 15,15 mg/dL de N-uréico no plasma sugeridos por Valadares et al. (1997), os quais correspondem à máxima eficiência microbiana em novilhos alimentados com 62,5% de MOD. No entanto, para os animais não suplementados o valor médio de NUS foi de 9,89 mg/dL, encontrando-se abaixo do recomendado pelos autores citados anteriormente.

O efeito linear crescente sobre o NMIC deve-se provavelmente as maiores quantidades consumidas de suplementos e, conseqüentemente, de PB que ampliou a quantidade tanto de energia quanto de proteína disponíveis para os microrganismos ruminais, aumentando, dessa forma, o fluxo de proteína metabolizável para intestino delgado.

Por sua vez, o nitrogênio microbiano relativo (NMICR) apresentou um comportamento linear decrescente em função do aumento de fornecimento de suplemento múltiplo ( $P < 0,10$  - Tabela 6). Fato que pode ser atribuído ao maior consumo de nitrogênio com a ampliação das quantidades de suplementos múltiplos. Estes resultados estão de acordo com os valores reportados por Lazzarini et al. (2009); Cabral et al. (2011); Couto et al. (2011).

Tabela 6 – Médias, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC), relação nitrogênio microbiano e nitrogênio consumido (NMICR), eficiência de síntese microbiana (EFM), nitrogênio uréico no soro (NUS), excreção urinária de nitrogênio uréico (NUU) em função dos diferentes suplementos

Item	Suplemento (kg/dia)				EPM	Valor- $P^1$		
	0,0	0,5	1,0	1,5		L	Q	C
NMIC (g/dia)	63,0	56,2	74,9	84,2	7,71	0,032	0,317	0,317
NMICR (g/g)	0,752	0,654	0,559	0,556	0,0857	0,097	0,585	0,815
EFM (g/kg NDT)	134,3	134,3	119,9	110,6	16,86	0,315	0,920	0,982
NUS (mg/dL)	9,89	12,22	14,80	17,47	0,976	<0,001	0,859	0,974
NUU(g/dia)	39,2	47,0	54,4	60,6	2,65	<0,001	0,780	0,945

<sup>1</sup>/L, Q e C = efeitos de ordem linear, quadrático e cúbico referentes às quantidades de suplementos.

As quantidades de suplementos não exerceram efeito significativo ( $P>0,10$  – Tabela 6) sobre a eficiência de síntese de proteína microbiana (EFM) em função dos distintos tratamentos, com media de 124,7 g de PB/kg de MOD. Estes valores são muito próximos a os preconizados por Valadares Filho et al. (2010) de 120 g de PB/kg de MOD para bovinos manejados em condições tropicais. Estes resultados são inferiores aos reportados por Machado et al. (2011) de 132 g de PB/kg de MOD que também não verificou diferença significativa na eficiência em síntese de proteína microbiana com quantidades crescentes de concentrado em dietas de bovinos sob pastejo.

### Conclusões

A oferta de suplementos múltiplos em quantidades crescente melhora o desempenho produtivo de novilhas de corte em pastejo durante a época transição seca-águas. O fornecimento de suplementos múltiplos em quantidades crescentes melhora as características nutricionais de animais em pastejo durante o período de transição seca-águas.

### Referências Bibliográficas

ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2959-2964, 1996.

- BAGLEY, C.P. Nutritional management of replacement beef heifers: a review. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3155-3163, 1993.
- CABRAL, C.H.A. **Níveis de suplementação para fêmeas bovinas de corte em pastejo**. 88f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2011.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 1992. 21p.
- COUTO, V.R.M. **Desempenho e características nutricionais de fêmeas de corte em cria e recria submetidas a diferentes estratégias de suplementação em pastejo**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. 2010.
- DETMANN, E. **Fibra na nutrição de novilhas leiteiras**. In: PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; QUEIROZ, A.C. et al. (Eds.) *Novilhas leiteiras*. Fortaleza: Imprece, 2010.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO S.C. et al. Métodos para análise de alimentos. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2102. 214p.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. **Proceedings** of 2nd International Symposium on Beef Cattle Production. Viçosa, Brazil, 2008. pp. 21–52.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C. et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science** 126. p.136–146. 2009.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.
- EMERICK, L.L.; DIAS, J.C.; GONÇALVES, P.E.M. et al. Aspectos relevantes sobre a puberdade em fêmeas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.33, n.1, p.11-19, 2009.
- FERNANDES, H.J. **Estudo do crescimento de tourinhos em pastejo recebendo suplementação concentrada com diferentes perfís protéicos**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. 2009.
- FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake and digestibility in cattle under grazing during dry season supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1303-1312, 2010.
- FRISCH, R.E. Body fat, puberty and fertility. **Biol Rev Camb Philos Soc**, v.59, p.161-188, 1984.

- GEORGE, S.K.; DIPU, M.T.; MEHRA, U.R. et al. Improved HPLC method for the simultaneous determination of allantoin, uric acid and creatinine in cattle urine. **Journal of Chromatography B**, 832 (2006), p.134–137. Short communication.
- 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, n.10, p.2021-2030, 2009.
- LAZZARINI, I.; **Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante os períodos de seca e de águas suplementados com compostos nitrogenados e/ou amido.** 66f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- LESMEISTER, J.L.; BURFENING, P.J.; BLACKWELL, R.L. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. **Journal of Animal Science**, v.36, n.1, p.1-6, 1973.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MACHADO, P.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Parâmetros nutricionais e produtivos em bovinos de corte a pasto alimentados com diferentes quantidades de suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.40, n.6, p.1303-1312, 2011.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L. et al. Nutrição de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO-UFV, 2008. p.131-169.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastagens. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 2, 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2001. p.187-233.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO-UFV, 2004. p.93-139.
- PORTO, M.O.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al., Ofertas de suplementos múltiplos para tourinhos nelore na fase de recria em pastagens durante o período da seca: desempenho produtivo e características nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.40, n.11, p.2548-2557, 2011.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.



- SÁ FILHO, M.F.; GIMENES, L.U.; SALES, J.N.S. et al. Biotecnologia da reprodução em bovinos. In: Simpósio Internacional De Reprodução Animal Aplicada, 3. Londrina, 2008. **Anais...** p. 54-67.
- SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Tropical Animal Health and Production**, 2010, v42:1471–1479. DOI: 10.1007/s11250-010-9581-7.
- SATURNINO, H.M.; AMARAL, T.B. Perspectivas para uso eficiente da interação nutrição-reprodução em fêmeas bovinas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande - MS. **Anais...**Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.
- SHORT, R.E. et al. **Breeding heifers et one yearof age: Biological and economic considerations**. In: FIELDS, M.; SAND, R,S. Factors Affecting Calf Crop. Boca Raton: CRC Press 1994. P. 55-68.
- SILVA, L.F.C., VALADARES FILHO, S.C., CHIZZOTTI, ML.; et al. Creatinine excretion and relationship with body weight of Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.41, p.807-810, 2012.
- SNIFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- 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.
- SOUZA, N.K.P; DETMANN, E; PINA, P.S. et al., Evaluation of chromium concentration in cattle feces using different acid digestion and spectrophotometric quantification techniques. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 2013, vol.65, n.5, pp. 1472-1482.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics**. A biometrical approach. 3.ed. New York: McGraw Hill Co., 1997. 666p.
- TITGEMEYER; E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1059-1063, 2001.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. 1997. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, 26(6):1270-1278.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis

estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.11, p.2686-2696, 1999.

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C. et al. Evaluation of rumen degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2565-2573, 2011.

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

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, J.C.; MALAFAIA, P.A.M. et al. The influence of elephant-grass (*Pennisetum purpureum* Schum., Mineiro variety) growth on the nutrient kinetics in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.67, p.151-161, 1997.