

Substituição parcial do milho por fontes energéticas para bovinos de corte em pastejo

Adriano Borges Cardoso⁽¹⁾, Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes⁽²⁾, André Soares de Oliveira⁽²⁾, Joanis Tilemahos Zervoudakis⁽¹⁾, Luciano da Silva Cabral⁽¹⁾, Pedro Ivo José Lopes da Rosa e Silva⁽¹⁾ e Leandro Munhoz Socreppa⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Cuiabá, Avenida Fernando Corrêa da Costa, nº 2.367, Boa Esperança, CEP 78060-900 Cuiabá, MT. E-mail: adrianoborgescardoso@hotmail.com, joanisz@yahoo.com.br, cabralls@ufmt.br, pedroivo-cba@hotmail.com, leandroms@zootecnista.com.br ⁽²⁾Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, Avenida Alexandre Ferronato, nº 1.200, Setor Industrial, CEP 78557-267 Sinop, MT. E-mail: edukling@ufmt.br, andresoli@ufmt.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da substituição parcial do milho por fontes energéticas alternativas, em suplementos concentrados para bovinos de corte mantidos em pasto de *Urochloa brizantha* cultivar Marandu, durante o período das águas, no consumo e na digestibilidade aparente total dos alimentos. Foram utilizados cinco bovinos Nelore com peso médio corporal inicial de 367,8±4,31 kg. Utilizou-se o delineamento experimental quadrado latino 5x5, com cinco animais e cinco tratamentos. Foram avaliados: suplementos concentrados isoproteicos, com 30% de proteína bruta, formulados à base de grãos de milho, de milho e de sorgo, e casca de soja; e um suplemento mineral (controle). Não foram observadas diferenças significativas no consumo de matéria seca (MS) total e de matéria orgânica (MO) entre os animais que receberam suplementação mineral e os que receberam suplementação concentrada; no entanto, estes últimos apresentaram menor (12,28%) consumo de MS de pasto. A suplementação concentrada aumentou o coeficiente de digestibilidade aparente total da MS, da MO, da proteína bruta e dos carboidratos não fibrosos que não foram influenciados pelas fontes de energia. Os grãos de milho e de sorgo e a casca de soja podem ser utilizados em substituição parcial ao milho, na formulação de suplementos concentrados, sem prejudicar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes da dieta.

Termos para indexação: *Brachiaria brizantha*, consumo, digestibilidade, pasto, suplementação concentrada.

Partial replacement of corn by energy sources for beef cattle at pasture

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of the partial replacement of corn by alternative energy sources in concentrate supplements for beef cattle kept on *Urochloa brizantha* cultivar Marandu pasture, during the rainy season, on feed intake and total apparent digestibility. Five Nelore cattle with initial average body weight of 367.8±4.31 kg were used. The experimental design was a 5x5 Latin square, with five animals and five treatments. The following were evaluated: isoproteic concentrate supplements, at 30% crude protein, formulated with corn, millet, and sorghum grains, and soybean hulls; and a mineral supplement (control). No significant differences were observed in total dry matter (DM) and organic matter (OM) intake between the animals fed mineral supplementation and those receiving concentrate supplementation; however, the latter showed the lowest (12.28%) pasture DM intake. Concentrate supplementation increased the coefficient of total apparent digestibility of DM, OM, crude protein, and of non-fiber carbohydrates that were not affected by the energy sources. Millet and sorghum grains, and soybean hulls can be used to partially replace corn in the formulation of concentrate supplements without affecting intake and digestibility of dietary nutrients.

Index terms: *Brachiaria brizantha*, intake, digestibility, pasture, concentrate supplementation.

Introdução

O Brasil apresenta elevado potencial para a produção de biomassa, o que favorece a exploração de bovinos em pastejo. Os sistemas de produção de carne bovina no País, normalmente baseados em pastagens, têm sido pressionados para alcançar maior produtividade,

para melhorar os índices produtivos e reprodutivos e aumentar a produção por área. Assim, há a necessidade de maior uso de alimentos concentrados e de pastagens bem manejadas ao longo do ano.

Durante o período das águas no Cerrado brasileiro, a forragem disponível ao pastejo apresenta amplo crescimento e qualidade superior à daquela disponível

no período seco do ano. Contudo, somente a forragem não atende às exigências do animal. Segundo Tambara (2011), neste período, há um ganho latente que deve ser explorado com o uso de recursos suplementares e que varia de 100 a 400 g por animal por dia em função da quantidade de suplementos concentrados fornecidos.

A associação de fontes energéticas de rápida degradação ruminal com compostos nitrogenados suplementares, em quantidades que não causem restrições significativas sobre o consumo voluntário, pode aumentar o desempenho animal, por fornecer maior quantidade de energia e proteína metabolizável. Entretanto, a proporção exata entre compostos nitrogenados e energéticos nos suplementos ainda deve ser definida.

Nascimento et al. (2010) compararam a casca de soja e o grão de sorgo como fontes alternativas ao milho em suplementos para bovinos de corte, no período das águas, e concluíram que suplementos formulados com fontes fibrosas de alta digestibilidade ou com fontes amiláceas promovem desempenho semelhante. Quanto ao consumo de nutrientes, não observaram efeitos das fontes estudadas sobre os consumos de matéria seca total e de pasto. Carvalho et al. (2009) avaliaram suplementos formulados com casca de soja, grão de sorgo e de milho, em substituição ao milho, e não verificaram diferenças no desempenho dos animais. A inclusão de carboidratos não fibrosos (CNF) em suplementos ofertados a bovinos durante o período das águas tem sido sugerida para permitir melhor assimilação dos compostos nitrogenados de rápida degradação no ambiente ruminal (Detmann et al., 2005a).

No entanto, a forma como os suplementos afetam o ambiente ruminal pode variar com a origem química dos carboidratos presentes no suplemento (Costa et al., 2009). Isso indica que a interação entre a digestão dos concentrados e do pasto pode aumentar, reduzir ou não alterar a digestão da fibra. Neste sentido, são necessários mais estudos para avaliar a interação entre diferentes fontes energéticas e a utilização de forragens tropicais durante o período das águas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da substituição parcial do milho por fontes energéticas alternativas, em suplementos concentrados para bovinos de corte mantidos em pasto de capim-Marandu, durante o período das águas, no consumo e na digestibilidade dos alimentos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte, da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, no Município de Santo Antônio de Leverger, MT (15°47'5"S, 56°04'W, a 140 m de altitude média), pertencente à mesorregião Centro-Sul de Mato Grosso e à microrregião de Cuiabá, entre março e maio de 2012, referente ao período das águas. O experimento teve duração de 70 dias, divididos em cinco períodos experimentais, com 14 dias cada um.

O solo predominante da área experimental é o Plintossolo (textura média, com paisagem de planalto), que apresenta facilidade de infiltração da água e aeração. Na análise do solo da área experimental, na camada de 0–20 cm, obtiveram-se os seguintes resultados para os atributos do solo: pH em H₂O de 6,8; 9,6 mg dm⁻³ de P; 54 mg dm⁻³ de K⁺; 2,8 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 1,5 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0,0 cmol_c dm⁻³ de Al³⁺; 1,7 cmol_c dm⁻³ de H⁺+Al³⁺; soma de bases de 4,5 cmol_c dm⁻³; CTC de 6,2 cmol_c dm⁻³; saturação por bases de 72,7%; 14,0 g dm⁻³ de matéria orgânica; 672 g kg⁻¹ de areia; 120 g kg⁻¹ de silte; e 208 g kg⁻¹ de argila.

Foram utilizados cinco novilhos Nelore, não castrados, com idade e peso corporal (PC) médios iniciais de 22±1,67 meses e 367,8±4,31 kg, respectivamente. Utilizou-se o delineamento experimental quadrado latino 5x5, com cinco animais e cinco tratamentos.

Os animais foram mantidos em área experimental constituída de 1,25 ha, com cinco piquetes de 0,25 ha, formados há cinco anos com a gramínea *Urochloa brizantha* cultivar Marandu (Syn. *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu), com bebedouros e cochos (0,70 m por cabeça) cobertos e com acesso pelos dois lados. A taxa de lotação média no período experimental foi de 3,27 UA ha⁻¹. O pasto foi diferido 90 dias antes do experimento, de dezembro a fevereiro, e foram realizadas duas adubações nitrogenadas (200 kg ha⁻¹ de N) durante a vedação de pasto.

Foram avaliados a suplementação mineral e quatro suplementos concentrados (300 g kg⁻¹ de PB), com diferentes fontes de energia (grão de milho, grão de milho, grão de sorgo e casca de soja), avaliadas em substituição parcial (50%) ao milho (Tabela 1). Os suplementos concentrados foram formulados para conterem aproximadamente 300 g kg⁻¹ de PB (Tabela 2)

e foram fornecidos na quantidade de 1,0 kg por animal por dia às 10:00 h.

A cada período experimental de 14 dias, os animais e os tratamentos foram rotacionados entre os piquetes, para controle de possíveis efeitos de piquetes sobre os tratamentos (disponibilidade de pasto, localização dos bebedouros, do cocho e sombreamento). Os animais foram pesados no início de cada período experimental, e, em seguida, os tratamentos foram aleatoriamente designados aos animais.

A amostragem para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais foi realizada via simulação manual de pastejo a cada período de 14 dias. Essa amostra foi pesada, identificada, levada imediatamente ao freezer e congelada a -20°C, para posterior pré-

secagem, moagem e análises químicas. No primeiro dia de cada período experimental, foi realizada a coleta do pasto para quantificação da massa de matéria seca (MS) e da MS potencialmente digestível (MSpd), por meio do método quadrado (quadrado de 0,25 m², com quatro medições por piquete), com cortes da forragem rente ao solo em local com altura equivalente à média de altura do pasto. Após a coleta, os componentes lâmina foliar, colmo verde+bainha e material senescente foram separados, pesados e armazenados a -20°C, para posterior processamento e análise de MS. A MSpd foi estimada pela equação proposta por Paulino et al. (2004): $MSpd = 0,98 \times (100 - FDN) + (FDN - FDNi)$, em que 0,98 é o coeficiente de digestibilidade verdadeiro do conteúdo celular; FDN é a fibra em detergente neutro; e FDNi é a FDN indigestível.

Utilizou-se o Cr₂O₃ como indicador externo para estimativa da excreção fecal (Burns et al., 1994). Logo após a suplementação, cada animal recebeu 15 g de Cr₂O₃ (acondicionado em cartuchos de papel e introduzido por meio de sonda esofágica) entre o terceiro e o décimo primeiro dia de cada período experimental, sendo os oito primeiros dias de adaptação e quatro dias, para coleta de fezes. Foram realizadas duas coletas de fezes por período experimental (nono, décimo primeiro e décimo segundo dias) em horários diferenciados, às 16:00 h, às 14:00 h e às 8:00 h, respectivamente. As amostras de fezes foram coletadas imediatamente após a defecação ou diretamente no reto dos animais, em quantidades aproximadas de 200 g, identificadas por animal e armazenadas em freezer a -20°C, para posterior pré-secagem, moagem e análises químicas.

Uma amostra composta de fezes, com base no peso seco ao ar, de dois dias de coleta por animal, de cada período experimental, foi armazenada em sacos de plástico, identificada e posteriormente analisada quanto aos teores de cromo, por espectrofotometria de absorção atômica (Kimura & Miller, 1957), de acordo com Detmann et al. (2012). A excreção de MS fecal diária (MSF, kg por dia) foi estimada por meio de indicador óxido crômico, com base na razão entre a quantidade do indicador fornecido (I, g por dia) e a sua concentração nas fezes (CIF, g kgMS⁻¹), tendo-se utilizado a equação: $MSF = (I/CIF)100$.

As estimativas do consumo de MS (CMS) foram obtidas com uso da FDNi como indicador interno e foram quantificadas por procedimento de incubação

Tabela 1. Composição (g kg⁻¹) dos suplementos, com base na matéria seca.

Variável	Suplementos				
	Mineral	Milho	Milheto	Sorgo	Casca de soja
Mistura mineral ⁽¹⁾	100	100	100	100	100
Farelo de soja	-	260	260	260	260
Milho	-	590	295	295	295
Milheto	-	-	295	-	-
Sorgo	-	-	-	295	-
Casca de soja	-	-	-	-	295
Ureia:SA ⁽²⁾ (9:1)	-	50	50	50	50

⁽¹⁾Cálcio (mín.), 198 g kg⁻¹; cálcio (máx.), 206 g kg⁻¹; fósforo (mín.), 60 g kg⁻¹; enxofre (mín.), 12,8 g kg⁻¹; sódio (mín.), 117 g kg⁻¹; magnésio (mín.), 5.100 mg kg⁻¹; cobalto (mín.), 80 mg kg⁻¹; cobre (mín.), 1.000 mg kg⁻¹; manganês (mín.), 527 mg kg⁻¹; ferro (mín.), 348 mg kg⁻¹; iodo (mín.), 30 mg kg⁻¹; selênio (mín.), 10,3 mg kg⁻¹; zinco (mín.), 3.000 mg kg⁻¹; flúor (máx.), 600 mg kg⁻¹. ⁽²⁾Sulfato de amônia.

Tabela 2. Composição química (% da MS) dos suplementos concentrados e do pasto.

Variável ⁽¹⁾	Suplementos				Pasto ⁽²⁾
	Milho	Milheto	Casca de soja	Sorgo	
Matéria seca (%)	94,15	94,15	94,44	94,15	25,26
Matéria orgânica	87,09	86,85	86,18	86,78	92,66
Proteína bruta	31,72	33,30	32,42	31,80	12,35
N insolúvel em DN	1,76	2,39	1,50	2,24	1,34
N insolúvel em DA	0,86	1,23	0,56	1,21	0,17
Extrato etéreo	3,17	3,16	2,28	2,61	1,54
Carboidratos não fibrosos	56,83	53,79	45,17	54,74	24,68
FDN	6,73	10,83	22,06	8,79	62,55
FDNcp	5,34	8,15	16,98	7,08	54,01
FDNi	1,02	1,04	1,30	2,11	14,38

⁽¹⁾DN, detergente neutro; DA, detergente ácido; FDN, fibra em detergente neutro; FDNcp, FDN corrigida para cinzas e proteína; FDNi, FDN indigestível. ⁽²⁾Pastejo simulado.

ruminal *in situ* por 264 horas (Casali et al., 2008), tendo-se utilizado alíquotas processadas em peneira de malha 2,0 mm (Valente et al., 2011). A estimativa do CMS foi realizada com uso da equação: $CMS = \{[(EMSF \times CIF) - IS]/CIFO\} + CMSS$, em que EMSF é a excreção de MSF (kg por dia); CIF é a concentração do indicador nas fezes (kg kg⁻¹); IS é o indicador presente no suplemento (kg por dia); CIFO é a concentração do indicador na forragem (kg kg⁻¹); e CMSS é o consumo de MS de suplemento (kg por dia).

Nas amostras de forragem, concentrados e fezes, determinaram-se as concentrações de MS, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo de acordo com Official Methods of Analysis (Helrich, 1990). Para a análise da concentração de FDN, as amostras foram tratadas com alfa-amilases termoestáveis sem uso de sulfato de sódio, corrigidas para o resíduo de cinzas (Mertens, 2002) e para o resíduo de compostos nitrogenados (Licitra et al., 1997). As análises de FDN foram realizadas em sistema Ankom (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA), para análise de fibras. Foram utilizados sacos de TNT, com dimensões de 5x5 cm, e mantidas relações médias de 14 mg de MS por centímetro cúbico de tecido e de 100 mL de detergente neutro por grama de amostra seca ao ar.

Os teores de CNF corrigidos para cinzas e proteína foram calculados conforme Hall (2000). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados como descrito por Weis (1999), com adaptações. Nas amostras de forragem para quantificação da massa de MS e de MSpd, foram quantificados os teores de MS, FDNi e FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) segundo Official Methods of Analysis (Helrich, 1990).

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental em quadrado latino 5x5, com cinco tratamentos e cinco períodos experimentais, com duração de 14 dias, conforme o modelo: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \varepsilon_{ijk}$, em que μ é a constante geral; α_i é o efeito fixo referente ao tratamento i ; β_j é o efeito aleatório referente ao animal j ; δ_k é o efeito aleatório referente ao período experimental k ; e ε_{ijk} é o erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID (0, σ^2).

Contrastes ortogonais foram usados para partição específica dos efeitos de tratamentos. Os contrastes incluem o efeito do fornecimento do suplemento (suplementação concentrada versus suplementação mineral) e os efeitos da substituição do milho (milho

versus milheto, milho versus casca de soja e milho versus sorgo). Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos por meio do programa SAS (SAS Institute, Cary, NC, EUA), a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As médias de massa de forragem observadas durante o experimento foram de 7,82±0,52, 5,21±0,35, 2,40±0,16, 0,35±0,02, 4,47±0,30 e 0,59±0,04 Mg ha⁻¹, respectivamente, para MS total (MST), MSpd, MS de folha verde, MS de folha seca, MS de colmo verde e MS de colmo seco.

Para garantir o pastejo seletivo, Silva et al. (2009) recomendaram pelo menos 4,5 Mg ha⁻¹ de MS e oferta de 10 a 12% do peso corporal (PC) em MS da forragem. Já Paulino et al. (2004), ao associar produção por animal e por área, sugeriram o fornecimento entre 4 e 5% do PC em MSpd de pasto (entre 40 e 50 g de MSpd por kg de PC). No presente trabalho, a massa média de MSpd foi de 4,5 kg de MSpd por 100 kg de PC por dia, valores correspondentes aos recomendados por esses autores, o que indica que a quantidade de forragem não comprometeu o pastejo seletivo dos animais.

Quanto ao valor nutricional do pasto, observou-se média de 12,35% de PB na MS (Tabela 1), valor superior aos 10% citados por Sampaio et al. (2010) como nível que otimiza a utilização de substratos energéticos da forragem e favorece condições para que os microrganismos ruminais apresentem plena capacidade de degradação dos substratos fibrosos da forragem basal. O teor médio de 55,01% de NDT obtido indica que o pasto pode ser considerado de média a alta qualidade.

Não houve diferença significativa no consumo de MS total e de matéria orgânica entre os animais que receberam suplementação concentrada e os que receberam suplementação mineral (Tabela 3). O consumo de MS pelos animais depende da quantidade e da qualidade da forragem ofertada, ou seja, quanto maior a possibilidade do animal selecionar materiais com maiores proporções de FDNcp, menores os entraves sobre o consumo (Costa et al., 2011). O fornecimento da suplementação concentrada não afetou o consumo voluntário de MS total e matéria orgânica, provavelmente em decorrência da boa qualidade nutricional do pasto.

Entretanto, o fornecimento de suplementos concentrados reduziu em 12,28% (0,97 g de MS de pasto por g de MS de suplemento) o consumo de MS de pasto. Como consequência deste menor consumo de MS de pasto, observou-se menor consumo de FDN para os animais que receberam suplementação concentrada.

A presença de efeito substitutivo sobre o consumo de pasto não é desejada. Isso porque o pasto é o principal recurso nutricional basal para a produção de bovinos nos trópicos e o objetivo principal da suplementação em pastejo é a otimização do uso dos recursos forrageiros basais, com o mínimo de substituição (Detmann et al., 2005b). Efeitos negativos sobre o consumo de MS de pasto com o fornecimento de suplementos concentrados, no período das águas, foram relatados por outros autores, em condições tropicais (Detmann et al., 2005b; Porto et al., 2008; Costa et al., 2011). De forma geral, os efeitos substitutivos com a suplementação concentrada são diretamente proporcionais à qualidade da forragem (Minson, 1990). Contudo, seria desejável que esta substituição assumisse valores inferiores a 1,0 g g⁻¹, com redução do consumo de pasto, mas ampliação do consumo total (Costa et al., 2011).

No tocante à substituição parcial do milho, independentemente das fontes estudadas, não foram verificadas diferenças quanto ao consumo de MS total, de pasto e demais nutrientes avaliados. Resultado similar foi encontrado por Nascimento et al. (2010), que avaliaram o grão de sorgo moído e a casca de soja em substituição ao milho, em suplementos concentrados para bovinos Nelore, no período das águas. Segundo

Silva et al. (2009), independentemente das fontes energéticas utilizadas na formulação de suplementos concentrados, estas têm pouco efeito sobre o consumo de MS total de animais em pastejo.

Os consumos de PB e CNF foram, respectivamente, 15,84 e 11,57% superiores para os animais suplementados com concentrado, em comparação aos que consumiram suplemento mineral (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Nascimento et al. (2010) em bovinos suplementados com grão de sorgo e casca de soja no período das águas. Esses autores relataram que o consumo de PB e CNF entre os animais sob suplementação concentrada foi superior ao dos animais que consumiram suplemento mineral, em razão da contribuição destas frações via suplementação concentrada.

A suplementação concentrada aumentou o coeficiente de digestibilidade aparente total da MS, da matéria orgânica, da PB e dos CNF (Tabela 4), o que indica a presença de efeito positivo da adição de suplementos sobre as digestibilidades destes nutrientes. Este fato pode ter contribuído para maiores teores de NDT nas dietas dos animais que receberam suplementação concentrada, independentemente das fontes energéticas, que não diferiram entre si.

De acordo com Nocek & Russel (1988), se houver deficiência ou ineficiência de utilização da proteína, a digestibilidade de carboidratos pode diminuir. No entanto, o aporte de N via suplementação concentrada potencializou a digestibilidade dos CNF. Além disso, a maior disponibilidade de CNF no rúmen

Tabela 3. Consumo de nutrientes pelos bovinos Nelore em pastejo, suplementados durante o período das águas⁽¹⁾.

Variável ⁽¹⁾	Suplementos					EPM ⁽²⁾	Valor de p dos contrastes ⁽³⁾			
	Mineral	Milho	Milheto	Casca de soja	Sorgo		A	B	C	D
MST (kg por dia)	8,12	8,19	8,04	7,99	8,06	0,452	0,899	0,738	0,650	0,771
MSP(kg por dia)	8,12	7,25	7,09	7,04	7,11	0,452	0,014	0,734	0,650	0,769
MO (kg por dia)	7,51	7,53	7,38	7,34	7,41	0,393	0,769	0,725	0,634	0,769
EE (kg por dia)	0,12	0,14	0,14	0,13	0,13	0,007	0,054	0,585	0,119	0,284
PB (kg por dia)	1,01	1,18	1,17	1,16	1,17	0,078	0,002	0,824	0,711	0,796
FDN (kg por dia)	4,37	3,96	3,87	3,94	3,90	0,200	0,036	0,722	0,922	0,789
CNF (kg por dia)	2,01	2,33	2,28	2,18	2,28	0,155	0,009	0,661	0,197	0,688
MST (g kg ⁻¹ de PC)	20,49	20,53	20,40	20,61	20,70	0,822	0,945	0,918	0,944	0,886
MSP (g kg ⁻¹ de PC)	20,49	18,14	17,97	18,15	18,25	0,809	0,021	0,879	0,993	0,925
ΔMSP (g g ⁻¹)	-	0,99	1,04	0,95	0,92	0,029	0,035	0,848	0,786	0,785
FDN (g kg ⁻¹ de PC)	11,05	9,95	9,86	10,15	10,02	0,425	0,048	0,882	0,747	0,905

⁽¹⁾MST, consumo de matéria seca total; MSP, matéria seca de pasto; MO, matéria orgânica; EE, extrato etéreo; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; CNF, carboidratos não fibrosos; ΔMSP, variação sobre o consumo de matéria seca de pasto em função do consumo de suplementos (g g⁻¹); PC, peso corporal. ⁽²⁾EPM, erro-padrão da média. ⁽³⁾A, suplementação mineral versus suplementação concentrada; B, milho versus milheto; C, milho versus casca de soja; D, milho versus sorgo. N=5.

aumenta a necessidade de suplementação com proteína degradada no rúmen, uma vez que os microrganismos que utilizam estes carboidratos necessitam de aminoácidos e peptídeos para máxima eficiência (Russell et al., 1992).

Os consumos de MS, matéria orgânica, FDN e NDT digestíveis não foram afetados pela suplementação, mas houve aumento no consumo de PB, extrato etéreo e CNF digestíveis para os animais suplementados com concentrado (Tabela 4).

Carvalho et al. (2011) constataram que a inclusão de amido como fonte de energia, para microrganismos do rúmen, favorece o crescimento de bactérias lácticas, o que indica que a fonte de carboidratos de rápida fermentação favorece bactérias fermentadoras de CNF. Este fenômeno, conhecido como “efeito carboidrato”, aumenta a competição por nutrientes essenciais entre os grupos de espécies microbianas (Arroquy et al., 2005). Assim, esse efeito não favorece o uso de fibras insolúveis por bactérias fibrolíticas (Costa et al., 2009; Zorzi et al., 2009), o que leva a uma menor taxa de crescimento e, conseqüentemente, a uma menor capacidade de competição.

No presente trabalho, não houve efeito das fontes energéticas dos suplementos sobre a digestibilidade da FDN, provavelmente em razão do baixo nível de

suplementação fornecido para os animais. Parte da PB (46,87%) do suplemento foi proveniente da ureia, o que pode ter contribuído para diminuir a competição microbiana por nutrientes essenciais. Segundo Costa et al. (2011), fontes de proteína verdadeira aumentam o crescimento de bactérias fermentadoras de CNF, o que pode aumentar a concorrência com bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos. Esses efeitos não são observados quando o nitrogênio é fornecido na forma de ureia.

A ausência de efeito da suplementação sobre o consumo de MS, matéria orgânica, FDN e NDT sugere que o pasto proporcionou alta quantidade de nutrientes digestíveis, pois, mesmo tendo recebido apenas suplementação mineral, os animais ingeriram quantidades de NDT semelhantes a suplementação concentrada. Possivelmente, o efeito substitutivo de pasto pelo suplemento concentrado também contribuiu para a ausência do efeito aditivo do suplemento sobre o consumo destes nutrientes digestíveis.

Os animais que receberam suplementação apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade total da PB e dos CNF do que os animais sem suplementação. Costa et al. (2011), ao avaliarem os efeitos de diferentes formas químicas de compostos nitrogenados (proteicos e não proteicos)

Tabela 4. Digestibilidade aparente total e consumo dos componentes digestíveis da dieta em bovinos Nelore em pastejo, suplementados durante o período das águas⁽¹⁾.

Variável ⁽¹⁾	Suplemento					EPM ⁽²⁾	Valor de p dos contrastes ⁽³⁾			
	Mineral	Milho	Milheto	Casca de soja	Sorgo		A	B	C	D
	Digestibilidade aparente (%)									
MS	54,52	58,34	58,73	58,91	58,33	2,205	0,017	0,838	0,768	0,997
MO	56,98	59,60	60,95	61,15	60,76	1,933	0,031	0,486	0,423	0,550
EE	40,31	52,35	53,31	51,49	51,24	5,181	0,054	0,892	0,905	0,877
PB	58,75	66,11	64,59	66,11	64,35	2,910	0,001	0,425	0,996	0,359
FDN	58,43	58,01	59,78	58,45	57,76	1,889	0,968	0,434	0,842	0,914
CNF	55,01	60,61	62,37	65,09	65,44	2,954	0,004	0,497	0,131	0,108
NDT	53,83	56,86	58,11	58,15	57,77	1,601	0,017	0,499	0,486	0,622
	Consumo de componentes digestíveis (kg por dia)									
MS	4,47	4,80	4,77	4,73	4,71	0,424	0,314	0,940	0,863	0,800
MO	4,31	4,50	4,53	4,51	4,51	0,359	0,472	0,927	0,986	0,995
EE	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,009	0,039	1,000	0,489	0,602
PB	0,60	0,78	0,76	0,77	0,75	0,082	0,002	0,695	0,883	0,466
FDN	2,57	2,31	2,32	2,31	2,25	0,175	0,098	0,959	0,976	0,747
CNF	1,11	1,40	1,45	1,43	1,50	0,151	0,003	0,687	0,806	0,406
NDT	4,41	4,67	4,70	4,66	4,65	0,365	0,353	0,928	0,991	0,973

⁽¹⁾MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; EE, extrato etéreo; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; CNF, carboidratos não fibrosos; NDT, nutrientes digestíveis totais. ⁽²⁾EPM, erro-padrão da média. ⁽³⁾A, suplementação mineral versus suplementação concentrada; B, milho versus milheto; C, milho versus casca de soja; D, milho versus sorgo. N=5.

e de carboidratos (amiláceos e fibra solúvel), em bovinos durante o período das águas, observaram que a suplementação não alterou os coeficientes de digestibilidade total de MS, matéria orgânica, FDNep e o teor dietético de NDT; porém, os animais sob suplementação apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade total da PB e dos CNF do que os animais sem suplementação, como observado no presente trabalho.

Conclusões

1. Os grãos de milho e de sorgo e a casca de soja podem ser utilizados em substituição parcial ao milho, na formulação de suplementos concentrados, sem prejudicar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes da dieta.

2. Independentemente da fonte energética, o fornecimento de suplementos concentrados causa efeito substitutivo e reduz o consumo de matéria seca de pasto no período das águas.

Referências

- ARROQUY, J.I.; COCHRAN, R.C.; NAGARAJA, T.G.; TITGEMEYER, E.C.; JOHNSON, D.E. Effect of types of non-fiber carbohydrate on in vitro forage fiber digestion of low-quality grass hay. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, p.93-106, 2005. DOI: 10.1016/j.anifeeds.2005.01.012.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: America Society of Agronomy, 1994. p.494-531.
- CARVALHO, D.M.G. de; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABAL, L. da S.; PAULA, N.F. de; MORAES, E.H.B.K. de; OLIVEIRA, A.A. de; KOSCHECK, J.F.W. Fontes de energia em suplementos múltiplos para recria de bovinos em pastejo no período da seca: desempenho e análise econômica. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, p.760-773, 2009.
- CARVALHO, I.P.C. de; DETMANN, E.; MANTOVANI, H.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S. de C.; COSTA, V.A.C.; GOMES, I.D. Growth and antimicrobial activity of lactic acid bacteria from rumen fluid according to energy or nitrogen source. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1260-1265, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000600014.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. de C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. 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. DOI: 10.1590/S1516-35982008000200021.
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S. de C.; CARVALHO, I.P.C. de; MONTEIRO, L.P. Consumo e digestibilidade em bovinos em pastejo durante o período das águas sob suplementação com fontes de compostos nitrogenados e de carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1788-1798, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000800024.
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. de C.; PAULINO, M.F.; HENRIQUES, L.T.; MANTOVANI, H.C. Degradação in vitro da fibra em detergente neutro de forragem tropical de alta qualidade em função da suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1803-1811, 2009. DOI: 10.1590/S1516-35982009000900024.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; VALADARES FILHO, S. de C.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L. da S.; LEÃO, M.I.; LANA, R. de P.; PONCIANO, N.J. 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. DOI: 10.1590/S1516-35982005000400035.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S. de C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L. da S.; GONÇALVES, L.C.; VALADARES, R.F.D. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante 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. DOI: 10.1590/S1516-35982005000400036.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A. de; VALADARES FILHO, S. de C.; QUEIROZ, A.C. de; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E. de O.S.; CABRAL, L. da S.; PINA, D. dos S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. (Ed.). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.
- HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis**. Gainesville: University of Florida, 2000. 77p. (Institute of Food and Agricultural Sciences. Bulletin, 339).
- HELRICH, K. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed. Arlington: AOAC, 1990. 2v.
- KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.5, p.216-216, 1957. DOI: 10.1021/jf60073a008.
- 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, 1997. DOI: 10.1016/0377-8401(95)00837-3.
- MERTENS, D.R.; ALLEN, M.; CARMANY, J.; CLEGG, J.; DAVIDOWICZ, A.; DROUCHES, M.; FRANK, K.; GAMBIN, D.; GARKIE, M.; GILDEMEISTER, B.; JEFFRESS, D.; JEON, C.S.; JONES, D.; KAPLAN, D.; KIM, G.N.; KOBATA, S.; MAIN, D.; MOUA, X.; PAUL, B.; ROBERTSON, J.; TAYSOM, D.; THIEX, N.; WILLIAMS, J.; WOLF, M. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- NASCIMENTO, M.L. do; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S. de C.; HENRIQUES, L.T. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos em pastejo durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.861-872, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000400023.
- NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Proteins and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2070-2107, 1988. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(88)79782-9.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M. de; MORAES, E.H.B.K. de; PORTO, M.O.; SALES, M.F.L.; ACEDO, T.S.; VILLELA, S.D.J.; VALADARES FILHO, S. de C. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa. **Anais**. Viçosa: Ed. da UFV, 2004. p.93-144.
- PORTO, M.O.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S. de C.; SALES, M.F.L.; DETMANN, E.; CAVALI, J. Formas de utilização do milho em suplementos para novilhos na fase de terminação em pastagem no período das águas: desempenho e parâmetros nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2251-2260, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008001200024.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VANSOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; SOUZA, M.A. de; LAZZARINI, I.; PAULINO, P.V.R.; QUEIROZ, A.C. de. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, p.1471-1479, 2010. DOI: 10.1007/s11250-010-9581-7.
- SILVA, F.F. da; SÁ, J.F. de; SCHIO, A.R.; ÍTAVO, L.C.V.; SILVA, R.R.; MATEUS, R.G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, 2009. Suplemento especial. DOI: 10.1590/S1516-35982009001300037.
- TAMBARA, A.A.C. **Estudo meta-analítico do desempenho de bovinos de corte em pastagens tropicais**. 2011. 333p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C. de; VALADARES FILHO, S. de C.; GOMES, D.I.; FIGUEIRAS, J.F. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2565-2573, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011001100039.
- WEIS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings**. Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.
- ZORZI, K.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C. de; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C.; BAYÃO, G.F. In vitro degradation of neutral detergent fiber of high-quality tropical forage according to supplementation with different nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.964-971, 2009. DOI: 10.1590/S1516-35982009000500025.

Recebido em 1 de fevereiro de 2013 e aprovado em 28 de agosto de 2013