

# Influência de fontes de nitrogênio no consumo e digestibilidade aparente total e parcial de novilhos alimentados com cana-de-açúcar

Roselene Nunes da Silveira, Telma Teresinha Berchielli\*, Roberta Carrilho Canesin, Juliana Duarte Messana, Ricardo Andrade Reis e Kleber Tomás de Resende

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellani, Km 5, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: [ttberchi@fcav.unesp.br](mailto:ttberchi@fcav.unesp.br)

**RESUMO.** Objetivou-se, com este trabalho, avaliar os efeitos de fontes de nitrogênio, utilizando-se como volumoso a cana-de-açúcar, suplementada com ureia, glúten de milho-60 ou farelo de soja, sobre o consumo e a digestibilidade aparente total e parcial, em novilhos mestiços. Os tratamentos foram: cana-de-açúcar, cana-de-açúcar suplementada com ureia, glúten de milho-60 ou farelo de soja. Foram utilizados oito novilhos canulados no rúmen e duodeno, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4. Para se determinar a digestibilidade aparente no trato digestivo total foi utilizada a coleta total de fezes. As determinações das digestibilidades ruminal e intestinal e dos fluxos diários de matéria seca foram estimadas por meio da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como marcador de fluxo duodenal. Os consumos de MS, MO, PB, EE, ED, FDN, FDA e CT foram influenciados ( $p < 0,05$ ) pelas fontes de nitrogênio, sendo observado consumo inferior nos animais alimentados exclusivamente com cana-de-açúcar em relação aos animais alimentados com as demais rações experimentais. Entretanto, as fontes de nitrogênio não afetaram o consumo de NDT. As digestibilidades aparente total, ruminal e intestinal dos nutrientes não foram influenciadas pela adição de fontes de nitrogênio, com exceção da matéria seca e da proteína bruta.

**Palavras-chave:** digestibilidade intestinal, digestibilidade ruminal, farelo de soja, fibra detergente ácido indigestível, glúten de milho-60, ureia.

**ABSTRACT.** **Effects of nitrogen sources in the intake, total and partial digestibility of steers feeding on sugarcane.** The objective of this work was to evaluate the effect of nitrogen sources, using sugarcane supplemented with urea, corn gluten meal-60 or soybean meal. It was evaluated Intake, total and partial apparent digestibility were evaluated using four rumen and duodenal cannulated crossbred steers. The treatments were evaluated in a 4 x 4 Latin square design. The total feces were collected to determine the apparent digestibility on the total intestinal tract. The indigestible acid detergent fiber (iADF) was used as marker of duodenal flux to determine ruminal and intestinal digestibility and dry matter daily flux. The DM, OM, CP, EE, DE, NDF, ADF and TC intakes and digestibility rates were influenced by nitrogen sources, and lower intake was observed in animals fed exclusively with cane sugar compared to animals fed the other experimental diets. Meanwhile the sources of nitrogen did not affect the total digestible nutrients (TDN) values. The RDP sources did not affect the total, ruminal, and intestinal nutrients apparent digestibility. However, the total, ruminal, and intestinal dry matter, and protein apparent digestibility were affected by the RDP sources.

**Key words:** intestinal digestibility, ruminal digestibility, soybean meal, acid detergent insoluble fiber, corn gluten meal-60, urea.

## Introdução

O Brasil é atualmente o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, açúcar e maior exportador de açúcar e álcool. A produção em tecnologia avançada e as características climáticas e de solos ideais para o plantio dessa cultura fazem com que o custo de produção no Brasil seja

menor. Além da extensa utilização pela indústria sucroalcooleira, a cana-de-açúcar tem sido amplamente utilizada na alimentação de bovinos por apresentar cultivo simples e elevada capacidade de produção de matéria seca por unidade de área, tornando-se alimento de grande interesse dos produtores.

A cana-de-açúcar, alimento rico em energia de rápida disponibilidade no rúmen (alto teor de açúcar), tem como principais limitações os baixos teores de proteína e minerais, além de alto teor de fibra de baixa degradação ruminal (MORAES et al., 2008).

De acordo com Souza et al. (2002), a digestão da fibra é afetada pelo teor de nitrogênio das dietas, principalmente quando baseadas em forragens de baixa qualidade. A disponibilidade de nitrogênio na dieta limitaria a atividade ruminal, afetando a ingestão e a digestibilidade dos nutrientes.

As fontes de nitrogênio variam não só quanto à solubilidade ruminal, bem como quanto à taxa de degradação. A adequação da dieta em proteína degradável no rúmen é fundamental para se maximizar a atividade microbiana, potencializar a degradação da fibra e, conseqüentemente, a produção de proteína microbiana (AFRC, 1993).

O farelo de soja é fonte de proteína de alta degradabilidade ruminal em dietas à base de alimentos com elevado teor de carboidratos fibrosos potencialmente digestíveis, mas de lenta taxa de degradação ruminal, podendo ocorrer desacoplamento energia-proteína e, conseqüentemente, acúmulo de amônia, que será excretada pela urina. Enquanto, o glúten de milho-60 é fonte proteica de baixa degradabilidade ruminal que visa ao atendimento das exigências de proteína metabolizável (BRANCO et al., 2004) e, segundo Cabral et al. (2000), a utilização de fontes proteicas de lenta degradação no rúmen pode trazer benefícios e aumentar a eficiência de utilização de nitrogênio pelo animal.

Por outro lado, a ureia é fonte de nitrogênio não-proteico, largamente utilizada na alimentação de ruminantes. A grande vantagem de sua utilização advém do fato de que o ruminante, por meio dos microrganismos do rúmen, pode satisfazer suas exigências em proteína a partir do nitrogênio não-proteico, quando o nível de produção é moderado.

Dessa forma, o presente estudo avaliou a influência de fontes de nitrogênio sobre o consumo e a digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal dos nutrientes de novilhos mestiços, utilizando como volumoso a cana-de-açúcar.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo.

Foram utilizados oito novilhos mestiços (Europeu x Zebu), canulados no rúmen e duodeno, com peso vivo médio inicial de 410 kg e

aproximadamente 26 meses de idade. Os animais foram alojados em baias com cochos individuais e bebedouros comuns às duas baias. Todos os animais foram tratados contra endo e ectoparasitas, no início do experimento. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental.

O experimento foi composto pelos seguintes tratamentos: cana-de-açúcar sem suplementação (CN) e cana-de-açúcar suplementada com diferentes fontes de N: ureia (CNUR), glúten de milho-60 (CNGL) e farelo de soja (CNFS). A cana-de-açúcar utilizada foi a cultivar SP 80-339 com 12 meses de rebrota e com características agrônômicas de alta produtividade (114 t ha<sup>-1</sup>), maturação média a tardia e alto teor de sacarose. A cana foi cortada manualmente a cada dois dias e picada mecanicamente, imediatamente antes do fornecimento aos animais, em partículas de aproximadamente 1,5 cm. No momento de fornecimento do alimento ao animal, as fontes de nitrogênio eram adicionadas sobre a cana-de-açúcar picada. A água foi fornecida à vontade, e todos os animais receberam aproximadamente 50 g de sal mineral, fornecido juntamente com as rações. A composição para cada 1 kg do sal mineral comercial foi de: Ca máx.: 180 g; I: 90 mg; P mín.: 130 g; Mg: 2.000 mg; Zn: 5.270 mg; Co: 100 mg; F: 1.300 mg; Cu máx.: 1.250 mg; Veículos q.s.p.: 1.000 g; Fe: 2.200 mg; Solubilidade do P em ácido cítrico a 2% mín.: 95%; Se: 15 mg.

As rações experimentais foram isoenergéticas e isoproteicas, considerando-se as exigências de proteína bruta para manutenção, de acordo com o AFRC-Agricultural and Food Research Council (1993), baseando-se no N endógeno basal que inclui perdas urinárias endógenas e parte do N metabólico fecal, mais perdas por descamação de tecidos e pelos, admitindo-se eficiência de utilização igual a um. No entanto, para que a ração composta por ureia tivesse a mesma relação N:S, houve adição de sulfato de amônio na proporção de 9:1, e para se suprir o déficit de energia, foi utilizado o amido de milho.

O alimento foi fornecido uma vez ao dia, às 7h, ajustando-se sobras em aproximadamente 10% do oferecido por animal. Após o período de adaptação dos animais à ração, estes foram distribuídos em dois quadrados latinos com quatro tratamentos CN, CNUR, CNGL e CNFS.

A composição química dos alimentos das dietas encontra-se na Tabela 1, e a composição percentual e química das dietas, de acordo com os tratamentos, está indicada na Tabela 2.

**Tabela 1.** Composição química e estimativa da proteína degradável no rúmen (PDR) dos ingredientes das dietas.**Table 1.** Chemical composition and estimated degradable protein in the rumen (RDP) of ingredients of the diets.

Ingredientes	MS (%)	MO	PB	MM	FDN	FDA	EE	CT <sup>1</sup>	LIG	EB	PDR <sup>2</sup>
Ingredients	DM (%)	OM	CP	MM	NDF	ADF	EE	TC	LIG	GE	RDP
Cana-de-açúcar	25,32	96,54	2,96	3,46	58,07	35,20	1,01	92,57	4,71	3,48	61
Sugarcane											
Farelo de soja	91,33	93,64	57,03	6,36	10,25	7,10	2,41	34,20	0,21	3,91	69
Soybean meal											
Glúten de milho-60	92,18	97,72	53,84	2,28	3,76	1,53	0,87	43,01	0,16	3,78	30
Corn gluten meal-60											
Amido <sup>3</sup>	89,39	98,65	0,55	0,13	-	-	0,18	99,14	-	4,02	-
Starch											
Ureia	97,38	-	275	-	-	-	-	-	-	-	100
Urea											

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; MM = matéria mineral; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EE = extrato etéreo; CT = Carboidratos totais; LIG = lignina; EB = energia bruta (kcal kg<sup>-1</sup> MS). <sup>1</sup>CT = 100 - (%PB + %EE + %Cinzas), Sniffen et al. (1992). <sup>2</sup>%PB descritos por Silveira et al. (2009). <sup>3</sup>Valores provenientes de Rostagno et al. (1992).

DM = dry matter; OM = organic matter; CP = crude protein; MM = mineral matter; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber; EE = ether extract; TC = total carbohydrates; LIG = lignin; GE = gross energy (kcal kg<sup>-1</sup> DM). <sup>1</sup>TC = 100 - (%CP + %EE + % Mineral matter) Sniffen et al. (1992). <sup>2</sup>%CP Silveira et al. (2009). <sup>3</sup>Rostagno et al. (1992).

**Tabela 2.** Composição percentual e química das rações (%MS) e ingestão de proteína degradável no rúmen (IPDR).**Table 2.** Chemical and ingredient composition (%DM) of diets, and degradable protein intake in the rumen (DPIR).

Ingredientes (%MS)	Tratamentos			
	Treatments			
Ingredients (%DM)	CN	CNUR	CNGL	CNFS
	SC	SCUR	SCCGM	SCSBM
Cana-de-açúcar	86,16	83,04	84,36	84,77
Sugarcane				
Farelo de soja	-	-	-	8,34
Soybean meal				
Glúten de milho-60	-	-	9,05	-
Corn gluten meal-60				
Ureia	-	1,73	-	-
Urea				
Sulfato de Amônio	-	0,18	-	-
Ammonium sulfate				
Amido	13,84	15,05	6,59	6,89
Starch				
Nutrientes (%MS)				
Nutrients (%DM)				
Matéria seca	34,19	36,16	35,59	35,24
Dry matter				
Proteína bruta	2,55	7,22	7,26	7,27
Crude protein				
Extrato etéreo	0,89	0,87	0,94	1,07
Ether extract				
Fibra em detergente neutro	50,01	48,22	49,33	50,08
Neutral detergent fiber				
Fibra em detergente ácido	30,32	29,23	29,83	30,43
Acid detergent fiber				
Energia metabolizável (Mcal) <sup>1</sup>	355,47	349,48	354,27	355,31
Metabolizable energy (Mcal)				
IPDR (g dia <sup>-1</sup> )	53,68	246,75	143,81	241,06
DPIR (g day <sup>-1</sup> )				

CN = Cana-de-açúcar; CNUR = Cana-de-açúcar + ureia; CNGL = Cana-de-açúcar + glúten de milho - 60; CNFS = Cana-de-açúcar + farelo de soja. <sup>1</sup>EM = ED\*0,82 SC = sugarcane; SCUR = sugarcane + urea; SCCGM = sugarcane + corn gluten meal-60; SCSBM = sugarcane + soybean meal. <sup>2</sup>ME=DE\*0,82

O cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizado, segundo Sniffen et al. (1992), em que o valor de consumo de NDT (cNDT) foi dividido pelo consumo de matéria seca, segundo a equação:

$$cNDT = (cPB - fPB) + 2,25(cEE - fEE) + (cCT - fCT)$$

em que:

cPB, cEE e cCT são os consumos de PB, EE e CT, respectivamente;

fPB, fEE e fCT são os teores de PB, EE e CT nas fezes.

O experimento foi dividido em quatro períodos experimentais com duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais às dietas e sete dias para as colheitas de fezes, digesta duodenal e sobras.

As sobras foram retiradas e pesadas, diariamente, antes da alimentação, para o cálculo do consumo de matéria seca (CMS). Para se determinar a digestibilidade aparente no trato digestivo total, foi utilizada a coleta total de fezes.

Do 15º ao 21º dia de cada período, os animais foram alojados em gaiolas de digestibilidade, com piso ripado de madeira, com cochos apropriados para o fornecimento de alimento e bandeja para coleta de fezes.

As amostras de fezes foram coletadas diariamente às 7h, nas bandejas coletoras, homogeneizadas e amostradas por animal e por período, em quantidade de aproximadamente 500 g, sendo então congeladas até o término do período experimental e, em seguida, submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 55°C, durante 48h, sendo, posteriormente, moídas em moinho provido de peneira com crivos de 1 mm, retirando-se uma subamostra para se formar uma amostra composta para análise dos nutrientes.

Para determinação da digestibilidade parcial foram coletadas amostras de digesta duodenal, via cânula, durante quatro dias, sendo três coletas por dia, a intervalos de 8h, com intervalo de 6h entre dias, a fim de que, no final de quatro dias, fossem obtidas 12 amostras de digesta duodenal, por animal, conforme metodologia descrita por Calsamiglia et al. (1995).

Essas amostras foram pré-secadas em estufa ventilada a 55°C, por 96h logo após as coletas e moídas em moinho provido de peneira com crivos de 2 mm. Logo após, foi elaborada uma amostra composta por animal, em cada período de coleta, com base no peso seco de cada subamostra. As amostras compostas foram devidamente acondicionadas em recipientes e, posteriormente, submetidas às análises laboratoriais.

As amostras dos alimentos, sobras, digesta duodenal e fezes foram analisadas para matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e lignina, de acordo com Silva e Queiróz (2002).

A fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) foram analisadas de acordo com método de Van Soest e Robertson (1985), utilizando o aparelho ANKOM<sup>200</sup>. A energia

bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica adiabática e a proteína bruta pelo método de Dumas (ETHERIDGE et al., 1998).

As digestibilidades e os fluxos diários de MS no duodeno foram determinados, utilizando-se como indicador interno a fibra detergente ácida indigestível (FDAi), obtida pelo método *in vitro*, após 144h de incubação (BERCHIELLI et al., 2000). Para os cálculos de fluxo de MS duodenal, utilizou-se a equação descrita por Berchielli et al. (1998):

$$\text{Fluxo de MS duodenal} = \frac{\text{MS fecal} \times \% \text{FDA indigestível na MS fecal}}{\% \text{FDA indigestível na MS duodenal}}$$

Para a análise estatística dos resultados, utilizou-se o delineamento experimental com dois quadrados latinos 4 x 4, com quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais cada. A análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância, foram obtidas, utilizando-se o pacote estatístico SAS Institute (1999).

As médias foram também submetidas à análise de contrastes ortogonais, considerando-se os seguintes contrastes: comparação do tratamento cana-de-açúcar exclusiva (CN) em relação aos demais tratamentos que continham as fontes de proteínas (CN x CNUR, CNGL, CNFS); comparação do tratamento com cana-de-açúcar adicionada de farelo de soja em relação aos outros tratamentos com as diferentes fontes proteicas (CNFS x CNGL, CNUR) e comparação do tratamento com cana-de-açúcar adicionada de glúten de milho-60 em relação ao tratamento com ureia (CNGL x CNUR). Foram considerados 5% como nível de significância e até 20% como tendência ( $p < 0,20$ ).

## Resultados e discussão

A presença de nitrogênio influenciou o consumo dos animais (Tabela 3), cujas ingestões de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia digestível (ED), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e carboidratos totais (CT) foram inferiores nos animais alimentados exclusivamente com cana-de-açúcar ( $p < 0,05$ ) em relação aos animais alimentados com as demais rações experimentais. Entretanto, as fontes de nitrogênio não afetaram a ingestão de nutrientes digestíveis totais (NDT). Os tratamentos com CNUR, CNGL e CNFS não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ) quanto ao consumo de MS, MO, EB, FDN, FDA e CT.

**Tabela 3.** Média do consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos totais, nutrientes digestíveis totais, observados em novilhos mestiços alimentados com cana-de-açúcar suplementada com diferentes fontes de nitrogênio.

**Table 3.** Average intake of dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, gross energy, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, total carbohydrates, total digestible nutrients, observed in crossbred steers fed with sugarcane supplemented with different sources of nitrogen.

Consumo Intake	Dieta Diet					CV VC	Contraste Contrast		
	CN SC	CNUR SCUR	CNGL SCCGM	CNFS SCSBM	Médias Means		1	2	3
	Matéria seca Dry matter						P <sup>1</sup>		
kg dia <sup>-1</sup>	3,29 <sup>B</sup>	4,58 <sup>A</sup>	4,76 <sup>A</sup>	4,97 <sup>A</sup>	4,40	13,73	<0,01	0,27	0,57
kg day <sup>-1</sup>									
% PV	0,88	1,12	1,16	1,21	-	-	-	-	-
% BW									
g kg <sup>-0,75</sup>	39,40	50,27	52,24	54,55	-	-	-	-	-
	Matéria orgânica Organic matter								
kg dia <sup>-1</sup>	3,18 <sup>B</sup>	4,44 <sup>A</sup>	4,61 <sup>A</sup>	4,79 <sup>A</sup>	4,26	13,72	<0,01	0,30	0,58
kg day <sup>-1</sup>									
% PV	0,78	1,08	1,12	1,17	-	-	-	-	-
% BW									
g kg <sup>-0,75</sup>	34,90	48,73	50,60	52,57	-	-	-	-	-
	Proteína bruta Crude protein								
kg dia <sup>-1</sup>	0,086 <sup>D</sup>	0,330 <sup>C</sup>	0,345 <sup>B</sup>	0,361 <sup>A</sup>	0,28	24,29	<0,01	<0,01	<0,01
kg day <sup>-1</sup>									
% PV	0,014	0,077	0,077	0,077	-	-	-	-	-
% BW									
g kg <sup>-0,75</sup>	0,66	1,87	2,85	3,73	-	-	-	-	-
	Extrato etéreo Ether extract								
kg dia <sup>-1</sup>	0,03 <sup>B</sup>	0,04 <sup>AB</sup>	0,07 <sup>A</sup>	0,06 <sup>AB</sup>	0,05	38,20	<0,01	0,91	<0,01
kg day <sup>-1</sup>									
% PV	0,007	0,010	0,017	0,015	-	-	-	-	-
% BW									
g kg <sup>-0,75</sup>	0,33	0,44	0,77	0,66	-	-	-	-	-
	Energia bruta Gross energy								
kg dia <sup>-1</sup>	0,10 <sup>B</sup>	0,14 <sup>A</sup>	0,17 <sup>A</sup>	0,18 <sup>A</sup>	0,15	15,23	<0,01	0,04	0,06
kg day <sup>-1</sup>									
% PV	0,02	0,03	0,04	0,04	-	-	-	-	-
% BW									
g kg <sup>-0,75</sup>	1,10	1,54	1,87	1,98	-	-	-	-	-
	Fibra em detergente neutro Neutral detergent fiber								
kg dia <sup>-1</sup>	1,02 <sup>B</sup>	1,41 <sup>A</sup>	1,44 <sup>A</sup>	1,54 <sup>A</sup>	1,35	13,88	<0,01	0,17	0,81
kg day <sup>-1</sup>									
% PV	0,25	0,34	0,35	0,37	-	-	-	-	-
% BW									
g kg <sup>-0,75</sup>	3,89	5,40	5,49	5,88	-	-	-	-	-
	Fibra em detergente ácido Acid detergent fiber								
kg dia <sup>-1</sup>	0,68 <sup>B</sup>	0,94 <sup>A</sup>	0,96 <sup>A</sup>	1,04 <sup>A</sup>	0,90	13,37	<0,01	0,11	0,71
kg day <sup>-1</sup>									
% PV	0,17	0,23	0,23	0,25	-	-	-	-	-
% BW									
g kg <sup>-0,75</sup>	7,46	10,32	10,54	11,41	-	-	-	-	-
	Carboidratos totais Total carbohydrates								
kg dia <sup>-1</sup>	3,11 <sup>B</sup>	4,22 <sup>A</sup>	4,18 <sup>A</sup>	4,40 <sup>A</sup>	3,98	12,09	<0,01	0,36	0,84
kg day <sup>-1</sup>									
% PV	0,76	1,03	1,02	1,07	-	-	-	-	-
% BW									
g kg <sup>-0,75</sup>	30,73	46,31	45,88	48,29	-	-	-	-	-
	Nutrientes digestíveis totais Total digestible nutrients								
kg dia <sup>-1</sup>	2,80	2,95	3,14	3,22	3,03	24,96	0,33	0,60	0,63
kg day <sup>-1</sup>									
% PV	0,68	0,72	0,77	0,78	-	-	-	-	-
% BW									
g kg <sup>-0,75</sup>	30,73	32,38	34,46	35,34	-	-	-	-	-

CN = cana-de-açúcar; CNUR = cana-de-açúcar + ureia; CNGL = cana-de-açúcar + glúten de milho 60; CNFS = cana-de-açúcar farelo de soja; CV = coeficiente de variação; <sup>1</sup>Probabilidade. 1 - CN x CNUR, CNGL, CNFS; 2 - CNFS x CNGL, CNUR; 3 - CNGL x CNUR.  
SC = sugarcane; SCUR = sugarcane + urea; SCCGM = sugarcane + corn gluten meal-60; SCSBM = sugarcane + soybean meal; CV = coefficient of variation; <sup>1</sup>Probability. 1 - SC x SCUR, SCCGM, SCSBM; 2 - SCSBM x SCCGM, SCUR; 3 - SCCGM x SCUR.

O baixo consumo de MS observado em todos os tratamentos pode ser explicado, provavelmente, pela baixa degradação ruminal da fibra e pelo alto valor da fração C normalmente observado na cana-de-açúcar, o que permite concluir que houve baixa digestibilidade da fibra. Carmo et al. (2001) evidenciaram que a fração C na cana-de-açúcar representou 39,8% da MS e 70,8% da FDN. Portanto, a fibra da cana causa redução na taxa de passagem, limitando o consumo pelo enchimento do rúmen, em consequência do acúmulo de fibra não-digerível neste compartimento (PEREIRA et al., 2001). Tal fato pode ter ocorrido no presente trabalho, pois, ao se observar o rúmen dos animais durante o período experimental, verificou-se que este estava sempre repleto de alimento.

Em relação ao consumo de PB, todos os tratamentos diferiram ( $p < 0,05$ ), com o menor valor no tratamento com CN ( $0,086 \text{ kg dia}^{-1}$ ), seguidos pelo CNUR ( $0,330 \text{ kg dia}^{-1}$ ), CNGL ( $0,345 \text{ kg dia}^{-1}$ ), sendo observado maior consumo nos animais do tratamento CNFS ( $0,361 \text{ kg dia}^{-1}$ ). A variação observada entre os outros tratamentos (CNUR, CNGL e CNFS) pode estar associada à baixa aceitabilidade tanto da ureia quanto do glúten de milho-60 que podem ter contribuído para a obtenção de menores consumos dos animais destes tratamentos, e o menor consumo para CN foi pela não-suplementação proteica.

O consumo reduzido de EE expressos nas diferentes formas pode ser explicado pelo nível elevado de volumoso na dieta, o que concorda com os resultados obtidos por Signoretti et al. (1999) e Silva et al. (2007a), que observaram declínio no consumo de EE, à medida que o nível de volumoso aumentava nas dietas.

Observa-se que as fontes de PDR não influenciaram os coeficientes de digestibilidade total da MO, ED, FDN, FDA, apresentando diferença estatística apenas em relação à MS, PB e EE. Os resultados de digestibilidade da FDA são maiores que da FDN, o que foi observado em todos os resultados, mesmo quando se trabalhou com coleta total de fezes, fato este que não foi possível explicar.

A digestibilidade total da MS com CN (56,2%) foi maior do que nos animais alimentados com CNUR (50,8%), provavelmente pela maior disponibilidade ruminal de nitrogênio deste tratamento e, consequentemente, quantidade maior de  $\text{N-NH}_3$  ruminal do que os microrganismos podem utilizar (PRESTON, 1986). Enquanto a dieta com baixo teor proteico (CN) provavelmente apresentou maior reciclagem de nitrogênio para o rúmen.

Segundo Silveira et al. (2009), os valores médios de concentrações de  $\text{N-NH}_3$  ruminal ( $\text{mg N-NH}_3 \text{ 100 mL}^{-1}$  de líquido ruminal) e degradabilidade efetiva da FDN de animais que receberam as dietas CN; CNUR; CNGL e CNFS foram respectivamente de 18,09 e 36,28%; 66,86 e 31,08%; 27,90 e 34,71%; 39,24 e 43,21%. De acordo com os resultados obtidos por este autor, observa-se que animais alimentados com CNUR apresentaram pico de produção de nitrogênio amoniacal ruminal, 2h após a alimentação, pois, apesar de apresentar o valor médio mais elevado de  $\text{N-NH}_3$ , a degradabilidade efetiva da FDN foi o menor valor apresentado para este tratamento.

Para se fortalecer a hipótese acima, ao se observar a digestibilidade ruminal da MS, o maior valor também foi para o tratamento com CN (76,6%) e menor para CNUR (66,3%), havendo inversão para a digestibilidade intestinal, em que foi observado maior valor para a CNUR (33,7%) e menor para a CN (21,7%). A não-influência de diferentes fontes de N na digestibilidade dos nutrientes também foi relatada por Zeoula et al. (1999); Alcalde et al. (2002); Zeoula et al. (2006) e Silva et al. (2007b). O que confirma o que Mathis et al. (2000) relataram, afirmando que a suplementação proteica não tem efeito sobre a digestibilidade de forragens de baixa qualidade.

Os valores negativos encontrados na digestibilidade total e ruminal de extrato etéreo nos tratamentos com cana-de-açúcar fornecida exclusivamente e cana-de-açúcar adicionada de ureia provavelmente foram pela síntese 'de novo' dos lipídeos pelos microrganismos no rúmen, em que as quantidades de lipídeos que chegam ao duodeno podem superar a quantidade ingerida.

Apesar de não ter sido verificada diferença entre as dietas suplementadas com as diferentes fontes N (Tabela 4), o coeficiente de digestibilidade total da FDN na dieta que continha farelo de soja foi 27,66% superior ao tratamento com glúten de milho-60 e 32,22% superior à dieta cuja fonte de N era ureia. A análise de contrastes evidenciou esse aumento na digestibilidade total da FDN dos animais alimentados com CNFS ( $p < 0,20$ ) em relação às outras dietas com ureia e glúten de milho-60. Tal tendência se deve, provavelmente, à degradação intermediária da proteína, fazendo com que a liberação do N contido do farelo de soja tenha coincidido com a disponibilidade da fibra, permitindo aos microrganismos celulolíticos realizar fermentação mais adequada desta fibra.

**Tabela 4.** Valores médios da digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal dos nutrientes de acordo com as dietas.

**Table 4.** Mean values of apparent tract total, ruminal and intestinal nutrient digestibility on the diets.

Nutrientes Nutrients	Dietas Diet					CV VC	Contrastes Contrast		
	CN SC	CNUR SCUR	CNGL SCCGM	CNFS SCSBM	Médias Means		1	2	3
Digestibilidade Total, % Total tract digestibility							P <sup>1</sup>		
MS	56,19 <sup>a</sup>	50,92 <sup>b</sup>	53,98 <sup>ab</sup>	59,84 <sup>a</sup>	55,23	8,89	0,17	0,06	0,50
MO	65,10	58,31	60,10	64,75	62,06	8,45	0,15	0,09	0,61
PB	-47,00 <sup>c</sup>	66,27 <sup>a</sup>	-14,10 <sup>b</sup>	59,72 <sup>a</sup>	16,22	34,38	<0,01	0,28	0,04
ED	58,75	52,56	52,12	58,62	55,51	9,10	<0,01	0,27	0,02
EE	-9,12 <sup>b</sup>	-3,45 <sup>b</sup>	66,77 <sup>a</sup>	68,33 <sup>a</sup>	30,63	28,04	0,26	0,05	0,45
FDN	40,37	30,29	32,33	44,69	36,92	30,07	0,20	0,20	0,60
FDA	46,81	33,75	38,38	47,16	41,52	23,97	0,01	0,74	0,60
CT	71,41	70,00	69,51	75,02	71,11	9,36	0,18	0,05	0,55
Digestibilidade ruminal, % Ruminal digestibility									
MS	76,63 <sup>a</sup>	66,32 <sup>b</sup>	74,12 <sup>ab</sup>	71,07 <sup>a</sup>	72,03	10,96	0,63	<0,01	0,21
MO	82,83	74,38	79,88	86,84	80,98	9,35	0,10	0,02	0,30
PB	-2,28	32,98	-7,80	16,00	9,7	36,25	0,88	0,14	0,72
ED	99,73	75,61	75,56	90,81	85,43	15,63	0,16	0,06	0,66
EE	-7,02 <sup>b</sup>	-2,31 <sup>b</sup>	18,96 <sup>a</sup>	29,78 <sup>a</sup>	9,73	39,87	0,18	0,92	0,21
FDN	85,41	98,31	97,12	96,82	94,41	40,11	0,34	0,07	0,77
FDA	78,44	98,31	97,68	96,78	92,8	30,04	0,12	0,11	0,38
CT	69,03	67,81	69,48	71,07	69,35	11,64	0,55	0,03	0,25
Digestibilidade intestinal, % Intestinal digestibility									
MS	23,37 <sup>b</sup>	33,68 <sup>a</sup>	25,88 <sup>ab</sup>	28,93 <sup>a</sup>	27,96	12,37	0,03	0,06	0,51
MO	17,17	25,62	20,12	13,16	19,02	14,92	0,06	0,39	0,66
PB	107,02 <sup>a</sup>	67,02 <sup>c</sup>	107,80 <sup>a</sup>	84,00 <sup>b</sup>	91,46	43,78	0,62	<0,01	0,55
ED	0,27	24,39	24,44	9,20	7,78	39,76	0,03	0,13	0,99
EE	107,02 <sup>a</sup>	102,31 <sup>a</sup>	81,04 <sup>b</sup>	70,22 <sup>b</sup>	90,15	47,28	0,57	0,42	0,03
FDN	14,59	1,65	2,88	3,18	7,31	47,09	0,16	0,22	0,96
FDA	21,55	1,69	2,32	3,22	10,91	46,98	0,04	0,35	0,97
CT	30,97	32,19	30,53	28,93	30,65	13,56	0,02	0,04	0,02

CN = cana-de-açúcar; CNUR = cana-de-açúcar + ureia; CNGL = cana-de-açúcar + glúten de milho 60; CNFS = cana-de-açúcar farelo de soja; CV = coeficiente de variação; <sup>1</sup>Probabilidade 1 - CN x CNUR, CNGL, CNFS; 2 - CNFS x CNGL, CNUR; 3 - CNGL x CNUR.

SC = sugarcane; SCUR = sugarcane + urea; SCCGM = sugarcane + corn gluten meal-60; SCSBM = sugarcane + soybean meal; VC = coefficient of variation; <sup>1</sup>Probability: 1 - SC x SCUR, SCCGM, SCSBM; 2 - SCSBM x SCCGM, SCUR; 3 - SCCGM x SCUR.

Embora não tenha ocorrido diferença na digestibilidade ruminal da FDN entre as dietas que continham as fontes de N de diferentes degradabilidade, o menor valor de digestibilidade ruminal foi da dieta exclusiva de cana-de-açúcar (85,41%) em relação às outras dietas compostas por CNUR (98,31%), CNGL (97,12%) e CNFS (96,82%).

A não-influência de diferentes fontes de N na digestibilidade ruminal e intestinal da MO, ED, FDN, FDA e CT foi relatada também por Alcalde et al. (2002) e Silva et al. (2007a). Neste trabalho, a digestibilidade intestinal da FDA encontrada foi maior que a digestibilidade da FDN de todas as dietas avaliadas, principalmente para CN. Como a FDA faz parte da FDN, tais resultados podem ser atribuídos ao indicador utilizado, pois, de acordo com Berchielli et al. (1998), o indicador é um dos principais responsáveis pela grande variabilidade de resultados em estudos de digestibilidade. Para o cálculo da digestibilidade intestinal utiliza-se o fluxo duodenal, cujos resultados têm se mostrado contraditório em estudos de sua estimativa (BERCHIELLI et al., 2005).

Os coeficientes médios obtidos de digestibilidade intestinal da FDN das dietas com CN, CNUR, CNGL e CNFS de 14,59; 1,65; 2,88 e 3,18%, respectivamente, indicam que possa ter ocorrido alguma digestão da FDN no intestino grosso. Isso pode ser explicado pela presença de enzimas microbianas que digerem celulose e hemicelulose presentes no intestino grosso. Segundo Sniffen et al. (1992), no intestino grosso, a digestão da celulose e hemicelulose podem variar de 18,5 a 49,5% e de 2,5 a 46%, respectivamente.

## Conclusão

O consumo de nutrientes é aumentado com a inclusão de PDR, porém, quando comparadas às diferentes fontes de N, o consumo dos diferentes nutrientes apresenta-se semelhante. A digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal dos nutrientes não são influenciadas pelo uso de diferentes fontes de nitrogênio.

## Referências

- AFRC-Agricultural and Food Research Council. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993.
- ALCALDE, C. R.; BRANCO, A. F.; BRITO, D. A.; MAIA, F. J.; MOURO, G. F.; SANTOS, V. C.; RAYMUNDO, P. C. Avaliação da digestão ruminal, intestinal e total da matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro de rações com diferentes fontes de proteína em bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, n. 4, p. 1053-1058, 2002.
- BERCHIELLI, T. T.; RODRIGUEZ, N. M.; OSÓRIO NETO, E.; ROCHA, S. S. Comparação de indicadores de fase sólida para medir fluxo de matéria seca e matéria orgânica no duodeno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, n. 2, p. 147-152, 1998.
- BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 830-833, 2000.
- BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; CARRILHO, E. N. V. M.; FEITOSA, J. V.; LOPES, A. D. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 987-996, 2005.
- BRANCO, A. F.; MOURO, G. F.; HARMON, D. L.; RIGOLON, L. P.; ZEOLLA, L. M.; MAIA, F. J.; CONEGLIAN, S. M. Fontes de proteína, ingestão de alimentos e fluxo esplâncico de nutrientes em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 444-452, 2004.
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M.; LANA, R. P.; COELHO DA SILVA, J. F.; VIEIRA, R. A. M.; PEREIRA, E. S. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de

- degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2087-2098, 2000.
- CALSAMIGLIA, S.; CAJA, G.; STERN, M. D.; CROOKER, B. A. Effects of ruminal versus duodenal dosing of fish meal on ruminal fermentation and milk composition. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 9, p. 1999-2007, 1995.
- CARMO, C. A.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; ZEOLA, N. M. B. L. Degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 2126-2133, 2001.
- ETHERIDGE, R. D.; PESTI, G. M.; FOSTER, E. H. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, v. 60, n. 73, p. 21-28, 1998.
- MATHIS, C. P.; COCHRAN, R. C.; HELDT, J. S.; WOODS, B. C.; ABDELGADIR, I. E. O.; OLSON, K. C.; TITGEMEIER, E. C.; VANZANT, E. S. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium- to low quality forages. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 1, p. 224-232, 2000.
- MORAES, K. A. K.; VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, E. H. B. K.; LEÃO, M. I.; VALADARES, R. F. D.; EDENIO DETMANN, E.; NALON, P. M. Parâmetros nutricionais de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1301-1310, 2008.
- PEREIRA, E. S.; QUEIRÓZ, A. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; VALADARES FILHO, S. C.; MIRANDA, L. F.; ARRUDA, A. M. V.; FERNANDES, A. M.; CABRAL, L. S. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas a base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminiais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 563-572, 2001.
- PRESTON, T. R. Analytical methods for characterizing. In: Feed resources for ruminants. **Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines**. A practical manual for research workers. Rome: FAO, 1986. p. 106.
- ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A.; FONSECA, J. B.; SOARES, P. R.; PEREIRA, J. A. A.; SILVA, M. A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. Viçosa: UFV, 1992.
- SAS INSTITUTE. **SAS System: SAS/STAT version 8.0**. Cary, 1999. (Software).
- SIGNORETTI, R. D.; COELHO DA SILVA, J. F.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; CECON, P. R.; QUEIRÓZ, A. C.; ARAÚJO, G. G. L.; ASSIS, G. M. L. Consumo e digestibilidade aparente em bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 169-177, 1999.
- SILVA, E. A.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; FERNANDES, J. J. R.; SATO, K. J.; PAES, J. M. V. Teores de proteína bruta para bovinos alimentados com feno de tifton-85: consumo e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2007a.
- SILVA, E. A.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; PIRES, A. V.; SATO, K. J.; PAES, J. M. V.; LOPES, A. D. Teores de Proteína bruta para bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85: parâmetros ruminiais, eficiência de síntese microbiana e degradabilidade *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 225-236, 2007b.
- SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SILVEIRA, R. N.; BERCHIELLI, T. T.; CANESIN, R. C.; MESSANA, J. D.; FERNANDES, J. J. R.; PIRES, A. V. Influência do nitrogênio degradável no rúmen sobre a degradabilidade *in situ*, os parâmetros ruminiais e a eficiência de síntese microbiana em novilhos alimentados com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 570-579, 2009.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- SOUZA, M. A.; EZEQUIEL, J. M. B.; ROSSI, JUNIOR, P.; MALHEIROS, E. B. Efeitos de fontes nitrogenadas com distintas degradabilidades sobre o aproveitamento da fibra, do nitrogênio e do amido em rações para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2139-2148, 2002.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods: a laboratory manual for animal science**. Ithaca: Cornell University, 1985.
- ZEOULA, L. M.; FERRELI, F.; PRADO, I. N.; GERON, L. J. V.; CALDAS NETO, S.; PRADO, O. P. P.; MAEDA, E. M. Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2179-2186, 2006.
- ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; DAMASCENO, J. C.; WATANABE, M. M.; FRIDRICH, D.; BILIERO, C. L. Valor nutritivo de rações compostas de fontes de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 1159-1167, 1999.

Received on April 6, 2009.

Accepted on August 25, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.