



Inclusão da raspa de mandioca residual desidratada na alimentação de ovinos sobre parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio

Luiz Juliano Valério Geron^{1,*} , Silvia Cristina de Aguiar¹ , Ana Paula da Silva¹, Lucas Silva Roberto¹, Kallynka Samara Martins Coelho¹, Joilma Toniolo Honório de Carvalho¹, Leomar Custodio Diniz¹

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, Pontes e Lacerda, MT, Brasil.

*Autor correspondente: ljgeron@unemat.br

Recebido: 08/02/2017; Aceito: 22/02/2019

Resumo: Avaliou-se o efeito dos níveis de inclusão de 0, 10, 20 e 30% da raspa de mandioca residual desidratada (RMRD) na alimentação de ovinos sobre os parâmetros ruminais (valor de pH e concentração de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal) e o balanço de nitrogênio. Foi utilizado delineamento experimental em quadrado latino 4 × 4. Foram analisados quatro cordeiros castrados, sem raça definida e com peso corporal (PC) inicial médio de 26 ± 2 kg. Os animais foram alojados em gaiolas de metabolismo contendo comedouros e bebedouros individuais. Os dados estudados foram submetidos à análise de variância e testados utilizando-se equação de regressão a 5% de probabilidade. Observou-se que os níveis de RMRD não alteraram ($p > 0,05$) o comportamento do pH nem a concentração do N-NH₃ do líquido ruminal, porém o tempo após alimentação alterou de forma quadrática ($p < 0,05$) o valor de pH e a concentração do N-NH₃. O N urinário apresentou efeito linear crescente ($p < 0,05$) com a inclusão da RMRD nas rações experimentais. Entretanto essa inclusão na alimentação dos ovinos alterou de maneira linear decrescente ($p < 0,05$) o BN e a relação BN com o N consumido e com o N absorvido. Assim, concluiu-se que o nível de 30% de inclusão da RMRD na alimentação de cordeiros não altera os parâmetros ruminais, porém reduz o balanço de nitrogênio.

Palavras-chave: fezes; nitrogênio amoniacal; pH do líquido ruminal; resíduo; urina.

Scrapes of residual dehydrated cassava in sheep food on ruminal parameters and nitrogen balance

Abstract: The levels evaluated were: 0, 10, 20 and 30% inclusion of scrapes of residual dehydrated cassava (SRDC) in sheep feeding on ruminal parameters (pH value and ammoniacal nitrogen concentration in rumen fluid) and nitrogen balance (NB). A 4 × 4 Latin square experimental design was used. Four castrated lambs with no defined breed with mean initial body weight (BW) of 26 ± 2 kg were used. The animals were housed in metabolism cages containing individual feeders and drinking fountains. The data studied were submitted to analysis of variance and tested using a regression equation at 5% probability. It was observed that SRDC levels did not affect ($p > 0.05$) the behavior of pH and NH₃ concentration of the ruminal fluid, but it was observed that the time after feeding changed in a quadratic manner ($p < 0.05$) the pH value and the concentration of N-NH₃ of rumen fluid. It was observed that urinary N showed a linear increase ($p < 0.05$) with the inclusion of SRDC in experimental rations. However, the inclusion of SRDC in sheep feeding changed in a linear decreasing way ($p < 0.05$) the NB and the relation of NB with the N intake and absorbed. Thus, it is concluded that the level of 30% inclusion of scrapes of residual dehydrated cassava in the feeding of sheep does not alter the ruminal parameters, but reduces the nitrogen balance.

Keywords: feces; ammonia nitrogen; ruminal pH; residue; urine.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Almeida e Ferreira Filho (2005), a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um produto de ampla versatilidade em relação às possibilidades de uso, como em alimento de animais ruminantes e não ruminantes, apresentando características agrônômicas que permitem sua exploração não só em condições de alta tecnologia, como em áreas marginais e em condições de cultivos comerciais, sendo possível alcançar produções de 16 t ha⁻¹ de matéria seca (MS) de raízes. Além disso, a mandioca apresenta vários resíduos e subprodutos que podem ser utilizados na nutrição animal (ZEOULA et al., 2002; FARIA et al., 2014; GERON et al., 2016b).

A raiz da mandioca é rica em carboidratos, com teores de amido variando de 20 a 45% e com 5% de açúcares redutores. Na MS, o teor de amido pode variar de 76 a 91% (CALDAS NETO et al., 2000; ZEOULA et al., 2003).

Segundo estudo realizado por Daiuto e Cereta (2006), os grãos de amido da raiz de mandioca têm forma esférica e semiesférica, diferentemente dos grãos de amido do milho, os quais apresentam conformações poliédricas, no entanto o tamanho dos grãos de amido de ambos é semelhante (5–35 mm). Em grãos como o milho, a amilopectina representa pelo menos 70% do amido, enquanto na raiz da mandioca (farinha) a amilopectina representa apenas 17% (JORGE et al., 2002). O amido presente na raiz da mandioca não possui a matriz proteica como o grão de milho. Isso leva à alta taxa de degradação, de 16,8% h⁻¹ no rúmen. O amido do grão de milho, por sua vez, apresenta taxa de degradação de aproximadamente 4,0 % h⁻¹ (NOCEK & TAMMINGA, 1991).

De acordo com Zeoula et al. (2003), a utilização de diferentes níveis de substituição do grão de milho pelo resíduo de mandioca (farinha de varredura de mandioca) — 25, 50, 75 e 100% — na alimentação de ovinos não alterou o balanço de nitrogênio (BN), que teve valor médio de 8,5 g animal⁻¹ dia⁻¹. Os autores concluíram que o resíduo de mandioca pode substituir 100% o grão de milho em rações sem alterar os parâmetros ruminais e o BN, uma vez que a farinha de varredura de mandioca se caracteriza por ser um coproduto rico em amido semelhante ao do grão de milho.

Estudo realizado por Zeoula et al. (2006), para avaliar BN em dietas de ovinos de acordo com diferentes teores de proteína degradável no rúmen (PDR) associada à fonte de amido de baixa degradação ruminal (grão de milho), demonstrou que os diferentes níveis de PDR não alteraram o BN, com valor médio de 14,04 g animal⁻¹ dia⁻¹, para rações com valor médio de 14,5% de proteína bruta (PB).

A substituição parcial da silagem de milho por casca de mandioca desidratada nos níveis de 0, 26 e 40% na dieta de ruminantes foi avaliada por Oke et al. (2009). Esses autores observaram que não houve efeito nos valores de pH, ácidos graxos voláteis e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal para os diferentes níveis de substituição da silagem de milho pela casca de mandioca desidratada. No estudo, relata-se que o pH ruminal apresentou valor médio de 6,2, a concentração de N-NH₃ foi de 19,2 mg 100⁻¹ mL e a de ácidos graxos voláteis foi de 2,5 mg 100⁻¹ mL do líquido ruminal. Porém, esses autores observaram que a concentração de N-NH₃ apresentou diferentes comportamentos com relação ao tempo após a primeira alimentação, em que as diferentes dietas apresentaram maiores valores de N-NH₃ para 1,5 h após a alimentação. Assim, os autores recomendaram a substituição da silagem de milho pela casca de mandioca entre 20 e 30%.

Estudo sobre o efeito da utilização de diferentes níveis de PDR na alimentação de animais ruminantes contendo fonte de amido de rápida fermentação ruminal (farinha de varredura de mandioca) foi conduzido por Caldas Neto et al. (2008), em que se observou que os diferentes teores de PDR em rações contendo farinha de mandioca não alteram o valor de pH do líquido ruminal, que teve valor médio de 6,5. Porém, os autores observaram que a inclusão de maiores níveis de PDR (55, 60, 65 e 75%) na dieta propiciou aumento na concentração de N-NH₃ nas dietas ricas em carboidrato de rápida fermentação ruminal (farinha de mandioca), a qual variou de 15 a 22 mg 100⁻¹ mL, duas horas após a alimentação da manhã.

Estudo realizado por Geron et al. (2016b), para avaliar o impacto da utilização de raspa de mandioca residual desidratada (RMRD) na alimentação de ovinos sobre o consumo e coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, demonstrou que esse resíduo contém valor de 20% de carboidrato não fibroso (CNF), valor 60% menor em relação ao teor de CNF do grão de milho moído. Esse fato ocorreu pois, grande parte do amido da mandioca foi retirado pela indústria durante o processamento da raiz para produção do amido (fécula de mandioca). Porém, os autores concluíram que a inclusão de até 30% de RMRD não alterou o consumo nem o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, fato que pode corroborar as explicações do comportamento dos parâmetros ruminais de ovinos alimentados com esse tipo de resíduo alimentar.

Dessa maneira, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de 0, 10, 20 e 30% de RMRD na alimentação de ovinos sobre os parâmetros ruminais (pH e concentração do nitrogênio de N-NH₃ do líquido ruminal) e o BN (nitrogênio consumido — NC, nitrogênio fecal — NF, nitrogênio urinário — NU, nitrogênio retido — NR e nitrogênio absorvido — NA).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), no Campus Universitário de Pontes e Lacerda no Setor de Metabolismo Animal (SeMA).

Foram utilizados quatro cordeiros castrados, sem raça definida (SRD), com peso corporal (PC) inicial médio de 26 ± 2 kg. Os animais foram alojados em gaiolas de metabolismo contendo comedouros e bebedouros individuais. As rações experimentais foram fornecidas duas vezes ao dia. Os cordeiros foram everminados com produto a base de ivermectina, 15 dias antes do início do período experimental. Foi utilizada a dosagem 1 mL do vermífugo para cada 50 kg de PC dos ovinos.

Foi utilizado delineamento experimental em quadrado latino (4×4) com quatro animais, quatro períodos e quatro rações experimentais com diferentes níveis de inclusão de RMRD (0, 10, 20 e 30%) na alimentação de ovinos, para avaliar os efeitos dessa inclusão sobre os parâmetros ruminais e o BN (consumo, produção urinária e fecal e absorção e retenção de nitrogênio — N).

A raspa de mandioca residual *in natura* foi obtida de uma pequena indústria de fécula de mandioca localizada no município de Cáceres (MT). O resíduo da fecularia na sua forma *in natura* apresentou alto teor de umidade, aproximadamente 70%. Esse resíduo foi exposto ao sol durante três dias (72 horas) para a obtenção da RMRD, a qual apresentou teor de MS de 93,75%.

Os alimentos concentrados utilizados no preparo das rações experimentais foram grão de milho moído, RMRD, óleo de soja, farelo de soja e ureia. O alimento volumoso fornecido aos animais foi à silagem de milho. A composição bromatológica dos alimentos está demonstrada na Tabela 1.

As rações experimentais foram balanceadas para conter 0, 10, 20 e 30% de RMRD. A proporção de volumoso utilizado nas rações experimentais foi de 50% de silagem de milho e 50% de concentrado. A ração concentrada foi constituída das seguintes fontes de alimentos grão de milho moído, RMRD, óleo de soja, farelo de soja e ureia, conforme demonstrado na Tabela 2. As rações foram balanceadas para apresentarem em média 15,5% de proteína bruta (isoproteica) e 74% de nutrientes digestíveis totais (isoenergéticas), segundo recomendação do National Research Council (NRC, 2007) (Tabela 2).

Foi fornecida diariamente 10 g de mistura mineral para cada animal, a qual foi adicionada diretamente sobre o concentrado no momento do fornecimento das dietas, ou seja, duas vezes ao dia ($5 \text{ g de sal refeição}^{-1} \text{ animal}^{-1}$). A composição química do sal mineral apresentou 120 g de Ca kg^{-1} ; 85 g de P kg^{-1} ; 16 g de S kg^{-1} ; 148 g de Na kg^{-1} ; 50 mg de Co kg^{-1} ; 500 mg de Cu kg^{-1} ; 16 mg de Se kg^{-1} e 4.800 mg de Zn kg^{-1} .

O fornecimento das rações experimentais foi realizado à vontade, de maneira que todo dia houvesse 10% de sobras. As rações eram divididas em duas refeições ao dia e fornecidas às 6 e às 18h. Dessa maneira, a quantidade de ração ingerida foi determinada pela diferença entre o que foi fornecido, em gramas, e o que foi rejeitado (sobras), em grama. Diariamente, antes do primeiro trato, foi realizado o monitoramento das sobras. Os animais tiveram acesso à água por meio de bebedouros individuais. Os valores de consumo de MS, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em

Tabela 1. Composição bromatológica dos alimentos experimentais.

Variáveis	Alimentos experimentais (% MS)					
	SM	GM	RMRD	FS	OS	Ureia
Matéria seca (MS)	28,40	88,63	90,22	90,75	99,00	97,68
Matéria orgânica (MO)	92,16	97,84	96,00	93,37	99,00	-
Proteína bruta (PB)	8,50	9,73	2,03	50,19	-	282,6
Proteína degradável no rúmen (PDR)**	73,77	41,22	45,90	65,36	-	-
Proteína não degradável no rúmen (PNDR)**	34,35	58,78	66,10	39,89	-	-
Extrato etéreo (EE)	1,61	4,07	0,30	1,51	99,0	-
Fibra em detergente neutro (FDN)	68,58	22,64	73,09	24,74	-	-
Fibra em detergente ácido (FDA)	41,03	11,31	14,95	27,04	-	-
Carboidratos totais (CHT)	82,05	84,04	93,67	41,66	-	-
Carboidrato não fibroso (CNF)	13,47	61,40	20,58	16,92	-	-
Matéria mineral (MM)	4,79	1,66	4,00	-	6,38	-
Nutrientes digestíveis totais (NDT)**	62,3	86,03	74,0	80,73	250,0	-

SM: silagem de milho; GM: milho grão moído; RMRD: raspa de mandioca residual desidratada; FS: farelo de soja; OS: óleo de soja; -nutriente traço dentro do alimento experimental; *Valadares Filho et al. (2010); ** nutrientes expressos em % da proteína bruta.

detergente neutro (FDN) e carboidratos totais (CHT), expressos em grama por animal por dia, estão demonstrados na Tabela 3, conforme o que foi descrito por Geron et al. (2016b).

Inicialmente foram coletadas amostras com peso médio de 200 g da silagem de milho em diferentes pontos, para determinar o teor de MS. No transcorrer do experimento foram coletadas amostras das sobras de ração por animal período⁻¹ tratamento⁻¹.

Para a determinação do BN, procedeu-se à coleta de sobras, fezes e urina, por animal por dia, conforme Geron et al. (2015). Para realizar a coleta total de fezes, em cada ovino foi adaptada uma sacola de napa, durante o período experimental. As fezes de cada animal foram pesadas diariamente pela manhã e homogeneizadas, sendo retiradas amostras compostas, correspondentes a 10% do peso total. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por animal e período experimental, e armazenadas em freezer com temperatura a -10°C, para posteriores análises.

Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das rações experimentais contendo diferentes níveis de inclusão da raspa de mandioca residual desidratada (RMRD) fornecida aos ovinos.

Alimentos	Níveis de inclusão da RMRD nas rações experimentais			
	0%	10%	20%	30%
Silagem de milho	50,0	50,0	50,0	50,0
Milho grão moído	40,0	26,0	13,0	0,00
Raspa de mandioca residual desidratada	0,00	10,0	20,0	30,0
Farelo de soja	8,5	11,5	13,5	16,0
Óleo de soja	0,5	1,5	2,5	3,0
Ureia	1,0	1,0	1,0	1,0
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição bromatológica	0%	10%	20%	30%
Matéria seca (MS) %	58,84	59,16	59,47	59,73
Matéria orgânica (MO) %	93,65	93,34	93,08	92,79
Proteína bruta (PB) %	15,20	15,60	15,50	15,70
Proteína degradável no rúmen (PDR)*	7,53	8,04	8,27	8,66
Proteína não degradável no rúmen (PNDR)*	5,45	5,38	5,17	5,07
Extrato etéreo (EE) %	3,10	3,60	4,10	4,10
Fibra em detergente neutro (FDN) %	45,45	50,33	55,19	60,18
Fibra em detergente ácido (FDA) %	27,34	28,06	28,63	29,33
Carboidrato total (CHT) %	58,1	56,1	54,7	53,4
Carboidrato não fibroso (CNF)%	32,73	26,70	21,12	15,16
Nutrientes digestíveis totais (NDT) %	73,70	74,00	74,30	73,80

*Valores de proteína degradável e não degradável no rúmen em % da proteína bruta (PB).

Tabela 3. Consumo médio diário de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e carboidratos totais (CCHT) de cordeiros alimentados com dietas contendo inclusão de raspa de mandioca residual desidratada (RMRD).

Variáveis	Níveis de inclusão da RMRD nas rações experimentais				Regres.	CV (%)
	0%	10%	20%	30%		
CMS g animal ⁻¹ dia ⁻¹	646,23	660,99	695,50	719,89	Y = 680,66	17,34
CMO g animal ⁻¹ dia ⁻¹	591,59	601,95	637,39	666,22	Y = 624,29	17,16
CPB g animal ⁻¹ dia ⁻¹	76,32	79,59	81,74	81,34	Y = 81,25	17,67
CFDN g animal ⁻¹ dia ⁻¹	339,67	366,78	409,55	451,68	Y = 391,92	22,91
CCHT g animal ⁻¹ dia ⁻¹	515,63	522,41	553,01	573,91	Y = 541,24	15,94

Regres.: equação de regressão; CV: coeficiente de variação.

Fonte: adaptado de Geron et al. (2016b).

O período experimental total teve duração de 80 dias, divididos em quatro períodos experimentais com duração de 20 dias cada, sendo 14 dias para adaptação dos animais e seis dias para coletas de amostras de sobras, fezes e urina. Durante o período experimental de coleta foi realizada a mensuração do total de fezes e sobras geradas por animal dia^{-1} , além da realização da amostragem de alimentos, sobras, fezes e urina. No período de adaptação e coleta, o manejo foi realizado conforme descrito por Silva e Leão (1979).

No último dia de cada período experimental de coleta (total de quatro) foi realizada a amostragem do líquido ruminal para todas as rações experimentais. Foram realizadas cinco coletas de líquido ruminal por animal, nos tempos 0 (antes da alimentação), 2, 4, 6 e 8 horas (após a primeira refeição da manhã), para as diferentes rações experimentais, em cada período de coleta. Foi utilizada uma bomba de vácuo com pressão de 40 mm Hg e uma sonda de silicone com 2,0 m de comprimento por 12 mm de diâmetro, que foi lubrificada com óleo mineral (Nujol) antes de ser introduzida na boca do animal (ZEOULA et al., 2003). Foram retirados 100 mL de líquido do rúmen de cada animal, que ao ser filtrado com tecido duplo de algodão, resultou cerca de 80 mL. O líquido foi homogeneizado, e com o potenciômetro foi mensurado o valor de pH imediatamente após cada coleta. Em seguida, 50 mL do líquido ruminal foi transferido para um frasco com 1 mL de H_2SO_4 (PA — 98,0%) para cessar a fermentação. Essa amostra foi utilizada para determinação da concentração de N-NH_3 , conforme recomendações de Fenner (1965), adaptadas por Geron et al. (2013).

Para obter o tempo exato do ponto mínimo e máximo dos valores de pH e da concentração de N-NH_3 em função do tempo após a alimentação, foi considerado que 60 minutos está representado dentro de uma unidade (1). Assim temos que para cada 6 minutos este representa 0,1 unidade dentro do tempo nas equações de pH e N-NH_3 do líquido ruminal.

Para a coleta total de urina, foram utilizados baldes plásticos cobertos com telas, para evitar contaminação com pelos, ração e fezes. Os baldes foram alocados embaixo das gaiolas de metabolismo. Foi adicionado em cada balde 20 mL de ácido clorídrico (HCl) (1:1) para evitar a volatilização do N e possível fermentação. A coleta de urina foi realizada diariamente, sempre pela manhã. Amostras de 10% do total de urina foram acondicionadas em um único frasco de vidro, devidamente identificado por animal, para cada período experimental (ZEOULA et al., 2006).

Após o período experimental de coleta, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas em estufa a 55°C por 72 horas. Posteriormente, foram processadas em moinho de facas utilizando-se peneira de crivos de 1 mm, sendo em seguida homogeneizadas em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas de fezes e sobras por animal período $^{-1}$ ração experimental $^{-1}$.

Das amostras de alimentos, sobras, fezes e urina foram determinadas às análises de MS (método n° 934.01), matéria orgânica (MO — método n° 924.05), proteína bruta (PB — método n° 920.87) e extrato etéreo (EE — método n° 920.85), de acordo com a Association Of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990).

Para a determinação da concentração da FDN e da fibra em detergente ácido (FDA), foram realizadas análises segundo método de Van Soest et al. (1991).

A determinação dos CHT dos alimentos, sobras e fezes foi obtida pela Equação 1 (SNIFFEN et al., 1992):

$$\text{CHT} = \text{MO} - [\text{EE} + \text{PB}] \quad (1)$$

Em que:

CHT = Carboidratos totais

MO = Matéria orgânica

EE = Extrato etéreo

PB = Proteína bruta

O teor de CNF dos alimentos, sobras e fezes foi determinado pela Equação 2, segundo Sniffen et al. (1992):

$$\text{CNF} = 100 - (\text{PB} + \text{FDN} + \text{EE} + \text{MM}) \quad (2)$$

CNF = Carboidrato não fibroso

PB = Proteína bruta

FDN = Fibra em detergente neutro

MM = Matéria mineral

O teor de N na urina foi calculado pelo método Kjeldahl, descrito por Silva e Queiroz (2002). O BN, ou N retido, foi obtido utilizando-se a Equação 3, conforme descrita por Geron et al. (2015):

$$BN = [(N \text{ fornecido } g - N \text{ das sobras } g) - (N \text{ nas fezes } g + N \text{ na urina } g)] \quad (3)$$

BN = Balanço de nitrogênio

N = Nitrogênio

O NA foi calculado pela Equação 4:

$$NA = [(N \text{ fornecido } g - N \text{ da sobras } g) - (N \text{ nas fezes } g)] \quad (4)$$

N = Nitrogênio

Já o NC se mensurou pela Equação 5, de acordo com Moreno et al. (2010):

$$NC = [(N \text{ fornecido } g - N \text{ nas sobras } g)] \quad (5)$$

N = Nitrogênio

A análise das variáveis estudadas foi interpretada por meio de análise de variância no programa Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG) (UFV, 2007). As diferenças observadas para as variáveis estudadas em relação aos níveis de inclusão de RMRD nas rações foram submetidas à equação de regressão a 5% de significância. Para as variáveis pH e concentração de N-NH₃, a análise estatística foi procedida considerando a subdivisão da parcela e os tempos de avaliação após a alimentação dos animais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão de 0, 10, 20 e 30% de RMRD na alimentação de ovinos não alterou ($p > 0,05$) o pH do líquido ruminal, o qual teve valor médio de 6,67, conforme demonstrado na Tabela 4. Esses dados estão de acordo com Zeoula et al. (2003), que observaram valor médio de 6,50 para o pH do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de substituição do grão de milho pela farinha de varredura de mandioca.

Entretanto, foi observado que o valor de pH apresentou comportamento quadrático ($p < 0,05$) em relação ao tempo após a alimentação da manhã para todos os níveis de inclusão de RMRD. O valor mínimo médio do pH do líquido ruminal para os diferentes tratamentos foi de 6,43, obtido para o tempo de 4 h e 12 min após a alimentação da manhã (Figura 1).

Comportamento semelhante ao verificado no presente estudo sobre o valor de pH foi obtido por Geron et al. (2013). Os autores avaliaram o efeito da utilização de diferentes níveis de concentrado na alimentação de ovinos sobre os parâmetros ruminais, e observaram que o nível de concentrado não alterou o valor de pH do líquido ruminal, porém apresentou alteração em função do tempo após a alimentação, com ponto de mínimo de 6,64, obtido no tempo de 4 h e 12 min. Os valores de concentrado utilizados no presente estudo estão dentro da amplitude estudada por Geron et al (2013). Por conseguinte, os valores de pH apresentaram-se dentro da faixa de variação observada na literatura.

O elevado valor de pH obtido para o tempo 0 h (antes da alimentação da manhã) por meio da equação demonstrada na Figura 1, pode estar relacionado ao intervalo dos horários das alimentações. O tempo 0 h de coleta de líquido ruminal ocorreu antes do fornecimento de alimento para os animais, ou seja, 12 horas após o trato vespertino das 18 h. Desse modo, os ovinos podem ter apresentado maior tempo de ruminação e ócio durante o período noturno (OLIVEIRA et al., 2014) e conseqüentemente houve maior produção de ureia (tampão) e N-NH₃ no líquido ruminal, o que pode ter influenciado na obtenção do valor médio elevado de pH para o tempo considerado (Figura 1).

Tabela 4. Valores médios de pH e concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de raspa de mandioca residual desidratada (RMRD) e coeficiente de variação (CV%).

Variáveis	Níveis de inclusão da RMRD nas rações experimentais				Regressão	CV %
	0%	10%	20%	30%		
pH líquido ruminal	6,65	6,63	6,66	6,76	Y = 6,67	1,85
N-NH ₃ do líquido ruminal (mg 100 mL ⁻¹)	24,43	26,06	24,31	23,36	Y = 24,54	7,48

Contudo, Geron et al. (2016a) relataram que os parâmetros ruminais de ovinos quando coletados por meio de sonda esofágica podem apresentar contaminação de saliva em função do tipo de método de coleta. Logo, o primeiro horário da coleta de líquido ruminal pode ter tido interferência do tampão (saliva) dos ovinos em virtude do menor conteúdo alimentar no rúmen antes da alimentação da manhã. Esse fato corrobora os valores de pH observados estarem próximos de 7 para os horários 0 e 8 após a alimentação (Figura 1), uma vez que a coleta realizada no presente estudo foi similar à utilizada pelos autores (GERON et al., 2016a).

Os diferentes níveis de RMRD não alteraram ($p > 0,05$) os valores da concentração do $N-NH_3$ do líquido ruminal, sendo o valor médio de $24,54 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$, conforme demonstrado na Tabela 4. Contudo, a concentração do $N-NH_3$ apresentou comportamento quadrático ($p < 0,05$) em função do tempo após a alimentação, para todas as rações experimentais (Figura 2). O ponto máximo obtido pela equação $N-NH_3 = 23,6163 + 2,29469X - 0,333594X^2$ foi de $27,56 \text{ mg } 100^{-1} \text{ mL}$ para o tempo de 3 h e 24 min após a alimentação da manhã.

Em estudo conduzido por Geron et al. (2013), para avaliar diferentes níveis de concentrado na alimentação de ovinos, demonstrou que a concentração de $N-NH_3$ do líquido ruminal não apresentou diferença em relação aos níveis de concentrado. Porém os autores também observaram que o tempo após alimentação alterou a concentração de $N-NH_3$, tendo valor máximo de $19,45 \text{ mg } 100^{-1} \text{ mL}$ obtido para o tempo de 3 h e 42 min. Esse dado indica que as diferentes fontes de CNF não alteram a dinâmica de fermentação ruminal, consequentemente nem a produção de $N-NH_3$ no líquido ruminal, a qual pode ser influenciada pelo tempo despendido no processo de fermentação ruminal após a ingestão dos alimentos.

A elevada concentração, acima de $23,00 \text{ mg}$, de $N-NH_3$ 100^{-1} mL do líquido ruminal observada para as rações experimentais no tempo 0 hora (Tabela 4) pode ter ocorrido em função da maior salivagem dos animais no momento que antecedeu o fornecimento da alimentação da manhã, comportamento semelhante foi observado por Zeoula et al. (2003) e Geron et al. (2008).

Porém, o valor médio de $N-NH_3$ observado, de $24,54 \text{ mg } 100^{-1} \text{ mL}$, manteve-se dentro da faixa ótima de 19 e $25 \text{ mg } 100^{-1} \text{ mL}$ para a máxima atividade fermentativa ruminal (ZEOULA et al., 2003; GERON et al., 2008; GERON et al., 2016a) e acima da concentração de $5,0 \text{ mg } 100^{-1} \text{ mL}$ estabelecida pela literatura para não limitar o crescimento microbiano. Portanto a concentração de $N-NH_3$ do líquido ruminação não foi o fator limitante para síntese microbiana, e consequentemente não interferiu no processo de fermentação ruminal das diferentes fontes alimentares.

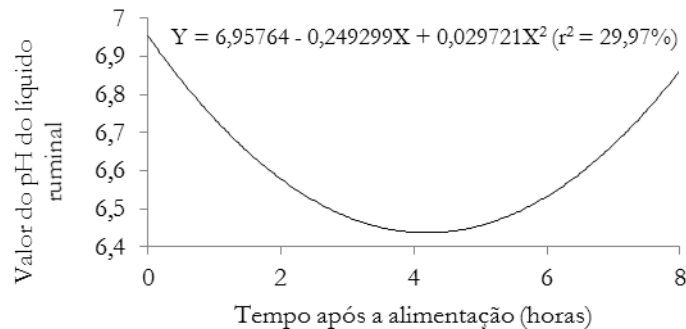


Figura 1. Valor médio de pH do líquido ruminal nas rações com diferentes níveis de inclusão da raspa de mandioca residual desidratada (RMRD), em função do tempo (horas), após a alimentação da manhã.

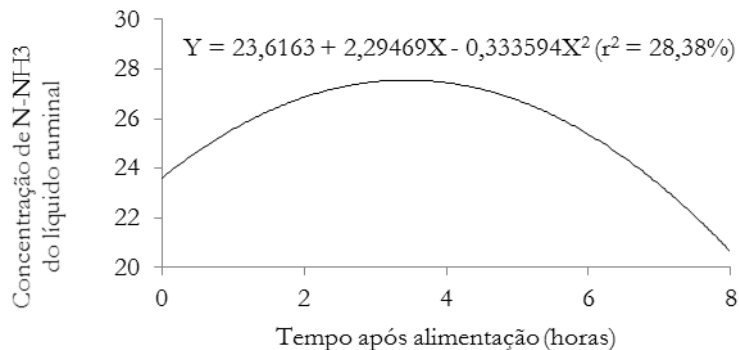


Figura 2. Concentração média de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) do líquido ruminal nas rações com diferentes níveis de inclusão da raspa de mandioca residual desidrata (RMRD), em função do tempo (horas), após a alimentação da manhã.

A inclusão de 0, 10, 20 e 30% de RMRD na alimentação não alterou ($p > 0,05$) o NC, com valor médio de 13 g animal⁻¹ dia⁻¹ e 1,19 g N (kg^{0,75})⁻¹ (Tabela 5). Da mesma maneira, os valores de NF e NA não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos diferentes níveis de RMRD nas rações (Tabela 5). O valor médio obtido de NF foi de 5,98 g animal⁻¹ dia⁻¹, para as diferentes rações experimentais. Esse valor ficou acima do observado por Geron et al. (2015), que foi de 5,57 g animal⁻¹ dia⁻¹ para ração contendo diferentes níveis de concentrado e teor de PB de 13%. Possivelmente, o maior teor de PB (15,5%) do presente trabalho em relação ao estudo de Geron et al. (2015) pode ter colaborado com a maior perda de N via fecal.

Contudo, a inclusão de RMRD propiciou efeito linear crescente ($p < 0,05$) na perda de NU, expresso em g animal⁻¹ dia⁻¹, g (kg^{0,75})⁻¹ e % do NC (Tabela 5). O valor máximo de NU estimado pela regressão para o nível de 30% de RMRD, obtido pela Equação $Y = 1,28299 + 0,1958X$, foi de 7,15 g animal⁻¹ dia⁻¹, sendo maior que o estimado por Geron et al. (2015) para rações com 50% de concentrado, que foi de 4,80 g animal⁻¹ dia⁻¹.

A maior perda de N pela via urinária em relação à fecal pode ter ocorrido em função da presença de ureia na composição percentual das rações (Tabela 2) e das diferentes proporcionalidades das demais fontes proteicas. Tais fontes podem ter contribuído para o excesso de amônia no rúmen em virtude do aumento da PDR, o que possibilitou maior absorção de N pelas paredes ruminais e como resultado aumentou a excreção de N pela urina na forma de ureia. Esses dados corroboram os achados por Caldas Neto et al. (2008), que relataram que o aumento da PDR nas rações de ovinos propicia maior perda de NU.

Sendo assim, pode ser observado que a inclusão de RMRD propiciou redução do grão de milho e aumento da adição de farelo de soja, mantendo-se a ureia constante em todas as rações experimentais. Entretanto, com a inclusão de RMRD, o teor de PDR aumentou e o teor de CNF apresentou redução (Tabela 2). Esse fato pode explicar a perda de amônia pela urina em função da falta de sincronização das fontes energéticas e proteicas dos alimentos experimentais.

Os valores de BN, expressos em g animal⁻¹ dia⁻¹, g (kg^{0,75})⁻¹ e % NC, apresentaram comportamento linear decrescente ($p < 0,05$) com a inclusão da RMRD (Tabela 5). Esse dado pode ser justificado pelas maiores perdas de N urinária com a inclusão do RMRD nas rações. O baixo teor de CNF (Tabela 1) da RMRD pode ter colaborado para obtenção do menor valor do BN em função da baixa disponibilidade de carboidratos de rápida fermentação (MARQUES et al., 2000; CALDAS NETO et al., 2000) nas rações experimentais em que se incluiu RMRD.

Tabela 5. Valores de consumo, excreção fecal e urinária de nitrogênio, balanço de nitrogênio, nitrogênio absorvido (g animal⁻¹ dia⁻¹) e relação balanço de nitrogênio com nitrogênio absorvido para cordeiros alimentados com diferentes níveis de raspa de mandioca residual desidratada (RMRD).

Variáveis	Níveis de RMRD nas rações experimentais (%)				Regressão	CV (%)
	0,0	10,0	20,0	30,0		
NC g animal ⁻¹ dia ⁻¹	12,21	12,73	13,08	13,97	Y = 13,00	17,67
NC g (kg ^{0,75}) ⁻¹	1,16	1,17	1,16	1,27	Y = 1,19	21,65
NF g animal ⁻¹ dia ⁻¹	5,61	5,89	6,04	6,36	Y = 5,98	16,18
NF g (kg ^{0,75}) ⁻¹	0,53	0,44	0,44	0,58	Y = 0,50	19,41
NF % NC	45,87	46,57	46,60	45,49	Y = 46,13	5,51
NU g animal ⁻¹ dia ⁻¹	1,03	3,95	4,60	6,82	¹	39,79
NU g (kg ^{0,75}) ⁻¹	0,10	0,36	0,39	0,63	²	46,83
NU %NC	0,82	2,68	2,71	4,63	³	42,65
BN g animal ⁻¹ dia ⁻¹	5,58	2,89	2,44	0,79	⁴	50,32
BN g (kg ^{0,75}) ⁻¹	0,53	0,27	0,23	0,07	⁵	53,92
BN %NC	45,44	23,95	22,51	5,10	⁶	42,97
NA g animal ⁻¹ dia ⁻¹	6,60	6,84	7,04	7,61	Y = 7,02	20,27
NA g (kg ^{0,75}) ⁻¹	0,63	0,62	0,62	0,69	Y = 0,64	24,53
NA %NC	54,13	53,43	53,40	54,52	Y = 53,87	4,72
BN NC ⁻¹	0,45	0,24	0,22	0,05	⁷	42,97
BN NA ⁻¹	0,84	0,45	0,42	0,09	⁸	42,83

¹ Y = 1,28299+0,1958X (r² = 56,59%); ² Y = 0,115859+0,0175033X (r² = 60,80%); ³ Y = 1,00225+0,118737X (r² = 63,57%); ⁴ Y = 5,01345-0,145274X (r² = 61,85%); ⁵ Y = 0,480371-0,0142854X (r² = 62,12%); ⁶ Y = 42,6573-1,28049X (r² = 66,63%); ⁷ Y = 42,6573-0,0128049X (r² = 66,63%) e ⁸ Y = 0,796481-0,0238872X (r² = 64,74%).

CV: coeficiente de variação; NC: nitrogênio consumido; g (kg^{0,75})⁻¹: gramas por quilo de peso metabólico; NF: nitrogênio fecal; NU: nitrogênio urinário; BN: balanço de nitrogênio; NA: nitrogênio absorvido.

Dessa maneira, os valores obtidos para o BN em ovinos alimentados com RMRD ficaram abaixo da amplitude observada na literatura para rações contendo diferentes níveis de farinha de mandioca e subprodutos, os quais variam de 7,9 a 9,3 g animal⁻¹ dia⁻¹ (CALDAS NETO et al., 2000; ZEOULA et al., 2002; ZEOULA et al., 2003). Isso indica que esse alimento alternativo (basal) não apresenta o mesmo potencial de fermentação ruminal em relação à fonte tradicional de energia (grão de milho e/ou mandioca integral desidratada), podendo ocasionar desequilíbrio na atividade fermentativa do rúmen (sincronização das fontes alimentares), o que ocasiona menor retenção de N.

4. CONCLUSÕES

A inclusão de até 30% de raspa de mandioca residual desidratada na alimentação de ovinos não altera o valor de pH nem a concentração do nitrogênio amoniacal do líquido ruminal, porém essa utilização acarreta redução no balanço de nitrogênio (nitrogênio retido), o que diminui a eficiência de utilização da fonte de nitrogênio pelo animal.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), a concessão de bolsas de iniciação científica aos acadêmicos do curso de bacharelado em zootecnia.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca: uma boa alternativa para Alimentação Animal. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, p.50-56, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia: Arlington, 1990. 1298 p.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; PRADO, I.N.; SANTOS, G.T.; FREGADOLLI, F.L.; KASSIES, M.P.; DALPONTE, A.O. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, supl.1, p.2099-2108, 2000.
- CALDASNETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; BRANCO, A.F.; KAZAMA, R.K.; GERON, L.J.V.; MAEDA, E.M.; FERRELI, F. Proteína degradável no rúmen na dieta de bovinos: digestibilidades total e parcial dos nutrientes e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1094-1102, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000600021>
- DAIUTO, E.R.; CEREDA, M.P. Características físicas e avaliação energética de géis de fécula de tuberosas submetidos ao estresse de esterilização. **Energia na Agricultura**, v.21, n.2, p.45-60, 2006.
- FARIA, P.B.; PINTO, A.M.G.; COSTA, S.F.; TEXEIRA, J.T.; ROMITTI, F.D.; CARVALHO, P.; SILVA, J.N. Efeito da casca de mandioca sobre a qualidade da carne e parâmetros ruminais de ovinos. **Archives of Zootecnia**, v.63, n.243, p.437-448, 2014. <http://doi.org/10.4321/S0004-05922014000300005>
- FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, v.48, n.4, p.249-251, 1965. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(65\)88206-6](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(65)88206-6)
- GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; ERKEL, J.A.; PRADO, I.N.; JONKER, R.C.; GUIMARÃES, K.C. Coeficiente de digestibilidade e características ruminais de bovinos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1685-1695, 2008. <http://doi.org/10.1590/S1516-35982008000900023>
- GERON, L.J.V.; MEXIA, A.A.; CRISTO, R.L.; GARCIA, J.; CABRAL, L.S.; TRAUTMANN, R.J.; MARTINS, O.S.; ZEOULA, L.M. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e características ruminais de cordeiros alimentados com níveis crescentes de concentrado em ambiente tropical no Vale do Alto Guaporé - MT. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.5, p.2497-2510, 2013. <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2497>
- GERON, L.J.V.; COSTA, F.G.; SANTOS, R.H.E.; GARCIA, J.; TRAUTMANN-MACHADO, R.J.; SILVA, M.I.L.; ZEOULA, L.M.; SILVA, D.A. Balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com rações contendo diferentes teores de concentrado. **Semina: Ciências Animal**, v.36, n.3, p.1609-1622, 2015. <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1609>
- GERON, L.J.V.; AGUIAR, S.C.; CARVALHO, J.T.H.; JUFFO, G.D.; SILVA, A.P.; SOUZA NETO, E.L.; COELHO, K.S.M.; GARCIA, J.; DINIZ, L.C.; PAULA, E.J.H. Effects of slow urea in sheep feed on intake, nutriente digestibility, and ruminal parameters. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4, ssupl.1, p.2781-2794, 2016a. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2793>
- GERON, L.J.V.; COSTA, F.G.; ROBERTO, L.S.; SILVA, A.P.; COELHO, K.S.M.; GARCIA, J.; AGUIAR, S.C.; CARVALHO, J.T.H.; SANTANA, W.G.S.; PAULA, E.J.H. Effects of including scrapes of residual dehydrated

- cassava in sheep feeding on intake and nutrient digestibility. **Semina: Ciências Agrária**, v.37, n.4, supl.1, p.2407-2416, 2016b. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2407>
- JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; GERON, L.J.V. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerras Holandeses. 1. Desempenho e parâmetros sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.192-204, 2002. <http://doi.org/10.1590/S1516-35982002000100022>
- MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; ALCALDE, C.R.; NASCIMENTO, W.G. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1528-1536, 2000. <http://doi.org/10.1590/S1516-3598200000500035>
- MORENO, G.M.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; LEÃO, A.G.; LOUREIRO, C.M.B.; PEREZ, H.L.; ROSSI, R.C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.853-860, 2010. <http://doi.org/10.1590/S1516-35982010000400022>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. National Academy Press, 2007. 362 p.
- NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3598-3629, 1991. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78552-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78552-4)
- OKE, U.K.; HERBERT, U.; ANIGBOGU, N.M.; NWACHUKWU, E.N. Rumen metabolites of bovine fed cassava peels in a humid tropical environment. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.8, n.2, p.172-175, 2009. <http://doi.org/10.3923/pjn.2009.172.175>
- OLIVEIRA, S.V.; VALENÇA, R.L.; FERREIRA, A.C.D.; BACKES, A.A. Comportamento ingestivo de ovinos santa Inês alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farinha de resíduo de camarão em substituição ao farelo de soja nos períodos diurno e noturno. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.12, n.23, p.5-10, 2014.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. Piracicaba: LivroCeres, 1979. 380 p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Editora da UFV, 2002.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992. <http://doi.org/10.2527/1992.70113562x>
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas: SAEG**. Versão 9.1. Viçosa: Editora da UFV, 2007. 150 p.
- VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/DZO, 2010. 502 p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; BRANCO, A.F.; PRADO, I.N.; DALPONTE, A.O.; KASSIES, M.; FREGADOLLI, FL. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH₃ e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1582-1593, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000600030>
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V.; MAEDA, E.M.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M.; JORGE, J.R.V.; MARQUES, J.A. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003. <http://doi.org/10.1590/S1516-35982003000200030>
- ZEOULA, L.M.; FERRELI, F.; PRADO, I.N.; GERON, L.J.V.; CALDAS NETO, S.F.; PRADO, O.P.P.; MAEDA, E.M. Digestibilidade e balanço de nitrogênio com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2179-2186, 2006. <http://doi.org/10.1590/S1516-35982006000700039>