



Fontes de energia em suplementos múltiplos para recria de novilhos mestiços em pastejo durante o período de transição seca/águas: desempenho produtivo e características nutricionais¹

Michele Lopes do Nascimento², Mário Fonseca Paulino³, Edenio Detmann³, Sebastião de Campos Valadares Filho³, Marlos Oliveira Porto², Maykel Franklin Lima Sales²

¹ Projeto financiado pela Fapemig e pelo CNPq.

² Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, CEP: 36571-000.

³ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, CEP: 36571-000. Pesquisador do INCT-CA.

RESUMO - Avaliaram-se os efeitos da utilização de fontes amiláceas e fibrosas de energia em suplementos múltiplos sobre o desempenho e as características nutricionais de novilhos mestiços em recria em pastagem de *Brachiaria decumbens* durante o período de transição seca/águas. A área experimental constituiu-se de 5 piquetes de 2,0 ha, com disponibilidade média de matéria seca (MS) de 4.309,4 kg/ha. Utilizaram-se 24 novilhos mestiços (Holandês × Zebu), castrados, com aproximadamente 24 meses de idade e peso vivo inicial de 314,46 kg. A cada animal destinou-se, casualmente, um dos cinco tratamentos: mistura mineral à vontade, grão de milheto ou grão de milho como fontes amiláceas de energia; polpa cítrica ou farelo de trigo como fontes fibrosas. Às fontes de energia foram adicionados mistura mineral, farelo de algodão e uréia para comporem suplementos com 30% de PB, com base na matéria natural, fornecidos em 1,5 kg/animal/dia. No grupo controle, não houve efeito da suplementação sobre o ganho médio diário. O ganho médio diário obtido com as fontes fibrosas foi 17,43% superior ao obtido com as fontes amiláceas. Os consumos de matéria seca e orgânica (kg/animal/dia e g/kg de peso vivo) pelos animais do grupo controle foram inferiores, assim como os consumos (kg/animal/dia) de PB, CNF, EE, FDNi e NDT. As digestibilidades aparentes totais de PB e CNF foram mais baixas nos animais que receberam somente mistura mineral. Animais do grupo controle apresentaram menores teores de nitrogênio uréico sérico e urinário. Suplementos com fontes fibrosas de alta digestibilidade em associação a uréia promovem ganhos de peso superiores àqueles formulados com fontes amiláceas e uréia. A suplementação múltipla no período de transição seca/águas, fornecida no nível de 0,4% do peso vivo, não afeta a digestibilidade da FDNcp, independentemente da fonte de energia.

Palavras-chave: capim-braquiária, consumo, digestibilidade, suplementação

Energy sources in multiple supplements for growing crossbred steers on pasture during the dry to rainy seasons: performance and nutritional characteristics

ABSTRACT - This study was conducted to evaluate the energy sources, rich in starch or fiber in multiples supplements on performance and nutritional characteristics of finishing crossbred steers in the dry/rainy transition season, grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. The experimental area was divided into 5 paddocks with 2.0 ha each, with dry matter availability of 4.309,4 kg/ha. Twenty-four castrated crossbred steers were used, initially 24 month old and 314.46 kg. For each animal, one of the five treatments was randomly applied: mineral mixture *ad libitum*, pearl millet grain or corn grain, as starchy energy sources, citrus pulp or wheat bran, as fibrous energy sources. To the different energy sources, the following were added: mineral mixture, cotton seed meal and urea, so that they composed supplements with 30% of crude protein based on the natural matter, supplied at the level of 1.5 kg/animal/day. In relation to control group, significant effect of the supplementation on the diary gain was not verified. The average daily gain obtained with the fibrous sources was 17.43% higher than that obtained with the starchy sources. The dry matter (DM), organic matter, non-fibrous carbohydrates (NFC), crude protein (CP), ether extract, digestible DM, total digestible nutrients and neutral detergent fiber (NDF) indigestible intakes (kg/animal/day) was higher for supplemented animals in relation to the control group. CP and NFC total apparent digestibility were lower for animals that received only MM. Excretion of urea by urine, and the urea plasmatic level were lower for animals fed MM only. Multiple supplements with high digestible fiber sources in association with urea promoted better performance to the animals than that formulated with starchy sources and urea. The supplementation in the dry/rainy season, in 0.4% of the BW do not affect the NDF digestibility, regardless of the energy source.

Key Words: intake, digestibility, signal grass, supplementation

Introdução

No final do período seco e início da estação das chuvas, observa-se intensa rebrota dos pastos, onde, segundo Poppi & McLennan (1995), obter-se-ia proteína de alta degradabilidade, a qual pode acarretar perdas de nitrogênio pelo animal, na forma de uréia.

Em concordância, Detmann et al. (2005a,b) afirmaram que pastagens de *Brachiaria decumbens*, durante o período de transição seca/águas, não são deficientes quantitativamente em compostos nitrogenados.

Contudo, em função de níveis elevados de compostos nitrogenados não-protéicos e/ou nível reduzido de energia de rápida disponibilidade ruminal, observa-se nessas pastagens menor aproveitamento dos compostos nitrogenados, em decorrência de sua baixa fixação em proteína microbiana. Os animais em pastejo, nestas condições, podem responder satisfatoriamente ao aumento no fornecimento de proteína verdadeira degradável (Moraes, 2006b). Isso se justifica porque, embora as pastagens possam apresentar teores adequados de proteína bruta, boa parte dos compostos nitrogenados estão na forma de NNP e NIDN (degradabilidade lenta), portanto, a adição de proteína verdadeira degradável no rúmen poderia suprir a demanda de microrganismos por esta fonte, além disso, também deve ser acrescentada energia para aumentar a utilização da amônia em excesso no rúmen advinda do NNP.

O consumo de energia e proteína deve ser adequado para melhorar a fermentação ruminal e a produção de proteína microbiana, que é o elemento-chave na eficiência de conversão de forragem em produto animal (Caton & Dhuyvetter, 1997). Assim, o fornecimento de suplementos protéicos/energéticos pode ampliar a disponibilidade de proteína metabolizável e a relação proteína:energia absorvida, e promover melhorias no desempenho de animais criados em pastejo (Poppi & McLennan, 1995).

Por outro lado, o efeito da adição de carboidratos de alta degradabilidade em dietas à base de forragem, pode ser benéfico ou indesejável de acordo com a fonte utilizada. As fontes mais utilizadas para o suprimento de energia são grãos com alto nível de amido. Esses grãos geralmente provocam redução no consumo de forragem e na degradação da fibra (Caton & Dhuyvetter, 1997; Bodine & Purvis, 2003; Costa, 2006). Subprodutos da indústria alimentícia, como casca de soja, polpa cítrica e farelo de trigo, têm sido estudados como fontes alternativas de energia para ruminantes. Essas fontes possuem alta concentração de fibra solúvel e/ou fibra insolúvel altamente digestível e baixa concentração de amido, o que resulta em menor efeito

negativo sobre a digestão da forragem (Carey et al., 1993; Kim et al., 2007).

Desta forma, objetivou-se neste estudo avaliar os efeitos de fontes de energia amiláceas (milho e milheto) ou fibrosas (polpa cítrica e farelo de trigo) em suplementos múltiplos sobre o desempenho e as características nutricionais de bovinos mestiços em pastejo durante o período de transição seca-águas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em três períodos experimentais de 28 dias, entre os meses de setembro e dezembro de 2006, período de transição seca-águas (Figura 1), no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa.

Utilizaram-se 24 novilhos mestiços Holandês × Zebu, castrados, com peso vivo inicial médio de 314,46 kg e idade média de 24 meses, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, um deles com quatro repetições e os demais com cinco. A área experimental foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha cada, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf., providos de cochos cobertos. Os lotes de animais divididos de acordo com o tratamento, foram submetidos a rodízio nos piquetes, a cada sete dias, visando reduzir as diferenças na disponibilidade de forragem.

A cada animal destinou-se, casualmente, um dos cinco tratamentos: mistura mineral à vontade (MM), grão

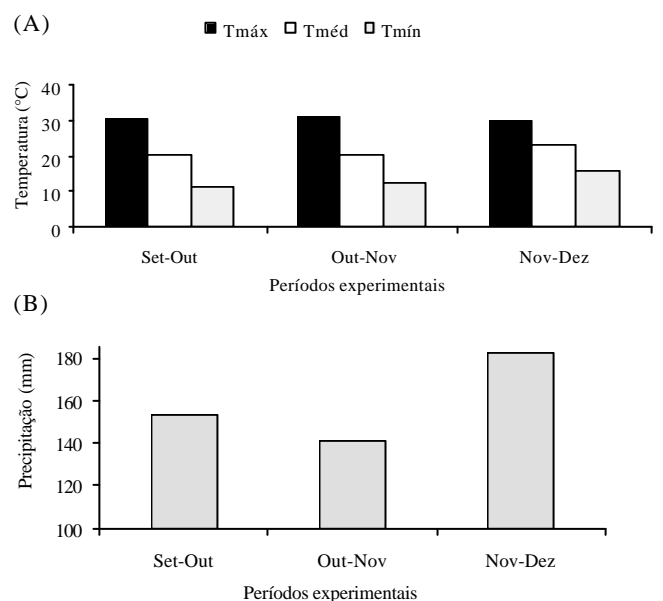


Figura 1 - Temperaturas média (Tméd), máxima (Tmáx) e mínima (Tmín), em °C; e precipitação (mm) nos meses de setembro a dezembro de 2006.

de milho (MLT) ou grão de milho (GM), como fontes amiláceas de energia e polpa cítrica (PC) ou farelo de trigo (FT), como fontes energéticas fibrosas (Tabela 1). Às fontes de energia foram adicionados: mistura mineral, farelo de algodão e uréia para comporem suplementos com 30% de PB, com base na matéria natural.

A quantidade diária de suplemento múltiplo fornecida aos animais foi de 1,5 kg/animal/dia, o que correspondeu ao fornecimento médio de 0,4% do peso vivo (PV), e ao suprimento de aproximadamente 50% das exigências de proteína bruta de um novilho castrado com 350 kg de PV e ganho esperado de 1 kg/dia, segundo recomendações do NRC (2000). Os suplementos foram ofertados diariamente às 10 h, em cocho conjunto dentro de cada piquete, o que permitiu o acesso simultâneo dos animais do mesmo grupo.

Os animais foram pesados no início do experimento e ao final de cada período. As pesagens intermediárias serviram apenas para monitorar o desenvolvimento dos animais, uma vez que o ganho de peso total foi estimado pela diferença entre o peso final e o peso dos animais ao início do experimento.

Para estimativa da disponibilidade total da forragem, fizeram-se coletas do pasto na metade de cada período. Para isso, cortou-se a forrageira a 5 cm do solo em quatro áreas, aleatoriamente dentro de cada piquete, segundo recomendações de McMeniman (1997), com auxílio de um quadrado metálico de 0,25 m² (0,5 × 0,5 m). As amostras obtidas foram pesadas e homogeneizadas por período, de onde foram retiradas duas amostras compostas: uma destinada à avaliação da disponibilidade total de matéria seca (MS) e outra submetida à avaliação objetivando determinar a composição do pasto, sendo dividida nas frações colmo seco, colmo verde, folha seca e folha verde. Para avaliação da composição química da forragem consumida pelos animais, realizaram-se coletas via simulação manual de pastejo, na metade de cada período experimental.

Das amostras destinadas à estimativa da disponibilidade total de MS, foi calculado o percentual de MS

potencialmente digestível (MSPD) ofertada aos animais, por meio do resíduo insolúvel em detergente neutro avaliado após incubação *in situ* das amostras por 264 horas, segundo a equação descrita por Paulino et al. (2006):

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

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

Para avaliação das características nutricionais, foi realizado um ensaio de 10 dias, utilizando-se os mesmos animais da avaliação de desempenho produtivo, realizado durante o segundo período experimental.

Na estimativa da excreção fecal, utilizou-se como indicador externo o óxido crômico, fornecido na quantidade de 10 g/animal/dia, durante os nove primeiros dias do ensaio. O indicador foi acondicionado em cartuchos de papel e introduzido no esôfago, com o auxílio de um aplicador de PVC.

As amostras de fezes foram coletadas entre o oitavo e o décimo dias após o início do fornecimento do indicador, seguindo os horários de coleta: 8º dia – 16 h; 9º dia – 12 h; e 10º dia – 8 h. Depois de secas e moídas (1 mm), as amostras referentes aos diferentes horários de coleta foram compostas, com base no peso seco ao ar.

A excreção de matéria seca fecal estimada foi obtida pela relação entre a quantidade fornecida do indicador e sua concentração nas fezes, segundo Burns et al. (1994):

$$\text{Matéria seca fecal (g/dia)} = \frac{\text{quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{concentração do indicador nas fezes (\%)}} \times 100$$

No 10º dia do ensaio, cerca de 4 horas após a oferta do suplemento, foram realizadas coletas de sangue e amostras *spot* de urina em micção espontânea dos animais. Após a coleta, as amostras de urina foram diluídas em 40 mL de H₂SO₄ (0,036N) e congeladas a -20°C para posterior quantificação dos teores de creatinina, uréia e derivados de purina. As amostras de sangue foram coletadas em tubos a vácuo contendo gel acelerador da coagulação e imediatamente centrifugadas (20 minutos a 2700 x g) e o

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

Ingrediente %	Suplemento				
	Mistura mineral	Grão de milho moído	Grão de milho	Polpa cítrica	Farelo de trigo
Mistura mineral ¹	100	6,4	6,5	6,4	6,4
Uréia/sulfato de amônio (9:1)	-	2,8	2,9	2,8	2,8
Farelo de algodão	-	44,6	49,9	54,7	39,9
Grão de milho moído	-	46,1	-	-	-
Grão de milho moído	-	-	40,7	-	-
Polpa cítrica moída	-	-	-	36,0	-
Farelo de trigo	-	-	-	-	50,8

¹ Composição percentual: fosfato bicálcico: 50,0; cloreto de sódio (NaCl): 47,7; sulfato de zinco: 1,4; sulfato de cobre: 0,8; sulfato de cobalto: 0,05; iodato de potássio: 0,05.

soro foi congelado (-20°C) para posteriores quantificações dos teores de uréia.

Amostras de alimentos e fezes pré-secas em estufa de ventilação forçada (60°C por 72 horas) e processadas em moinho de facas (1 mm) foram incubadas em duplicata (20mgMS/cm²) em sacos de tecido-não-tecido (TNT-100g/m²) no rúmen de duas novilhas mestiças durante 264 horas. Após esse período, o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro para quantificação dos teores de FDNi e posteriormente à extração com detergente ácido para quantificação dos teores de FDA indigestível.

Para estimação do consumo voluntário de forragem, foi utilizado como indicador interno a FDAi utilizando-se a equação proposta por Detmann et al. (2001):

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

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

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002) com exceção das avaliações de FDA e FDN, que seguiram os métodos propostos por Van Soest & Robertson (1985) e Mertens (2002), respectivamente. As correções referentes aos teores de cinzas e proteína residuais na FDN e FDA foram realizadas conforme recomendações de Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

Para quantificação dos carboidratos não-fibrosos (CNF) dos suplementos, utilizou-se a equação proposta por Hall (2000) para alimentos que contém uréia:

$$CNF = 100 - [(\%PB - \%PB_{uréia} + \%uréia) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$$

em que: PB = proteína bruta; PB_{uréia} = proteína bruta da uréia; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; EE = extrato etéreo.

As concentrações de creatinina e ácido úrico na urina e de uréia na urina e no soro foram estimadas pelos métodos de Jaffé modificado (Bioclin K016-1), colorimétrico (UOD-PAP, Bioclin K052) e enzimático colorimétrico (Bioclin

K047), respectivamente. Os teores urinários de alantóina foram estimados pelo método colorimétrico, conforme Chen & Gomes (1992). A conversão dos valores de uréia em nitrogênio uréico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,466.

O volume urinário diário foi calculado com base na relação entre a excreção diária de creatinina (EC) e o peso vivo (PV), e sua concentração nas amostras *spot*, adotando como referência a equação proposta por Chizzotti (2004):

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

Desta forma, a excreção urinária diária de compostos nitrogenados foi o produto entre sua concentração nas amostras *spot* e o valor estimado de volume urinário. A excreção total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantóina 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 meio da equação:

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

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

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, g Nmic/dia) foi calculada em relação às purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação descrita por Chen & Gomes (1992), com exceção da relação N purinas:N total das bactérias, na qual foi utilizado o valor 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 nas purinas microbianas (mgN/mol); 0,134, a relação N purinas:N total nas bactérias; e 0,83, a digestibilidade das purinas bacterianas.

O experimento foi analisado segundo delineamento inteiramente casualizado, adotando-se como covariável o peso vivo inicial para as variáveis peso vivo final e ganho médio diário. A comparação entre tratamentos foi realizada pela decomposição da soma de quadrados, relacionada a esta fonte por meio de contrastes ortogonais (Tabela 2).

O primeiro contraste (A) foi realizado para avaliar o efeito da suplementação concentrada em relação à mistura mineral. Os contrastes designados pelas letras B, C e D possibilitaram avaliar os efeitos do tipo de fonte de energia

Tabela 2 - Distribuição dos coeficientes nos contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Mistura mineral	Grão de milho moído	Grão de milho moído	Polpa cítrica moída	Farelo de trigo
A	+4	-1	-1	-1	-1
B	0	+1	+1	-1	-1
C	0	+1	-1	0	0
D	0	0	0	+1	-1

(amilácea *versus* fibrosa), do tipo de fonte amilácea (grão de milho *versus* grão de milho) e do tipo de fonte fibrosa (polpa cítrica *versus* farelo de trigo), respectivamente.

Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos pelo programa SAS (*Statistical Analysis System*), adotando-se 0,10 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e Discussão

As médias de disponibilidade observadas durante o experimento foram 4,311; 3,026; 1,188; 0,5109; 1,433 e 1,180 t/ha (Figura 2), respectivamente, para matéria seca total (MST), matéria seca potencialmente digestível (MSpD), matéria seca de folha verde (MSFV), matéria seca de folha seca (MSFS), matéria seca de colmo verde (MSCV), matéria seca de colmo seco (MSCS).

Segundo Paulino et al. (2004), a evolução natural de conceitos é a condução do manejo de pastagem com base na oferta de MSpD, uma vez que esse conceito integra quantidade e qualidade do pasto, independentemente da época do ano. Neste estudo, a disponibilidade média de MSpD, em virtude da alta participação de folhas verdes, colmos verdes imaturos e folhas secas em detrimento à MS de colmos maduros e secos, foi de 69,24% da MST.

No primeiro período experimental, observou-se maior proporção de material senescente, 63% da MST, em razão do período de diferimento que antecedeu o início do experimento. Nos períodos subsequentes, o aumento da participação de folhas verdes e colmos verdes jovens foram reflexos do crescimento da planta, com maior taxa de renovação em relação à senescência. O alongamento de colmos, expressivo no último período experimental, cuja proporção foi de 50% da MST, é uma consequência do aumento de acúmulo de matéria seca, principalmente em plantas tropicais

(Sbrissia & Da Silva, 2001). Esta característica é mais expressiva em condições de baixa lotação, como neste estudo, e propiciaria, na maioria das vezes, efeitos negativos sobre o aproveitamento e a qualidade da forragem (Trindade et al., 2007; Sarmiento, 2007). Entretanto, de acordo com Hodgson (1990), no início do desenvolvimento, colmos são tão digestíveis quanto tecidos foliares, e não afetam, portanto, o consumo pelos animais.

O valor médio de PB observado (12,01%) na amostra de pastejo simulado (Figura 3; Tabela 3) foi superior ao valor de 9,97% relatado por Moraes et al. (2006a). Os níveis de FDN foram similares aos relatados por Villela (2004); Porto (2005) e Moraes et al. (2006a), cujos valores variaram de 56-65%. Além disso, o teor de FDNi, ao qual tem-se atribuído alta parcela do efeito de repleção ruminal de forrageiras tropicais (Vieira et al., 1997), foi em média 17,04%, valor próximo ao de 17,66% encontrado por Porto (2005).

A fração de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP) correspondeu a 34,52% do N total. Em contrapartida, 55,68% da proteína verdadeira apresentou-se na forma de PIDN, fração lentamente degradável e parcialmente indisponível ao animal e aos microrganismos.

Não se verificou efeito da suplementação ($P > 0,10$) sobre o ganho médio diário (g/animal/dia) (Tabela 4). Assim, os animais sob suplementação com fontes energéticas apresentaram, em média, o mesmo desempenho daqueles que receberam apenas sal mineral como suplemento. Possivelmente em virtude da boa qualidade da forragem, os consumos de nutrientes e energia atenderam às exigências dos animais, incluindo o tratamento testemunha (MM), o que contribuiu para esses resultados.

Foi verificado efeito significativo ($P < 0,10$) do tipo de fonte de energia sobre o ganho médio diário (GMD). Os animais que consumiram suplementos à base de

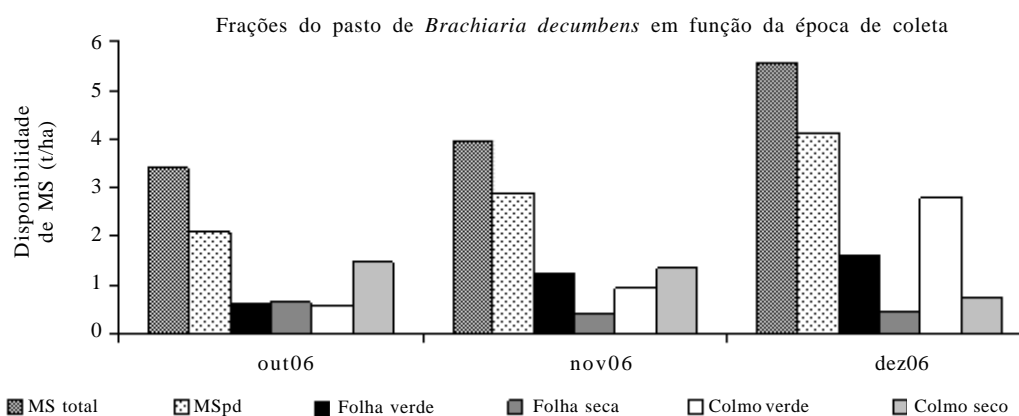


Figura 2 - Disponibilidade de matéria seca total (MSTotal), potencialmente digestível (MSpd), de folha verde (MSFV), folha seca (MSFS), colmo verde (MSCV) e de colmo seco (MSCS) da *Brachiaria decumbens* no período experimental.

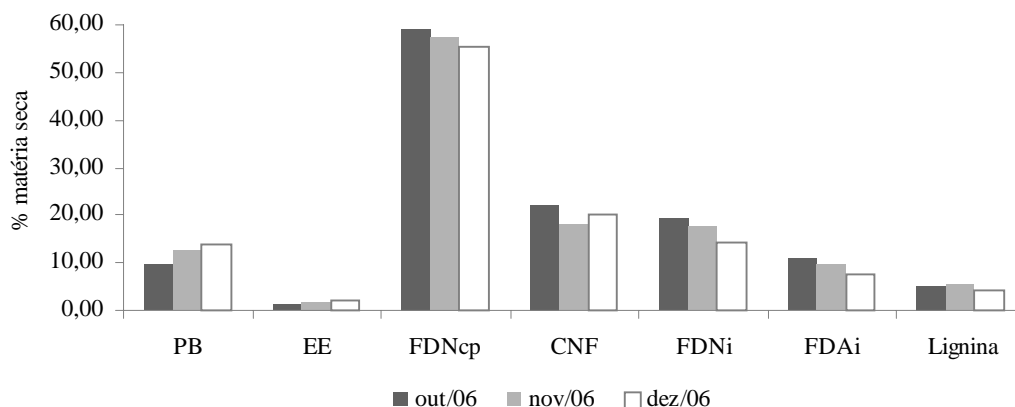
Constituintes das amostras de *Brachiaria decumbens* em função da época de coleta

Figura 3 - Proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido indigestível e lignina (% da MS) nas amostras de pastejo simulado da *Brachiaria decumbens* nos diferentes períodos experimentais.

Tabela 3 - Composição química dos suplementos e da *Brachiaria decumbens* Stapf.

Item ¹	Suplemento					<i>Brachiaria decumbens</i> ⁸
	Mistura mineral	Grão de milho moído	Grão de milho moído	Polpa cítrica moída	Farelo de trigo	
Matéria seca ²	94,4	88,29	87,64	87,98	87,83	26,28
Matéria orgânica ³	-	86,54	86,56	84,55	84,77	91,07
Proteína bruta ³	-	34,36	33,13	34,00	34,69	12,01
Proteína digerível no rúmen ^{3,4,5}	-	24,10	24,47	25,67	27,36	7,10
Nitrogênio não-protéico ⁶	-	31,3	42,0	42,8	48,6	34,52
NIDN ⁶	-	11,78	9,21	10,56	12,00	36,46
NIDA ⁶	-	6,41	4,34	4,61	3,40	10,12
Extrato etéreo ³	-	2,79	2,61	1,63	2,09	1,80
Carboidratos não-fibrosos ³	-	33,01	35,53	29,30	20,66	19,99
Fibra em detergente neutro (FDN) ³	-	29,20	27,30	32,5	40,8	63,79
FDNcp ³	-	24,30	23,29	27,58	35,30	57,27
FDAcp ³	-	12,99	12,77	18,22	15,32	30,56
FDNi ³	-	6,88	6,79	7,31	9,69	17,05
FDAi ³	-	4,88	4,84	5,71	6,97	9,33
Lignina ³	-	1,55	1,42	2,13	2,69	4,88
Nutrientes digestíveis totais ^{3,7}	-	78,46	79,06	74,26	72,94	63,65

¹ NIDN - nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA - nitrogênio insolúvel em detergente ácido; FDNcp - fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDAcp - fibra em detergente ácido corrigida para cinza e proteína; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível; FDAi - fibra em detergente ácido indigestível; NDT - nutrientes digestíveis totais.

² % na matéria natural.

³ % na MS.

⁴ $PDR = A + B (Kd / Kd + Kp)$ (NRC, 2001).

⁵ Valores de A(%), B(%) e Kd(%/h) utilizados: 25,40, 72,13 e 3,36 - grão de milho moído; 22,70, 68,09 e 11,43 - farelo de algodão 38%; 36,54, 36,91 e 7,89 - *B. decumbens* (Valadares Filho et al., 2006a); 41,7, 53,3 e 7,4 - polpa cítrica; 33,70, 62,50 e 20,00 - farelo de trigo (NRC, 2001) e 14,29, 68,42 e 4,1 - grão de milho moído (Hernández et al., 2002); valor de Kp - 5,0%/hora.

⁶ % do nitrogênio total.

⁷ $NDT = 2,25 (EEdigestível) + CNFdigestível + FDNcpdigestível + PBdigestível$, cujas frações digestíveis aparentes foram estimadas segundo as equações de Detmann et al. (2006a, 2006b, 2007 e 2008 respectivamente).

⁸ Valores referentes à média dos três períodos experimentais para as amostras obtidas via simulação manual de pastejo.

fontes fibrosas tiveram ganho médio diário 17,43% (118 g/dia) superiores em relação àqueles que consumiram suplementos múltiplos à base de fontes amiláceas. As fontes dentro de cada categoria não diferiram entre si ($P > 0,10$).

Paulino et al. (2005), em trabalho também realizado no período de transição (seca/águas), não encontraram diferenças significativas para ganho de peso dos animais sob suplementação em relação aos que consumiram apenas mistura mineral. Acido (2007), ao avaliar diferentes

fontes protéicas em suplementos múltiplos no período de transição seca/águas, não verificou ganho adicional de peso para animais que consumiram suplementos a 0,15% do peso vivo, constituídos de milho moído e farelo de soja e à base de farelo de algodão 38% em comparação aos que consumiram apenas mistura mineral. No entanto, quando fornecido suplemento constituído de milho, uréia e farelo de algodão, correspondente a 0,15% do peso vivo, o suplemento propiciou maior ganho de peso em relação à mistura mineral, representando adicional de 190 g/animal/dia.

Verificou-se efeito significativo ($P < 0,10$) dos suplementos múltiplos sobre os consumos de matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) totais (Tabela 5). Os consumos pelos animais que receberam suplemento, expressos em kg/animal/dia ou g/kg de PV, foram superiores aos daqueles que consumiram apenas mistura mineral, no entanto, a oferta de suplemento aos animais não afetou o consumo de MS e MO de pasto ($P > 0,10$). Resultados semelhantes foram observados em ovinos por Garcés-Yépez et al. (1997), que relataram que a suplementação com fontes de energia ricas

Tabela 4 - Consumo de matéria seca dos suplementos, peso vivo inicial, peso vivo final e ganho médio diário em bovinos no período de transição seca-águas

Item	Mistura mineral	Suplemento				CV (%)	Valor-P ¹			
		Fonte amilácea		Fonte fibrosa			MM×S	A×F	A	F
		Grão milheto moído	Grão milho moído	Polpa cítrica moída	Farelo de trigo					
Consumo de matéria seca do suplemento	-	1,324	1,315	1,320	1,317	-	-	-	-	-
Peso vivo inicial (kg)	315,50	313,10	312,00	315,80	312,80	-	-	-	-	-
Peso vivo final ²	377,65	377,42	366,04	387,72	376,00	3,0	0,8911	0,0586	0,1259	0,1158
Ganho médio diário ²	0,743	0,740	0,608	0,860	0,723	17,8	0,8911	0,0586	0,1259	0,1158

¹ MM×S = mistura mineral *versus* suplementos; A×F = fontes amiláceas *versus* fontes fibrosas; A = contraste entre as fontes amiláceas; F = contraste entre as fontes fibrosas.

² Médias ajustadas por co-variância.

Tabela 5 - Consumo de nutrientes dos suplementos e do pasto em bovinos recebendo suplemento no período de transição seca-águas

Item	Mistura mineral	Suplemento				CV (%)	Valor-P ¹			
		Fonte amilácea		Fonte fibrosa			MM×S	A×F	A	F
		Grão milheto moído	Grão milho moído	Polpa cítrica moída	Farelo de trigo					
kg/animal/dia										
Matéria seca total	7,021	9,042	8,482	8,994	8,168	14,3	0,0254	0,7405	0,4713	0,2918
Matéria seca do pasto	6,970	7,718	7,168	7,676	6,850	16,5	0,6220	0,7418	0,4789	0,2916
Matéria orgânica total	6,295	8,065	7,564	7,991	7,256	14,4	0,0263	0,6974	0,4718	0,2950
Matéria orgânica do pasto	6,295	6,920	6,424	6,880	6,140	16,5	0,6224	0,7409	0,4765	0,2921
FDNcp	3,985	4,703	4,375	4,719	4,353	15,4	0,1568	0,9925	0,4573	0,4074
FDNcpasto	3,985	4,381	4,069	4,356	3,889	16,5	0,6208	0,7418	0,4792	0,2929
Proteína bruta	0,894	1,430	1,340	1,415	1,320	11,8	0,0001	0,8057	0,3681	0,3386
Extrato etéreo	0,126	0,176	0,163	0,159	0,151	13,8	0,0066	0,1497	0,3679	0,5459
Carboidratos não-fibrosos	1,290	1,818	1,746	1,758	1,493	13,5	0,0029	0,1310	0,6146	0,0731
Matéria seca digestível	4,083	5,458	4,944	5,320	4,716	14,9	0,0199	0,5856	0,2844	0,2111
FDNcpD	2,708	3,148	2,818	3,238	2,828	16,5	0,2740	0,8209	0,2974	0,1989
Nutrientes digestíveis totais	4,176	5,569	5,056	5,399	4,829	14,5	0,0182	0,5527	0,2818	0,2341
g/kg de peso vivo										
Matéria seca total total	20,6	24,6	24,6	24,8	23,5	14,8	0,0640	0,7870	0,9929	0,5473
Matéria seca do pasto	20,4	20,9	20,8	21,2	19,7	16,5	0,9239	0,7850	0,9560	0,4989
Matéria orgânica	18,3	21,9	21,9	22,1	20,9	14,8	0,0647	0,7519	>0,9999	0,5460
Matéria orgânica do pasto	18,3	18,8	18,6	18,9	17,6	16,6	0,9202	0,7676	0,9512	0,5096
FDNcp	11,6	12,8	12,7	13,0	12,5	15,6	0,3031	0,9730	0,9492	0,6909
FDNi	3,1	3,6	3,7	3,6	3,8	17,3	0,0864	0,9429	0,8792	0,5788
Nutrientes digestíveis totais	13,8	15,4	14,6	14,6	14,0	9,8	0,2618	0,2843	0,3844	0,5123

¹ MM×S = mistura mineral *versus* suplementos; A×F = fontes amiláceas *versus* fontes fibrosas; A = contraste entre as fontes amiláceas; F = contraste entre as fontes fibrosas. FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDNcpD = FDNcp digerida; FDNi = fibra em detergente neutro indigestível.

em amido ou fibra, abaixo de 0,5% do peso vivo, não afetou o consumo de forragem.

O consumo voluntário de matéria seca por ruminantes consumindo forragem é limitado pelo fluxo da digesta pelo trato gastrointestinal, como efeito da repleção ruminal (Allen, 1996). Alta parcela deste efeito, em forrageiras tropicais, tem sido atribuída à fração FDNi (Vieira et al., 1997). O maior consumo de FDNi pelos animais que receberam suplemento ($P < 0,10$) pode ser indicativo do aumento da taxa de passagem e do consumo de MS total por esses animais.

A presença do suplemento pode elevar a taxa de passagem (Souza, 2007), acelerando o processo de remoção dos compostos não-digeridos e indigestíveis da fibra e o *turnover* da massa residente no rúmen (Allen, 1996). Segundo McCollum & Galyean (1985), a elevação na taxa de passagem de partículas está fortemente relacionada ao aumento no consumo total de MS com a suplementação.

O aumento da taxa de passagem pode ser atribuído ao deslocamento do líquido ruminal (Stokes et al., 1988), uma vez que as partículas do alimento que passam pelo orifício omasal estão suspensas (Poppi et al., 1981, citado por Hess et al., 1994). Assim, alterações positivas no fluxo de líquidos podem levar a maior escape de partículas (Detmann et al., 2005a).

O tipo de fonte energética utilizada e as fontes dentro de cada categoria não diferiram entre si para os parâmetros de consumo avaliados neste trabalho ($P < 0,10$), exceto para o consumo de carboidratos não-fibrosos (CNF), para o qual os animais que consumiram suplementos múltiplos com fontes amiláceas tiveram maior consumo em relação àqueles sob suplementação com fontes fibrosas de energia ($P < 0,10$), em decorrência da menor proporção de CNF nestes suplementos (Tabela 3).

Os animais do grupo controle apresentaram menores consumos de PB, CNF, EE, MS digerida e NDT (kg/animal/dia) em relação àqueles sob suplementação com alimentos energéticos ($P < 0,10$), o que está relacionado à adição direta desses componentes via suplementação, uma vez que não houve efeito substitutivo sobre o consumo de matéria seca de forragem. O consumo de NDT, expresso em relação ao peso vivo (g/kg de PV), não sofreu efeito da suplementação e do tipo de fonte utilizada ($P > 0,10$).

Não houve efeito significativo da suplementação sobre as digestibilidades aparentes totais da MS, MO e FDNcp ($P > 0,10$), o que comprova que, independentemente da fonte energética utilizada, a digestibilidade da FDNcp não foi afetada ($P > 0,10$) (Tabela 6). Este fato torna-se importante, pois evidencia a ausência de efeito deletério sobre a utilização da fração fibrosa, independentemente da fonte, no nível de suplementação avaliado neste estudo.

Os suplementos à base de fontes amiláceas foram superiores àqueles de fontes fibrosas no que se refere à digestibilidade de CNF ($P < 0,10$), devido à diferença de consumo apresentada para esta fração. O menor consumo resultou em digestibilidade aparente mais baixa, em decorrência da menor diluição da contribuição metabólica fecal (Van Soest, 1994).

A digestibilidade aparente da PB foi maior nos animais sob suplementação ($P < 0,10$). Além do efeito de diluição da fração metabólica fecal, resultante do maior consumo desta fração (Tabela 5), a digestibilidade aparente da PB pode ter sido ampliada por maiores perdas de N ruminal.

O suplemento com grão de milho moído apresentou maior digestibilidade da PB em relação ao suplemento grão de milho ($P < 0,10$). Este fato pode ser explicado pela existência da fração protéica de baixa degradação ruminal do milho chamada α -zeína. Segundo Lanna et al. (1998),

Tabela 6 - Digestibilidades aparentes totais dos nutrientes da dieta em bovinos recebendo suplementação no período de transição seca-águas

Item	Suplemento				CV (%)	Valor-P ¹				
	Mistura mineral	Fonte amilácea		Fonte fibrosa		MM×S	A×F	A	F	
		Grão milho moído	Grão milho moído	Polpa cítrica moída						Farelo de trigo
Matéria seca	57,62	60,32	58,22	59,24	57,83	5,1	0,4471	0,5921	0,2848	0,4663
Matéria orgânica	63,73	64,99	64,34	63,42	63,00	3,8	0,8792	0,1970	0,6813	0,7886
Proteína bruta	56,66	66,04	61,72	58,01	66,21	6,2	0,0069	0,3112	0,0895	0,0030
FDNcp	67,82	66,90	64,25	68,72	65,08	5,2	0,4130	0,3995	0,2378	0,1111
Carboidratos não-fibrosos	57,67	64,79	64,78	60,74	58,25	5,9	0,0370	0,0042	0,9952	0,2933
Nutrientes digestíveis totais ²	58,94	61,62	59,54	60,10	59,21	3,8	0,3591	0,3781	0,1680	0,5478

¹ MM×S = mistura mineral *versus* suplementos; A×F = fontes amiláceas *versus* fontes fibrosas; A = contraste entre as fontes amiláceas; F = contraste entre as fontes fibrosas.

² NDT = EE digestível + PB digestível + CNF digestível + FDNcp digestível - 7

dietas ricas com energia à base de milho podem ocasionar redução no nível de amônia ruminal, uma vez que α -zeína reduz, portanto, a produção de proteína microbiana e o desempenho animal.

A digestibilidade da PB foi mais baixa quando os animais receberam suplementação com polpa cítrica em relação ao farelo de trigo ($P < 0,10$). Resultados similares foram obtidos por outros autores (Bhattacharya & Harb, 1973; Chen et al., 1981; Wing et al., 1988), que observaram que níveis crescentes de subprodutos cítricos na dieta de ruminantes afetaram negativamente a digestibilidade da proteína. Lanza (1984), citado por Bampidis & Robinson (2006), reportou que a diminuição da digestibilidade da PB em dietas contendo polpa cítrica pode estar relacionada à alta temperatura de desidratação para a obtenção da polpa (*i.e.*, $> 140^{\circ}\text{C}$).

Os valores observados para a digestibilidade aparente total do EE foram variados, visto o elevado coeficiente de variação e os valores negativos que originaram médias muito inferiores às esperadas, provavelmente em virtude do baixo teor de extrato etéreo da dieta. Por este motivo, a digestibilidade aparente desta fração, para o cálculo do NDT, foi estimada segundo a equação proposta por Detmann et al. (2006a). Não foi verificado efeito significativo ($P > 0,10$) da suplementação, do tipo de fonte energética e das fontes dentro de cada categoria sobre o NDT.

Houve efeito da suplementação (Tabela 7) sobre o nitrogênio sérico (NS) ($P < 0,10$), pois os animais que não receberam suplemento apresentaram média de 12,25 mg/dL e aqueles que receberam suplemento, média de 16,52 mg/dL. A concentração de NS está correlacionada à ingestão de nitrogênio (Harmeyer & Martens, 1980). Assim, o padrão de comportamento dos teores de nitrogênio sérico foi similar ao

do consumo de proteína nos suplementos (Tabela 5). Essa observação também foi relatada por Collins & Pritchard (1992).

Segundo Broderick (1995), a concentração elevada de uréia sérica está relacionada à redução no aproveitamento dietético do nitrogênio, uma vez que o excesso de amônia produzido no rúmen precisa ser transformado no fígado em uréia e este processo demanda custo energético, o que poderia afetar negativamente o desempenho dos animais.

De acordo com Valadares et al. (1997), os níveis de uréia plasmática entre 13,52 e 15,15 mg/dL correspondem à máxima eficiência microbiana e provavelmente seriam o limite no qual ocorre perda de proteína em novilhos zebuínos alimentados com 62,5% de NDT.

Os teores de nitrogênio uréico urinário nos animais que não receberam suplemento ($P < 0,10$) foram menores que naqueles recebendo suplemento. Este fato ajuda explicar a menor digestibilidade aparente da PB nos animais sem suplementação (Tabela 6), o que evidencia menores perdas de N ruminal.

Essas evidências ajudam a esclarecer o fato de os animais que não receberam suplemento apresentarem o mesmo desempenho dos animais sob suplementação, em resposta ao melhor aproveitamento do N dietético.

Não houve efeito significativo da suplementação sobre a síntese de N_{mic} ($P > 0,10$). Os valores médios para eficiência microbiana, expressos em g de PB microbiana/kg de NDT consumido, foram inferiores aos valores de 130 g PB microbiana/kg de NDT empregado pelo NRC (2000) e de 120 g PB microbiana/kg de NDT recomendado por Valadares Filho et al. (2006b) como referência para condições tropicais. Com base no NRC (2000), a produção microbiana pode variar de 53 a 140 g de PB microbiana/kg de NDT e a recomendação de 130 g PB microbiana/kg de

Tabela 7 - Produção de compostos nitrogenados microbianos e eficiência microbiana em bovinos recebendo suplemento no período de transição seca-águas

Item	Mistura mineral	Suplemento				CV (%)	Valor-P ¹			
		Fonte amilácea		Fonte fibrosa			MM×S	A×F	A	F
		Grão milheto moído	Grão milho moído	Polpa cítrica moída	Farelo de trigo					
Nitrogênio microbiano (g/dia)	57,30	79,33	64,21	92,86	71,54	51,3	0,3538	0,5449	0,5349	0,3839
Nitrogênio uréico sérico (mg/dL)	12,25	15,89	14,47	16,10	19,63	23,0	0,0450	0,1149	0,5436	0,1410
Nitrogênio uréico urinário	94,88	128,02	135,20	118,43	137,09	18,6	0,0125	0,7131	0,6278	0,2160
Eficiência microbiana (PBmic/kg de NDT)	87,30	90,31	78,30	107,27	95,87	50,0	0,7845	0,3540	0,6728	0,5943
Nitrogênio microbiano/Nitrogênio ingerido	40,63	35,19	29,41	44,56	34,78	-	-	-	-	-

¹ MM×S = mistura mineral *versus* suplementos; A×F = fontes amiláceas *versus* fontes fibrosas; A = contraste entre as fontes amiláceas; F = contraste entre as fontes fibrosas.

NDT é uma generalização e nem sempre se aplica a todas as condições.

Apesar da ausência de efeito significativo ($P > 0,10$), os animais que receberam suplementos múltiplos à base de fontes fibrosas tiveram eficiência microbiana (kg de PB microbiana/kg de NDT) numericamente superior em 20,47% à dos animais que consumiram suplementos múltiplos à base de fontes amiláceas. Além disso, tiveram produção de Nmic numericamente superior em 14,53% e 22,82%, o que significa maior eficiência em converter o nitrogênio ingerido em Nmic.

Os microrganismos responsáveis pela degradação de compostos fibrosos, tanto solúveis quanto insolúveis, crescem utilizando amônia como substrato para a síntese de compostos nitrogenados (Russell et al., 1992). Desta forma, os suplementos utilizados neste estudo, contendo 2,5% de uréia em sua constituição, podem ter favorecido a assimilação do nitrogênio no rúmen em comparação às fontes amiláceas, conforme os resultados obtidos.

A relação Nmic/Ningerido mais favorável ao suplemento com polpa cítrica indica que o menor coeficiente de digestibilidade da PB (Tabela 6) para este suplemento pode estar relacionado ao menor nível de perda ruminal, visto que o consumo de PB foi o mesmo para todos os suplementos. Este fato, aliado à superioridade numérica para a produção de Nmic, sugere a melhor fixação do N ingerido em PB microbiana para o suplemento com polpa cítrica moída e está de acordo com o comportamento numérico do GMD (Tabela 4).

Em estudos de fermentação microbiana em cultura de fluxo contínuo, Ariza et al. (2001) verificaram maior eficiência de produção microbiana expressa em g de Nmic/kg de matéria orgânica verdadeiramente digestível e g de Nmic/g de N digestível para o suplemento com polpa cítrica em detrimento ao uso de fonte energética com alto amido, o que sugere que polpa cítrica, rica em fibra, propicia ambiente ruminal mais favorável à utilização de outros carboidratos (celulose) no rúmen que à fermentação do amido (Ben-Ghedalia et al., 1989).

Conclusões

Suplementos múltiplos contendo fontes fibrosas de alta digestibilidade em associação a uréia proporcionam ganhos de peso superiores aos obtidos com suplementos formulados com fontes amiláceas e uréia em animais em pastejo na estação seca/águas, possível reflexo da melhor assimilação microbiana de compostos nitrogenados. A suplementação múltipla no período de transição seca/águas, fornecida a 0,4% do peso vivo, não afeta o desem-

penho produtivo dos animais, tampouco a digestibilidade da FDNcp, independentemente da fonte de energia utilizada.

Literatura Citada

- ACEDO, T.S. **Suplementação múltipla para bovinos manejados a pasto em recria e terminação**. 2007. 112f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.
- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063-3075, 1996.
- ARIZA, P.; BACH, A.; STERN, M.D. et al. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2713-2718, 2001.
- BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.128, p.175-217, 2006.
- Ben-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J. The effect of starch- and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.24, p.289-298, 1989.
- BHATTACHARYA, A.N.; HARB, M. Dried citrus pulp as a grain replacement for Awasi lambs. **Journal of Animal Science**, v.36, p.1175-1180, 1973.
- BODINE, T.N.; PURVIS, H.T. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. **Journal of Animal Science**, v.81, p.304-317, 2003.
- BRODERICK, G.A. Methodology for the determining ruminal degradability of feed proteins. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.139-176.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.494-531.
- CAREY, D.A.; CATON, J.S.; BIONDINI, M. Influence of energy source on forage intake, digestibility, *in situ* forage degradation, and ruminal fermentation in beef steers fed medium-quality brome hay. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2260-2269, 1993.
- CATON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, v.75, p.533-542, 1997.
- CHEN, M.C.; AMMERMAN, C.B.; HENRY, P.R. et al. Citrus condensed molasses solubles as an energy source for ruminants. **Journal of Animal Science**, v.53, p.253-259, 1981.
- 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**. Bucksburnd: Rowett Research Institute/International Feed Resources Unit, 1992. 21p. (Occasional publication).
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhas de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. 2004. 132f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.
- COLLINS, R.M.; PRITCHARD, R.H. Alternate day supplementation of corn stalk diets with soybean meal or corn gluten meal fed to ruminants. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3899-3908, 1992.
- COSTA, V.A.C. **Dinâmica de degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro de forragens tropicais em função de suplementação protéica e/ou energética**. 2006. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na estimação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R. et al. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: Consumo voluntário e trânsito de partículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1371-1379, 2005a.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1380-1391, 2005b.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S. et al. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo a partir de teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1470-1478, 2006a.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. et al. Estimação da digestibilidade do carboidratos não fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006b.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.155-164, 2007.
- DETMANN, E.; MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desenvolvimento de um sub-modelo bicompartimental para estimação da fração digestível da proteína bruta em bovinos a partir da composição química dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2215-2221, 2008.
- GARCÉS-YÉPEZ, P.; KUNKLE, W.E.; BATES, D.B. et al. Effects of supplemental energy source and amount on forage intake and performance by steers and intake and diet digestibility by sheep. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1918-1925, 1997.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000. p.A-25 (Bulletin, 339).
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.
- HERNÁNDES, F.I.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P. et al. Determinação da cinética ruminal da proteína de vários alimentos utilizando o método de inibidores *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.232-242, 2002.
- HESS, B.W.; PARK, K.K.; KRYSL, L.J. et al. Supplemental protein for beef cattle grazing dormant intermediate wheatgrass pasture: effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, grazing behavior ruminal fermentation, and digestion. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2113-2123, 1994.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 1990. 200p.
- KIM, S.C.; ADESOGAN, A.T.; ARTHINGTON, J.D. Optimizing nitrogen utilization in growing steers fed forage diets supplemented with dried citrus pulp. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2548-2555, 2007.
- LANNA, D.P.D.; FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O. Exigências nutricionais de gado de corte: o sistema NRC. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.138-168.
- 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.
- McCOLLUM, F.T.; GALYEAN, M.L. Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of passage of prairie hay in beef steers. **Journal of Animal Science**, v.60, p.570-577, 1985.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.131-168.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.914-920, 2006a.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Níveis de proteína em suplementos para novilhos mestiços em pastejo durante o período de transição seca/águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2135-2143, 2006b.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.rev.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: Uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.93-144.
- PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.B.K.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos de auto-regulação de consumo na recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.957-962, 2005.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2006. p.359-392.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.
- PORTO, M.O. **Suplementos múltiplos para recria e terminação de bovinos em pastejo durante o período das águas**. 2005. 99f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.B.; FOX, D.G. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 3351-3561, 1992.
- SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e produção animal. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: SBZ, 2001.p.731-753.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SOUZA, M.A. **Consumo, digestibilidade e dinâmica ruminal em bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade e suplementados com compostos nitrogenados e/ou carboidratos**. 2007. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- STOKES, S.R.; GOETSCH, A.L.; JONES, A.L. et al. Feed intake and digestion by beef cows fed prairie hay with different levels of soybean meal and receiving post ruminal administration of antibiotics. **Journal of Animal Science**, v.66, p.1778-1789, 1988.
- TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JR., S.J. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos

- de corte durante o rebaixamento do capim marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.883-890, 2007.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1259-1263, 1997.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.11, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JR., V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 2.0**. 2.ed. Viçosa, MG: Suprema Gráfica Ltda, 2006a. 329p.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. (Eds.) **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. 1.ed. Viçosa, MG: Suprema Gráfica Ltda, 2006b. 142p.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effects 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. Fracionamento e cinética de degradação *in vitro* dos compostos nitrogenados da extrusa de bovinos a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.880-888, 1997.
- VILLELA, S.D.J. **Fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo**. 2004. 129f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.
- WING, J.M.; Van HORN, H.H.; SKLARE, S.D. et al. Effects of citrus molasses, distillers solubles and molasses on rumen parameters and lactation. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.414-420, 1988.