



Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos em pastejo durante o período das águas¹

Michele Lopes do Nascimento², Mário Fonseca Paulino³, Edenio Detmann³, Maria Ignez Leão³, Sebastião de Campos Valadares Filho³, Lara Toledo Henriques⁴

¹ Pesquisa financiada pela Fapemig e pelo CNPq.

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

³ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. CEP: 36571-000.

⁴ Pós-doutoranda, DZO-UFV. Bolsista da Capes.

RESUMO - Avaliou-se a influência do fornecimento de fontes de energia amiláceas e fibrosas em suplementos múltiplos sobre o desempenho e as características nutricionais de novilhos mestiços Holandês × Zebu em terminação em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. no período das águas. A área experimental consistiu de cinco piquetes de 2,0 ha, com disponibilidade média de MS de 5.853,0 kg/ha. Utilizaram-se 24 novilhos mestiços castrados, com aproximadamente 27 meses de idade e peso vivo inicial de 377,03 ± 7,28 kg. A cada animal, destinou-se casualmente um dos suplementos: mistura mineral à vontade, grão de sorgo ou grão de milho como fontes amiláceas de energia; e casca de soja ou farelo de trigo como fontes fibrosas. Às fontes de energia foram adicionados: mistura mineral, farelo de algodão e ureia para comporem suplementos com 33% de PB, com base na matéria seca, fornecidos na proporção de 1,0 kg/animal/dia. Nos animais sob suplementação com fontes energéticas, o ganho médio diário foi 33,4% maior. Os novilhos que consumiram suplemento com grão de sorgo foram os que apresentaram maior ganho de peso médio diário e maiores consumos nutrientes do pasto em comparação aos que consumiram grão de milho. A digestibilidade aparente total da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína não foi afetada pela suplementação, independentemente da fonte de energia. O teor de nitrogênio ureico urinário foi menor nos animais sem suplementação. Suplementos múltiplos fornecidos em quantidade equivalente a 0,3% do peso vivo promovem ganho de peso superior ao obtido com mistura mineral em novilhos mestiços na fase de terminação durante o período das águas. Suplementos formulados com fontes fibrosas ou fontes amiláceas proporcionam desempenho produtivo semelhante.

Palavras-chave: braquiária, consumo, digestibilidade, suplementação

Energy sources in multiple supplements for steers on pasture during rainy season

ABSTRACT - This study evaluated the supply of starch and fibrous energy in multiple supplements on the performance and nutritional characteristics of finishing crossbred Holstein × Zebu steers grazing *Brachiaria decumbens* Stapf. in the rainy season. The experimental area was constituted of five 2 ha paddocks with dry matter average availability of 5,853.0 kg/ha. It was used 24 castrated crossbred steers approximately at the age of 27 months and initial live weight of 377.03 ± 7.28 kg. It was given to each animal one of the following supplements: mineral mixture ad libitum, sorghum grain or corn grain as starch energy sources, and soybean hulls or wheat bran as fibrous energy sources. For the energy sources, the following were added: mineral mixture, cotton seed meal and urea to compose supplements with 33% crude protein based on dry matter given at 1.0 kg/animal/day proportion. For the animals under energetic source supplementation, the daily average gain was 33.4% higher and those that consumed supplement with sorghum grain were the ones that showed higher daily average gain and higher pasture nutrients intake regarded to the animals that consumed corn grain. The fiber total aparent digestibility in neutral detergent corrected for ashes and protein was not affected by the supplementation, regardless to the energy source. Urinary ureic nitrogen level was lower in animals with no supplementation. Multiple supplements provided in quantity equal to 0.3% of the live weight promote weight gain higher to that obtained with mineral mixture in finishing crossbred steers in the rainy season. Fibrous or starch source formulated supplements provide a similar yield performance.

Key Words: digestibility, intake, signal grass, supplementation

Introdução

Elemento-chave na eficiência de conversão de forragem em produto animal é a sincronização entre o suprimento de amônia no rúmen e o suprimento de substratos produtores de energia (Dove, 1996; Caton & Dhuyvetter, 1997).

Neste contexto, o fornecimento de suplementos proteicos/energéticos poderia ampliar a disponibilidade de proteína metabolizável com o aumento da relação proteína:energia absorvida com a consequente melhora no desempenho de animais a pasto (Poppi & McLennan, 1995).

A quantidade, a utilização e degradação simultânea da proteína e dos carboidratos da dieta são necessárias para o ótimo crescimento microbiano (Sinclair et al., 1995). Como proposto por Hoover & Stokes (1991), a taxa de degradação dos carboidratos da dieta e a sincronização desta taxa com a da degradação da proteína têm grande impacto sobre a síntese de proteína microbiana, uma vez que, quanto mais sincronizadas, melhor o aproveitamento de proteínas e carboidratos.

Por outro lado, o efeito da adição de carboidratos de alta degradabilidade em dietas à base de forragem, pode ser benéfico ou indesejável, dependendo da fonte utilizada e, sobretudo, da quantidade ingerida pelos animais. As fontes mais utilizadas para o suprimento de energia são grãos com alto nível de amido, que, dependendo da quantidade fornecida, podem provocar redução no consumo de forragem e na degradação da fibra. Horn & McCollum (1987) sugeriram que a suplementação energética até o nível de 0,7% do peso vivo não afetaria a utilização da forragem. Subprodutos da indústria alimentícia, como casca de soja, polpa cítrica e farelo de trigo, cuja utilização é limitada na alimentação humana, têm sido confirmados 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 quando utilizadas como fonte de energia (Grigsby et al., 1992; Carey et al., 1993; Kim et al, 2007).

Objetivou-se avaliar o efeito de fontes de energia ricas em amido (milho e sorgo) ou fibra (casca de soja e farelo de trigo) em suplementos múltiplos sobre as características nutricionais da dieta e o desempenho de novilhos em pastejo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em três períodos experimentais de 28 dias, entre os meses de dezembro de 2006 e março de 2007, período das águas (Figura 1), no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa.

Utilizaram-se como unidades experimentais 24 novilhos Holandês × Zebu (da raça Gir), castrados, com peso vivo inicial médio de 377,03 kg e 27 meses de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em cinco tratamentos: um com cinco repetições e os demais, com quatro.

A área experimental foi constituída de cinco piquetes de 2,0 ha, formados com *Brachiaria decumbens* Stapf. Os lotes de animais, formados de acordo com o tratamento, foram submetidos ao rodízio nos piquetes, a cada sete dias, visando reduzir as diferenças na disponibilidade de forragem.

A cada unidade experimental destinou-se casualmente um dos cinco tratamentos: mistura mineral à vontade, grão de sorgo ou grão de milho como fontes amiláceas de energia; casca de soja ou farelo de trigo como fontes fibrosas. Às fontes de energia foram adicionados: mistura mineral, farelo de algodão com línter e ureia para comporem suplementos com 33% de PB, com base na matéria seca (Tabela 1).

A quantidade diária de suplemento múltiplo fornecida aos animais foi de 1 kg/animal/dia (matéria natural), o que correspondeu ao fornecimento médio de 0,3% do peso

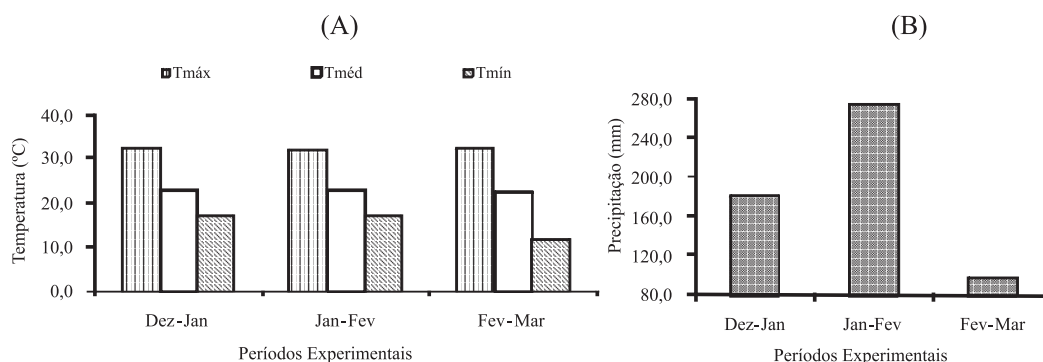


Figura 1 - Temperaturas média, máxima e mínima (A) e precipitação (B) nos meses de dezembro de 2006 a março de 2007.

vivo, e ao suprimento aproximado de 30% das exigências de proteína bruta de um novilho castrado, com 400 kg de PV e ganho esperado de 1 kg/dia, segundo recomendações do NRC (2000). Os suplementos foram ofertados diariamente em cocho conjunto dentro de cada piquete, às 10 h, o que permitiu o acesso simultâneo dos animais.

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. Ao final do experimento, todos os animais foram abatidos.

Para estimativa da disponibilidade total de forragem, foram feitas coletas na metade de cada período, por meio do corte da forrageira a 5 cm do solo em quatro áreas aleatórias dentro de cada piquete, segundo recomendações de McMeniman (1997), com o auxílio de um quadrado de 0,25 m². As amostras obtidas foram pesadas e homogeneizadas por período, retirando-se duas subamostras para avaliação da disponibilidade total de matéria seca (MS) e determinação da composição do pasto nas frações colmo senescente, colmo verde, folha senescente 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, sempre pela manhã e pela mesma pessoa, a fim de diminuir-se os erros amostrais. Os animais permitiram a aproximação do observador, o que possibilitou a simulação do comportamento de pastejo de maneira satisfatória sem afetar o pastejo.

Das amostras destinadas à estimativa da disponibilidade total de matéria seca, foi calculado o percentual de matéria seca potencialmente digestível (MSpD) ofertada aos animais, por meio do resíduo insolúvel em detergente neutro avaliado após incubação *in situ* das

amostras por 264 horas (Casali et al., 2008), segundo a equação de Paulino et al. (2006):

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

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

Para avaliação das características nutricionais foi realizado um ensaio de dez dias, utilizando-se os mesmos animais da avaliação de desempenho produtivo. Para os cálculos referentes a este ensaio, foram utilizadas as características bromatológicas da amostra de pastejo simulado e do peso dos animais experimentais correspondentes ao primeiro período experimental, quando o ensaio foi realizado.

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

As amostras de fezes foram coletadas entre o 8^o e o 10^o dias após o início do fornecimento do indicador, seguindo os horários de coleta: 8^o dia - 16 h, 9^o dia - 12 h e 10^o dia - 8 h. Depois de secas e moídas (1 mm), as amostras de cada horário 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 10^o 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, ureia e derivados de

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

Ingrediente%	Suplemento				
	Mistura mineral ¹	Fonte amilácea		Fonte fibrosa	
		Grão de sorgo moído	Grão de milho moído	Casca de soja	Farelo de trigo
Mistura mineral	100	6,4	6,5	6,4	6,4
Ureia/sulfato de amônio(9:1)	-	2,8	2,9	2,8	2,8
Farelo de algodão 38%	-	49,7	49,9	44,7	39,9
Grão de sorgo moído	-	41,0	-	-	-
Grão de milho moído	-	-	40,7	-	-
Casca de soja	-	-	-	46,0	-
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; e iodato de potássio - 0,05.

purina. As amostras de sangue foram coletadas em tubos a vácuo e gel acelerador da coagulação e imediatamente centrifugadas (20 minutos a 2700 x g). O soro foi, então, congelado (-20°C) para posterior quantificação dos teores de ureia.

Amostras de alimentos e fezes foram pré-secas em estufa de ventilação forçada (60°C por 72 horas), processadas em moinho de facas (1 mm) e incubadas em duplicata (20 mg de matéria seca/cm²) em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de duas novilhas mestiças durante 264 horas como proposto por Casali et al. (2008). Após este 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 (FDAi).

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

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

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 FDN, que seguiram o método proposto por Mertens (2002). 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 contêm ureia:

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

em que: PB = proteína bruta; PB_{ureia} = proteína bruta advinda 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 ureia 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 alantoína foram estimados pelo método colorimétrico, conforme Chen & Gomes (1992). A conversão dos valores

de ureia em nitrogênio ureico 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 na sua concentração nas amostras *spot*, adotando-se como referência a equação proposta por Chizzotti et al. (2008):

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

Desta forma, a excreção urinária diária de compostos nitrogenados foi o produto entre sua concentração nas amostras *spot* e o volume urinário estimado. 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 purina (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, com 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 o peso vivo final e o ganho médio diário. A comparação entre suplementos foi realizada pela decomposição da soma de quadrados, relacionada a esta fonte por meio de contrastes ortogonais (Tabela 2).

Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos por meio do programa SAS (*Statistical Analysis System*, 1997), adotando-se 0,10 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e Discussão

As médias observadas para MS total, MS potencialmente digestível, MS de folhas verdes, MS de folhas senescentes, MS de colmos verdes, MS de colmos senescentes (Figura 2) foram 5,853; 4,222; 1,360; 0,824; 2,672 e 0,998 t/ha, respectivamente.

A disponibilidade de matéria seca total não é um bom parâmetro para caracterizar pastagens, uma vez que não fornece informações sobre a qualidade do pasto disponível.

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

Contraste	Suplemento				
	Mistura mineral	Fonte amilácea		Fonte fibrosa	
		Grão de sorgo moído	Grão de milho moído	Casca de soja	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

Segundo Paulino et al. (2004), a evolução natural de conceitos é a condução do manejo de pastagem com base na oferta de matéria seca potencialmente digestível, posto que esse conceito integra quantidade e qualidade do pasto, independentemente da época do ano. A oferta média de matéria seca digestível durante o experimento foi de 0,439 t/100 kg de peso vivo (Figura 2), devido à baixa carga animal utilizada durante o experimento (2,14 UA/ha).

Durante o experimento, a disponibilidade de MS total e MS potencialmente digestível diminuiu, como resultado da maior taxa de senescência em detrimento à taxa de renovação de perfilhos, comprovada pelo aumento da proporção das frações senescentes (Figura 2), além da contribuição do pastejo seletivo pelos animais, selecionando folhas verdes em detrimento às senescentes. Os processos de senescência e morte de folhas e perfilhos determinam a estabilização do acúmulo líquido de forragem com o aumento da fração indigestível e do teor de lignina, resultando em menor qualidade de forragem oferecida, apesar de apresentar-se em quantidade suficiente para permitir a seletividade dos animais.

A média da fração de compostos nitrogenados não-proteicos (NNP) da *Brachiaria decumbens* foi de 32,82% do nitrogênio total (Tabela 3). Em contrapartida, 49,8% da proteína verdadeira apresentou-se na forma de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), de modo que

19,83% da PIDN correspondeu à proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), fração indisponível ao animal e aos microrganismos, e os 80,17% restantes, à fração lentamente degradável no rúmen, com taxa bruta de digestão estimada em 0,95 %/hora (Valadares Filho et al., 2006a). Essas condições favorecem a utilização de proteína verdadeira suplementar degradável no rúmen.

Forragens tropicais durante o período das águas possuem 40 a 50% do seu conteúdo nitrogenado na forma solúvel (Johnson et al., 2001), o que aumenta as chances de degradação desta fração no rúmen. Esse fato, aliado ao conteúdo de carboidratos estruturais, com menores taxas de degradação, promove falta de sincronia entre nitrogênio e esqueletos carbônicos oriundos da degradação dos carboidratos no rúmen, o que prejudica a síntese de proteína microbiana, gerando baixas quantidades de proteína metabolizável para os animais sob este perfil qualitativo de forragem. Esta interação tem sido apontada como fator responsável por ganhos limitados neste período do ano (Poppi & McLennan, 1995)

O ganho médio diário dos animais sob suplementação (Tabela 4) foi 33,4% superior ($P < 0,10$) ao daqueles que consumiram apenas a mistura mineral, o que correspondeu ao incremento de 150 g/animal/dia. As fontes energéticas não diferiram entre si ($P > 0,10$), tampouco houve influência das fontes fibrosas ($P > 0,10$) neste parâmetro, porém, o

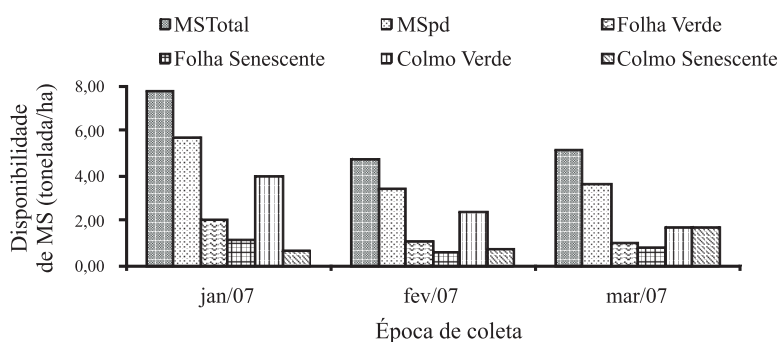


Figura 2 - Disponibilidade de matéria seca total (MSTotal), potencialmente digestível (MSPd), de folha verde, folha senescente, colmo verde e de colmo senescente do capim-braquiária no período experimental.

Tabela 3 - Composição dos suplementos e do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.)

Item ¹	Suplemento				Capim-braquiária ⁴			Média	
	Mistura mineral	Fonte amilácea		Fonte fibrosa		Período experimental			
		Grão sorgo moído	Grão milho moído	Casca de soja	Farelo de trigo	Janeiro 2007	Fevereiro 2007		Março 2007
Matéria seca (% na matéria natural)	94,4	88,00	87,64	88,11	87,83	26,31	27,62	30,26	28,06
Matéria orgânica (% MS)	-	86,66	86,56	85,34	84,77	91,19	91,28	90,57	91,01
Proteína bruta (% MS)	-	33,03	32,55	31,82	34,07	9,06	9,36	10,10	9,51
Proteína degradável no rúmen (% da MS) ²	-	24,80	24,49	22,93	27,36	5,36	5,53	5,97	5,62
Nitrogênio não-proteico (% N total)	-	30,4	42,0	49,0	48,6	38,07	28,28	32,11	32,82
NIDN (% N total)	-	10,34	9,21	14,49	12,00	37,82	45,79	33,74	39,12
NIDA (% N total)	-	5,75	4,34	5,11	3,40	8,20	7,85	7,25	7,77
Extrato etéreo (% da MS)	-	2,00	2,61	1,33	2,09	1,47	1,53	1,62	1,54
Carboidratos não-fibrosos (% MS)	-	32,78	32,68	11,18	17,86	14,59	12,99	15,28	14,29
Fibra detergente neutro (% MS)	-	27,80	27,30	51,4	40,8	71,63	74,19	72,18	72,67
FDNcp (% MS)	-	23,40	23,29	45,56	35,30	66,07	67,40	63,57	65,68
FDAcP (% MS)	-	13,65	12,77	34,81	15,32	35,93	35,97	30,50	34,13
FDNi (% MS)	-	6,88	6,79	7,31	9,69	21,16	20,87	19,88	20,64
FDAi (% MS)	-	4,94	4,84	4,95	6,36	11,46	11,13	10,86	11,15
Lignina (% MS)	-	2,69	1,42	1,94	2,69	6,57	6,00	5,38	5,98
EEd (% MS)	-	1,54	2,06	0,96	1,62	1,08	1,14	1,21	1,14
CNFd (% MS)	-	26,05	28,67	5,52	14,53	8,76	7,24	9,42	8,47
FDNcpd (% MS)	-	14,54	16,57	33,93	24,18	42,70	44,71	42,63	43,35
PBd (% MS)	-	28,92	29,18	27,63	30,59	5,63	5,80	6,65	6,03
Nutrientes digestíveis totais (% MS) ³	-	72,98	79,06	69,25	72,94	59,53	60,30	61,43	60,42

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; EEd - extrato etéreo aparentemente digestível (estimado segundo Detmann et al., 2006a); CNFd - carboidratos não-fibrosos aparentemente digestíveis (estimado segundo Detmann et al., 2006b); FDNcpd - FDNcp aparentemente digestível (estimado segundo Detmann et al., 2007); PBd - proteína bruta aparentemente digestível (estimada segundo Detmann et al., 2008).

² Proteína degradável no rúmen = A + B (Kd / Kd + Kp) (NRC, 2001). Valores de A (%), B (%) e Kd (%/hora) utilizados: grão de sorgo moído - 24,40; 73,92; e 3,92; grão de milho moído - 25,40; 72,13; e 3,36; casca de soja - 14,73; 49,98; e 4,74; farelo de algodão 38% - 22,70; 68,09; e 11,43; *B. decumbens* - 36,54; 36,91 e 7,89 (Valadares Filho et al., 2006a); farelo de trigo - 33,70, 62,50 e 20,00 (NRC, 2001); valor de Kp - 5,0%/hora.

³ Nutrientes digestíveis totais = 2,25(EEdigestível) + CNFdigestível + FDNcpdigestível + PBdigestível.

⁴ Amostras obtidas via simulação manual de pastejo.

suplemento múltiplo com grão de sorgo em sua constituição proporcionou aos animais maior ganho médio diário ($P < 0,10$) em relação àquele que continha grão de milho.

A fração fibrosa do farelo de trigo e da casca de soja, em geral, é quase totalmente degradada no rúmen, em torno de 95%, o que faz com que estas fontes variem pouco entre si. Todavia, a taxa e a extensão da digestão do amido no rúmen diferem amplamente entre fontes amiláceas (Rooney & Pflugfelder, 1986; Huntington, 1997), o que provavelmente levou à diferença no ganho de peso entre estas fontes.

Não houve efeito ($P > 0,10$) da suplementação sobre os consumos de matéria seca total, matéria orgânica total, FDNcp, FDNcp de pasto, matéria seca de pasto e matéria orgânica de pasto expressos em kg/animal/dia e g/kg de peso vivo (Tabela 5). Resultados semelhantes foram observados em ovinos por Garcés-Yépez et al. (1997), que observaram que alimentos suplementares energéticos ricos em amido ou em fibra digestível em níveis menores que 0,5% do peso vivo não afetaram o consumo de forragem nem digestibilidade da matéria seca.

Waldo (1986) relatou que a suplementação de forragem com concentrado, na maioria das vezes, aumenta o consumo total de matéria seca, mas reduz a ingestão de forragem. Segundo Herd (1997) citado por Lippke et al. (2000), em casos de suplementação no nível de 0,3 % do peso vivo, como neste estudo, não ocorreria o efeito substitutivo.

Os consumos de proteína bruta, carboidratos não-fibrosos e extrato etéreo entre os animais sob suplementação foram superiores em relação aos animais controle ($P < 0,10$), em decorrência da contribuição destas frações via suplementação, uma vez que não houve substituição do consumo de pasto pelo suplemento ($P > 0,10$). Os consumos de MS digerida, FDNcp digerida e FDNi (kg/animal/dia) não foram afetados pela suplementação ($P > 0,10$), porém os consumos de MS digerida e nutrientes digestíveis totais expressos em relação ao peso vivo (g/kg de peso vivo) foram menores nos animais sob suplementação apenas com mistura mineral, o que justifica o menor desempenho produtivo desses animais (Tabela 4). As categorias de fontes energéticas não diferiram ($P > 0,10$) entre si em nenhum dos parâmetros de consumo.

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

Item	Suplemento						CV (%)	Valor-P ¹		
	Mistura mineral	Fonte amilácea		Fonte fibrosa		Mistura mineral × suplemento		Fonte amilácea × fonte fibrosa	Fonte amilácea	Fonte fibrosa
		Grão de sorgo moído	Grão de milho moído	Casca de soja	Farelo de trigo					
Consumo de matéria seca de suplemento	0,050	0,763	0,759	0,748	0,743	-	-	-	-	
Peso vivo inicial (kg)	379,25 ± 6,45	376,40 ± 18,51	376,58 ± 10,27	376,70 ± 13,91	376,20 ± 25,64	10,4	-	-	-	
Peso vivo final (kg) ¹	414,52	435,71	422,54	421,33	428,51	1,8	0,0060	0,0109	0,1389	
Ganho médio diário ¹	0,448	0,700	0,543	0,529	0,614	15,3	0,0060	0,0109	0,1389	

¹ Médias ajustadas por covariância.

Acedo (2007) avaliou fontes proteicas no período de transição seca-águas e durante as águas e concluiu que suplementos constituídos de milho, ureia e farelo de algodão, em quantidade correspondente a 0,15% do peso vivo, não afetam o consumo nem a digestibilidade da forragem.

As fontes fibrosas não diferiram entre si em nenhum dos parâmetros de consumo avaliados ($P > 0,10$). Diferenças entre fontes amiláceas ($P < 0,10$) foram observadas para os consumos calculados em relação ao peso vivo (g/kg de peso vivo) de MS, MO, NDT, FDNcp, FDNi, MS de pasto, MO de pasto, FDNcp digerida e MS digerida: o suplemento com grão de sorgo moído resultou em maiores consumos em relação ao suplemento no qual foi incluído o grão de milho moído.

O melhor desempenho dos animais que consumiram suplementos múltiplos com grão de sorgo moído (Tabela 4), está, portanto, relacionado ao maior consumo pelos animais deste grupo, uma vez que o desempenho animal depende diretamente do consumo de matéria seca digestível (Mertens, 1994; Moore, 1999). Noller et al. (1996) apontaram que o consumo de matéria seca produz mais impacto na produção animal que variações na composição química ou na disponibilidade dos nutrientes.

Embora os teores de amido do milho e do sorgo sejam semelhantes ambos, em torno de 72% (Zinn, 1991), a taxa e a extensão da degradação ruminal podem variar significativamente entre essas fontes, tendo em vista características como resistência do pericarpo ao ataque microbiano e à digestão do grânulo de amido e as proporções de amilopectina e amilose. Essas variações justificam diferenças reportadas na literatura para digestão *in vitro* e *in vivo* entre fontes de grãos e as diferenças no desempenho animal (Rooney & Pflugfelder, 1986; McAllister et al., 1990; Wester et al., 1992).

As diferenças entre essas fontes provavelmente foram ocasionadas pelas características estruturais, uma vez que o processamento dos grãos foi semelhante. O processamento de grãos rompe as estruturas dos grânulos de amido e aumentaria sua fermentabilidade ruminal, devido à maior superfície de adesão ao ataque microbiano (Theurer et al., 1999). O grão de sorgo responde melhor que o grão de milho ao processamento (Huntington, 2006).

O amido do grão de milho tem efeito mais drástico sobre a extensão da digestão da FDN em comparação ao amido do grão de sorgo (Grant, 1994), logo, pode levar a um maior efeito de repleção ruminal, justificado pelo menor consumo de FDNi e de FDNcp digerida pelos animais que consumiram grão de milho, e a diferença encontrada entre estas fontes para o ganho médio diário (Tabela 4).

As digestibilidades aparentes totais da matéria seca e da matéria orgânica, assim como o teor de nutrientes digestíveis totais, não sofreram efeito ($P>0,10$) da suplementação múltipla (Tabela 6). Resultados semelhantes foram obtidos por Krysl et al. (1989), Del Curto et al. (1990), Freeman et al. (1992) e Matejovsky & Sanson (1995).

Os valores observados para a digestibilidade aparente total do extrato etéreo foram extremamente variados, tendo em vista o elevado coeficiente de variação e os valores negativos que originaram médias inferiores às esperadas, provavelmente devido ao baixo teor de extrato etéreo da dieta. Por este motivo, a digestibilidade aparente desta fração, para o cálculo do teor de nutrientes digestíveis totais, foi estimada segundo a equação proposta por Detmann et al. (2006a).

O fornecimento de suplementos com fontes energéticas não afetou a digestibilidade aparente total da FDNcp ($P>0,10$), que pode indicar que não houve efeito associativo negativo entre os componentes da forragem e os suplementos fornecidos para a digestão da fração fibrosa potencialmente digestível.

Conforme discutido anteriormente, o amido do grão de milho apresenta efeito mais drástico sobre a extensão da digestão da FDN em comparação ao amido do grão de sorgo (Grant, 1994). Logo, menor coeficiente de digestibilidade da FDNcp era esperado para o suplemento com grão de milho em relação àquele com grão de sorgo. Todavia, sabe-se que consumo e coeficiente de digestibilidade da FDN possuem relação inversa. Como o suplemento com grão de milho resultou em menor consumo pelos animais, houve um contrabalanço que levou a coeficientes de digestibilidade da FDNcp similares entre essas fontes, fato que confirma o menor consumo de FDNcp digerida ($P<0,10$) pelos animais que consumiram grão de milho em comparação àqueles que consumiram grão de sorgo (Tabela 5).

Os suplementos múltiplos foram superiores à mistura mineral na digestibilidade de carboidratos não-fibrosos ($P<0,10$), em razão da diferença de consumo desta fração (Tabela 5). O menor consumo resultou na diminuição da digestibilidade aparente devido à menor diluição da contribuição metabólica fecal (Van Soest, 1994).

A digestibilidade da proteína bruta foi maior ($P<0,10$) para as dietas com suplementos múltiplos. Além do maior consumo desta fração pelos animais sob suplementação (Tabela 5), que leva à diluição da fração metabólica fecal (Van Soest, 1994), a digestibilidade aparente da proteína bruta pode ter sido ampliada por maiores perdas de nitrogênio ruminal.

Diferenças entre as fontes energéticas para os parâmetros de digestibilidade aparente avaliados foram

Tabela 6 - Digestibilidades aparentes totais dos nutrientes da dieta em bovinos recebendo suplemento no período das águas

Item	Suplemento						CV (%)	Valor-P		
	Mistura mineral	Fonte amilácea		Fonte fibrosa		Mistura mineral × suplemento		Fonte amilácea × fonte fibrosa	Fonte amilácea	Fonte fibrosa
		Grão de sorgo moído	Grão de milho moído	Casca de soja	Farelo de trigo					
Matéria seca	55,61	56,06	56,98	57,20	55,25	4,5	0,5920	0,8040	0,5968	0,2455
Matéria orgânica	60,60	61,20	62,54	61,26	59,94	3,8	0,6232	0,2530	0,4027	0,3831
Proteína bruta	47,41	55,76	54,42	54,81	50,60	9,6	0,0318	0,3213	0,6985	0,2057
FDNcp	66,26	64,47	67,05	66,23	66,33	4,3	0,8817	0,6975	0,1919	0,9544
Carboidratos não-fibrosos	55,22	64,26	64,31	58,84	56,24	7,5	0,0332	0,0043	0,9865	0,3710
Nutrientes digestíveis totais ¹	61,04	61,71	63,21	61,67	60,86	3,3	0,4741	0,2221	0,2886	0,5379

¹ NDT = EE digestível + PB digestível + CNF digestível + FDNcp digestível - 7

de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. Suplementos formulados com fontes fibrosas de alta digestibilidade ou com fontes amiláceas promovem desempenho semelhante no período das águas. Suplementos múltiplos à base de grão de sorgo moído proporcionam maior ganho de peso em comparação àqueles à base de grão de milho moído.

Referências

- 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.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. Forage quality, evaluation and utilization. Madison: **American Society of Agronomy**, p.494-531, 1994.
- 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.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.335-342, 2008.
- 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, 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** (Occasional publication). Bucksburnd: Rowett Research Institute, 1992. 21p.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, p.218-225, 2008.
- DEL CURTO, T.; COCHRAN, R.C.; HARMON, D.L. et al. Supplementation of dormant Tallgrass-Prairie forage: 1. Influence of varying supplemental protein and(or) energy levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. **Journal of Animal Science**, v.68, p.515-531, 1990.
- 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.; 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 bi-compartimental 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.
- DOVE, H. The ruminant, the rumen and the pasture resource: nutrient interactions in the grazing animal. In: HODGSON, J.; ILLUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB Internacional, 1996. p.219-246.
- FREEMAN, A.S.; GALYEAN, M.L.; CATON, J.S. Effects of supplemental protein percentage and feeding level on intake, ruminal fermentation, and digesta passage in beef steers fed prairie hay. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1562-1673, 1992.
- 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.
- GRANT, R.J. Influence of corn and sorghum starch on the in vitro kinetics of forage fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.1563-1569, 1994.
- GRIGSBY, K.N.; KERLEY, M.S.; PATERSON, J.A. et al. Site and extent of nutrient digestion by steers feed a low-quality brome grass hay diet with incremental levels of soybean hull substitution. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1941-1949, 1992.
- 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, 2000)
- HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3630-3645, 1991.
- HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: From basic to the bunk. **Journal of Animal Science**, v.75, p.852-867, 1997.
- HUNTINGTON, G.B.; HARMON, D.L.; RICHARDS, C.J. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, suppl., p.E14-E24, 2006.
- JOHNSON, C.R.; REILING, B.A.; MISLEHY, P. et al. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield digestibility, fiber and protein fractions of tropical grasses. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2439-2448, 2001.
- KIM, S.C.; ADESOGAN, A.T.; ARTHINGTON, J.D. Optimizing nitrogen utilization in growing steers fed forage diets suplementes with dried citrus pulp. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2548-2555, 2007.
- KOFARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, v.122, p.122-131, 1992.
- KRYSL, L.J.; BRANDINE, M.E.; CHEEMA, A.U. et al. Influence of soybean meal and sorghum grain supplementation on intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, site and extent of digestion and microbial protein syntthesis in beef steers grazing blue grama rangeland. **Journal of Animal Science**, v.67, p.3040-3050, 1989.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, n.57, p.347-358, 1996.
- LIPPKE, H.; FORBES, T.D.; ELLIS, W.C. Effect of supplements on growth and forage intake by stocker steers grazing wheat pasture. **Journal of Animal Science**, n.78, p.1625-1635, 2000.
- MATEJOVSKY, K.M.; SANSON, D.W. Intake and digestion of low, medium and high-quality grass hays by lambs receiving increasing levels of corn supplementation. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2156-2163, 1995.

- McALLISTER, T.A.; CHENG, J.; RODE, L.M. et al. Use of formaldehyde to regulate digestion of barley starch. **Canadian Journal Animal Science**, v.70, p.581-586, 1990.
- 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: SBZ, 1997. p.131-168.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Lincoln: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- 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.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE, W.E. et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v.77, suppl. 2, p.122-135, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. rev. ed. National Academy Press, Washington, D.C.: 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p.
- NOLLER, C.H.; NASCIMENTO JR., D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1996. p.319-52.
- 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., Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p.93-144.
- PAULINO M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou proteica? 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.
- ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. Factor affection starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1607-1612, 1986.
- SANTOS, G.T., CAVALIERI, F.L.B., MODESTO, E.C. Recentes avanços em nitrogênio não proteico na nutrição vacas leiteiras. In: SINLEITE - NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.225-248.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SINCLAIR, L.A.; GARNWORTHY, J.R.; NEWBOLD, J.R. et al. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen in diets with a similar carbohydrate composition on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. **Journal Agricultural Science**, v.124, p.463-472, 1995.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1997. 1167p.
- STREETER, M.N.; WAGNER, D.G.; HIBBERD, C.A. et al. Effect of variety of sorghum grain on digestion and availability of dry matter and starch in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v.29, p.279-287, 1990.
- THEURER, C. B.; LOZANO, O.; ALIO, A. et al. Steam-processed corn and sorghum grain flaked at different densities alter ruminal, small-intestinal, and total tract digestibility of starch by steers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2824-2831, 1999.
- 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 JÚNIOR, V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. CQBAL 2.0. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 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: UFV, DZO, 2006b. 142p.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. 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.
- WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. **Journal Dairy Science**, 69, n.2, p.617-631, 1986.
- WESTER, T. J.; GRAMLICH, S. M.; BRITTON, R.A. et al. Effects of grain sorghum hybrid on in vitro rate of starch disappearance and finishing performance of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.70, p.2866-2877, 1992.
- ZINN, R.A. Comparative feeding value of steam-flaked corn and sorghum in finishing diets supplemented with or without sodium bicarbonate. **Journal of Animal Science**, v.69, p.905-910, 1991.