

RESPIROMETRIA E EMISSÃO DE METANO POR OVINOS ALIMENTADOS COM CAPIM-ELEFANTE CORTADO COM DIFERENTES IDADES

RESPIROMETRY AND METHANE EMISSIONS BY SHEEP FED ELEPHANTGRASS AT DIFFERENT CUTTING AGES

Alex de Matos TEIXEIRA¹; Lúcio Carlos GONÇALVES²; Frederico Osório VELASCO³; Gabriel de Oliveira RIBEIRO JUNIOR³; Wilson Gonçalves FARIA JÚNIOR⁴; Diego Soares Gonçalves CRUZ⁵; Diogo Gonzaga JAYME²

1. Professor, Doutor, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. alexmteixeira@yahoo.com.br; 2. Professor, Doutor, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil; 3. Doutor em Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil; 4. Professor, Doutor, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Roraima - UFRR, Boa Vista, RR, Brasil; 5. Doutorando em Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho mensurar a respirometria e a emissão de metano entérico por ovinos alimentados com o capim-elefante cortado aos 56, 84 e 112 dias de crescimento. Foram utilizados 18 carneiros adultos sem raça definida, com peso médio de $34,7 \pm 6$ kg alojados em gaiolas de estudo de metabolismo. A mensuração dos gases foi realizada através de uma câmara respirométrica de fluxo aberto. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis repetições, e as médias foram comparadas pelo teste SNK ($P < 0,05$). Os animais alimentados com o capim colhido após 56 dias de rebrotação consumiram mais oxigênio e produziram mais dióxido de carbono e metano. As produções de calor variaram 87,19 a 143,57 Kcal/kg^{0,75}/dia. O coeficiente respiratório foi semelhante entre os tratamentos, com valor médio de 0,98. A produção de metano variou entre 11,74 e 22,51 g/dia, havendo redução com o aumento da idade da planta forrageira. Quando expressa em g/kg^{0,75}/dia, a produção deste gás foi superior para animais que receberam o capim-elefante-verde cortado aos 56 dias de idade (1,53 g/kg^{0,75}/dia). A emissão de metano (g) por quilo de matéria seca (MS) e de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) consumido para o capim colhido mais novo (56 dias) foi superior à do capim colhido no estágio mais avanço de maturação (112 dias). Porém, as emissões de metano em gramas por quilo de MS digestível (27,2 g/kg) e FDN digestível (44,4 g/kg) foram semelhantes para os capins colhidos nas diferentes idades de corte. A emissão diária de metano (g/kg^{0,75}/dia) foi maior em animais alimentados com a planta forrageira colhida mais nova, enquanto que se expressa em gramas por quilo de MS ou FDN digestível a emissão deste gás não sofreu influência do capim-elefante no momento do corte.

PALAVRAS-CHAVE: Calorimetria. Gases de efeito estufa. Ruminante.

INTRODUÇÃO

Devido ao elevado potencial de produção de massa de forragem e baixo custo, as gramíneas de clima tropical têm se mostrado como alternativa viável na produção de alimento nos sistemas de produção animal. Contudo, à medida que avança o estágio de maturação destas plantas forrageiras, observa-se aumento da produção de matéria seca, porém declínio de seu valor nutritivo. Esta diminuição da qualidade das forragens com o aumento da idade da planta ocorre principalmente pelas diminuições da relação folha/haste e da qualidade dos componentes da haste (NELSON; MOSER, 1994; WILSON; HATFIELD, 1997).

Os ruminantes detêm a capacidade de converter plantas ricas em celulose (i.e.: materiais não digeridos por animais monogástricos) em carne, leite, lã e couro. No rúmen, a fermentação microbiana dos componentes dietéticos ingeridos converte os carboidratos em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente ácidos acético (C2),

propiónico (C3) e butírico (C4), que são fonte de energia para os ruminantes. Nesse processo fermentativo, ainda são produzidos CO₂ e íons hidrogênio em quantidades variáveis, dependendo da concentração e das proporções relativas dos ácidos produzidos (OWENS; GOERSCH, 1988; EUN et al., 2004). Estes íons hidrogênio oriundos de reações de desidrogenação envolvendo cofatores reduzidos são removidos continuamente através da metanogênese.

Além de representar um importante gás causador do efeito estufa, o metano apresenta relação inversa com a eficiência da fermentação ruminal em virtude da perda de carbono e, conseqüentemente, perda de energia, influenciando o desempenho animal (COTTON; PIELKE, 1995; BELL et al., 2011). Com teor energético de 13,344 Kcal/g (HOLTER; YOUNG, 1992), o metano representa uma perda estimada entre 5,5 e 6,5% da energia bruta ingerida (JOHNSON; WARD, 1996). Entretanto, as mensurações realizadas em câmaras respirométricas (calorimetria indireta) mostraram

grande variação na emissão de metano, de 2 a 12% da energia bruta ingerida (JOHNSON; JOHNSON, 1995).

A avaliação da emissão de metano por meio de câmaras respirométricas é considerada como método padrão (*Standard Gold*) para a calibragem e desenvolvimento de novas metodologias. Nessa técnica há quantificação precisa dos gases produzidos (respiração, eructação e ejeção retal) e do consumo do animal, possibilitando ainda avaliar em conjunto o metabolismo energético.

A produção de metano pelos ruminantes parece aumentar com o aumento da maturidade da planta forrageira consumida (MCALLISTER et al., 1996; NAVARRO-VILLA et al., 2011; PURCELL et al., 2011), em função da queda nos teores de conteúdo celular (proteína bruta, carboidratos solúveis) e aumento dos teores de parede celular (FDN) encontrados nas forrageiras colhidas em estágio mais avançado. Entretanto este efeito nem sempre é observado (PINARES-PATIÑO et al. 2003), pois o aumento da maturidade pode não causar mudanças drásticas na composição da planta a ponto de alterar a produção de AGV's e, assim, de CH₄. De acordo com Beauchemim et al. (2008), o melhor manejo das pastagens poderia contribuir para redução das emissões de metano, mas isto não está ainda bem documentado. Mesmo assim, de acordo com O'Mara et al. (2008), a melhoria da qualidade nutricional das forragens pode reduzir as emissões de CH₄ por kg de leite ou carne devido a melhoria na produtividade animal.

Objetivou-se com este trabalho mensurar a respirometria e a emissão de metano entérico por ovinos alimentados com capim-elefante verde cortado em diferentes idades de rebrota.

MATERIAL E MÉTODOS

A parte de campo foi conduzida na Fazenda Experimental Professor Hélio Barbosa da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada no município de Igarapé, em Minas Gerais, A fazenda está situada a 20°04'31 de latitude Sul e 44°18'06 de longitude Oeste, com altitude média de 786 metros. Foi utilizada uma área de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.* cv. Napier) já estabelecida em latossolo vermelho escuro, que apresentava as seguintes características: pH = 7,6; Al⁺⁺⁺ = 0,01 cmol.carga/dm³; P= 0,5 mg/dm³; K= 97 mg/dm³ e índice de saturação de bases de 87,27%. No dia 06 de janeiro de 2007 foi realizado o corte de uniformização da área com roçadeira a 20 cm do nível do solo. Com base nas análises de fertilidade, granulometria e matéria

orgânica do solo, foi feita uma aplicação de 300 kg/ha do adubo comercial 20:05:20.

Nas idades experimentais (56, 84 e 112 dias de rebrotação), o capim foi cortado com roçadeira costal a 20 cm do solo e picado em picadeira estacionária em partículas de 10 a 30 mm. O material picado foi ensacado em sacos plásticos e imediatamente levado à Escola de Veterinária para ser armazenado em câmara fria a -17 °C. Diariamente os sacos contendo capim picado foram retirados da câmara fria, a um período mínimo de descongelamento à temperatura ambiente de 24 horas, antes de serem fornecidos aos animais. O alimento foi oferecido de modo a se obter entre 10 e 20% de sobras no cocho.

Para o estudo foi utilizado uma câmara respirométrica de fluxo aberto, confeccionada com placas de acrílico transparente (6 mm de espessura), com dimensões externas de 1,2 m (largura) x 2,0 m (altura) x 2,1 m (comprimento), localizada nas dependências do Laboratório de Metabolismo e Calorimetria Animal – LAMCA - da Escola de Veterinária da UFMG. Dentro da câmara havia uma gaiola metabólica com piso ripado, dispo de bebedouro e cocho em aço inoxidável e saleiro de PVC. As gaiolas possuíam funis acoplados ao piso de madeira, abaixo dos quais foram colocados baldes de plásticos dotados de telas (para a coleta de urina). Aos baldes coletores de urina foram adicionados, diariamente, 100 ml de HCl 2N para que não houvesse perdas de nitrogênio urinário por volatilização e/ou decomposição.

Foram utilizados 18 carneiros adultos sem raça definida, com peso médio de 34,7 ± 6 kg (Protocolo CETEA Nº 043/09). Após um período de adaptação de 21 dias às dietas e às gaiolas seguido de um ensaio de digestibilidade aparente de 5 dias, os animais foram transferidos individualmente para a câmara respirométrica por um período de 24 horas, onde foram mensuradas as trocas gasosas para posterior cálculo da produção de calor. Durante este período, o animal continuou recebendo a dieta experimental diretamente na câmara respirométrica, uma vez por dia, sendo que o consumo do alimento foi registrado pela diferença da quantidade oferecida e as sobras no cocho. Os pesos dos animais foram registrados nos momentos de entrada e saída da câmara.

O capim-elefante fornecido, a sobra e a urina de cada animal foram mensurados e amostrados. O material amostrado foi devidamente identificado, acondicionado e congelado a -17°C. Posteriormente, as amostras de oferecido e sobras foram descongeladas a temperatura ambiente e os teores de matéria pré-seca determinados em estufa

de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas (INCT-CA, 2012; método G-001/1). Após a moagem em moinho de facas estacionário do tipo Willey utilizando-se peneira com poros de 1 (um) milímetro foram executadas análises, em duplicatas, de matéria seca (MS) em estufa a 105°C (INCT-CA, 2012; método G-003/1). Nas amostras do alimento oferecido ainda foram realizadas análises de proteína bruta (PB) (INCT-CA, 2012; método N-001/1) e conteúdo de nitrogênio (N) pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995); fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) sem correção para cinzas e proteína (INCT-CA, 2012; método F-001/1), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) (INCT-CA, 2012; método F-003/1), hemiceluloses, celulose e lignina por hidrólise ácida (INCT-CA, 2012; método F-005/1); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (VAN SOEST et al., 1991). Nas amostras de urina foi determinado o teor de nitrogênio, seguindo as metodologias mencionadas.

Para o procedimento de calorimetria indireta, foram utilizados os equipamentos e a metodologia descritos por Rodriguez et al. (2007). O fluxo de ar foi ajustado utilizando a proporção de aproximadamente 1L de ar para cada kg de peso vivo do animal. O ar atmosférico que entrava na câmara era misturado ao ar expirado pelo animal, sendo coletadas a cada 5 minutos, amostras de ambos (ar externo e interno) para determinação das concentrações de oxigênio (O₂), dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), de acordo com metodologia proposta por Chwalibog (2004). Para determinação da produção de calor, foi utilizada a equação de

Brouwer (1965): $H_{(kj)} = 16,18 \times O_{2(L)} + 5,02 \times CO_{2(L)} - 2,17 \times CH_{4(L)} - 5,88 N_{urina(gr)}$; onde: H = produção de calor; N_{urina} = o nitrogênio urinário. Para a transformação dos dados em calorias, utilizou-se como referência os valores de 1 joule corresponde a 0,239 calorias. O coeficiente respiratório (CR) foi calculado como sendo a razão entre CO₂ produzido (L) e O₂ consumido (L). Para os cálculos envolvendo a produção de metano foram utilizados os fatores de 13,334 Kcal/grama e densidade de 0,7143 gramas/litro para valor energético e densidade, respectivamente (Rodriguez et al., 2007).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 6 repetições. Para a análise dos dados utilizou-se o modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$; em que, Y_{ij} = observação "j" na idade de corte "i"; μ = média geral; T_i = efeito da idade de corte i (i = 56, 84, 112 dias de crescimento); ϵ_{ij} = erro experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote estatístico SAEG (EUCLYDES, 2005) e as médias comparadas pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade. Quando apropriado, a correlação de Pearson foi realizada entre as variáveis.

RESULTADOS

Houve aumento dos teores de MS do capim-elefante com o avanço da idade da planta, variando entre 17,08 e 25,20% (Tabela 1) para o capim cortado aos 56 e 112 dias, respectivamente. Os teores de PB foram reduzidos à medida que a planta forrageira avançou em seu estágio de maturação.

Tabela 1. Composição química do capim-elefante verde em três idades

Característica	Idade da planta (dia)		
	56	84	112
Matéria seca (MS, %)	17,08	22,44	25,20
Proteína bruta (PB, %) ¹	10,91	6,89	5,05
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, %) ²	21,40	29,08	34,60
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, %) ²	6,21	11,79	15,49
Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN, %) ¹	66,76	71,62	74,05
Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA, %) ¹	37,19	44,77	44,53
Lignina (Lig, %) ¹	3,59	5,60	6,51
Hemiceluloses (Hcel, %) ¹	29,57	26,85	29,52
Celulose (Cel, %) ¹	33,60	39,17	38,02

¹ Porcentagem da matéria seca. ² Porcentagem do nitrogênio total.

Os valores de NIDN e NIDA obtidos para o capim-elefante variaram de 21,40 a 34,60% e de 6,21 e 15,49%, respectivamente, aumentando com a

idade da planta. Os teores de FDN variaram de 66,76 a 74,05% para o capim cortado aos 56 e 112 dias, respectivamente. O menor teor lignina foi

observado para o capim cortado aos 56 dias de rebrota (3,59%). Houve pequenas variações quanto aos teores de hemiceluloses entre as idades avaliadas. Os capins cortados aos 56, 84 e 112 dias apresentaram teores de celulose de 33,60; 39,17 e 38,02%, respectivamente.

Os animais alimentados com capim-elefante cortado aos 56 dias de crescimento consumiram

mais O₂ e produziram mais CO₂, CH₄ e calor que animais alimentados com o capim colhido aos 84 e 112 dias (P<0,05) (Tabela 2). As produções de gás metano e de calor variaram de 1,19 a 2,14 L/kg^{0,75}/dia e 87,19 a 143,57 Kcal/kg^{0,75}/dia, respectivamente. O coeficiente respiratório foi semelhante entre os tratamentos (P>0,05), com valor médio de 0,98.

Tabela 2. Valores médios da produção de metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂), e consumo de oxigênio (O₂) em litros por unidade de tamanho metabólico por dia (L/kg^{0,75}/dia), produção diária de calor (PC) em Kcal/kg^{0,75}/dia e coeficiente respiratório (CR) de ovinos alimentados com capim-elefante cortado aos 56, 84 e 112 dias de crescimento

Idade da planta (dias)	CH ₄	CO ₂	O ₂	PC	CR
56	2,14 a	26,32 a	26,49 a	132,57 a	1,00
84	1,52 b	21,18 b	21,45 b	104,88 b	0,99
112	1,19 b	16,65 c	17,47 c	87,19 b	0,95
CV	26,32	12,97	13,26	14,64	5,53

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste SNK (P<0,05). CV = coeficiente de variação (%).

Os animais alimentados com o capim-elefante verde cortado aos 56 dias de crescimento

apresentaram maiores valores de consumo de matéria seca (p<0,05) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de consumo de matéria seca (CMS) em gramas/unidade de tamanho metabólico (kg^{0,75})/dia, emissão de metano em gramas por dia (g/dia), gramas por kg^{0,75} por dia (g/kg^{0,75}/dia) e gramas por kg de matéria seca (MS), matéria seca digestível (MSD), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente neutro digestível (FDND) consumido por ovinos alimentados com capim-elefante verde cortado aos 56, 84 e 112 dias de crescimento

Idade da planta	CMS	Emissão de metano					
		g/dia	g/kg ^{0,75} /dia	g /kg MS	g /kg MSD	g /kg FDN	g /kg FDND
56 dias	81,12 a	22,51 a	1,53 a	18,91 a	27,00	28,93 a	40,34
84 dias	65,39 b	16,00 ab	1,11 b	16,35 ab	29,09	23,84 ab	47,96
112 dias	60,28 b	11,74 b	0,87 b	13,33 b	25,46	19,81 b	44,77
CV	17,44	23,45	26,83	18,55	23,27	24,51	24,33

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste SNK (P<0,05). CV = coeficiente de variação (%).

A produção de metano variou entre 11,74 e 22,51 g/dia. Quando expressa em g/kg^{0,75}/dia, a produção deste gás foi superior para animais que receberam o capim-elefante-verde cortado aos 56 dias de idade (P<0,05). A emissão de CH₄ (g) por quilo de MS e de FDN consumido para o capim colhido mais novo (56 dias) foi superior à do capim colhido no estágio mais avanço de maturação (112 dias) (P<0,05). Porém, quando a emissão foi expressa em gramas por quilo de MS digestível (MSD) e FDN digestível (FDND) consumidos não houve diferenças entre os tratamentos (P>0,05), com valores variando de 25,46 a 29,09 g/kg MSD e 40,34 a 47,96 g/kg FDND.

DISCUSSÃO

Os teores de MS deste experimento foram inferiores aos verificados na literatura. De fato, Silva et al. (2007) trabalharam com capim-elefante cv. cameroon em diferentes idades de rebrotação e encontraram teores de MS de 9,20; 9,71; 13,46; 15,51 e 17,51% para o capim com 33, 48, 63, 78 e 93 dias de crescimento, respectivamente (Tabela 1). Durante o processo de descongelamento do alimento para fornecimento aos animais, podem ter ocorrido perdas de água intrínseca da planta justificando a superioridade dos valores de MS deste experimento em relação à literatura. Estas possíveis perdas de água estariam facilitadas pelo fato da estrutura física da planta forragem ter sido alterada após sua

passagem na picadeira. Apenas o capim cortado aos 112 dias (5,05%) apresentou teor de proteína bruta inferior ao intervalo de 6 a 8% determinado por Van Soest (1994), como sendo o mínimo necessário para proporcionar um adequado desenvolvimento dos micro-organismos ruminais.

O valor de FDA para o capim cortado aos 56 dias (37,19%) foi inferior aos valores encontrados por Lima et al. (2008) para diferentes genótipos de capim-elefante na mesma idade de rebrota, que variaram de 42,37 a 47,53%. Tais diferenças podem estar relacionadas a variações de fertilidade do solo e níveis de fertilização utilizados. Houve pequenas variações quanto aos teores de hemiceluloses entre as idades da planta, porém segundo Chesson e Forsberg (1997), com a maturidade da forrageira, observam-se alterações mais significativas com relação à composição dos carboidratos das hemiceluloses do que em sua concentração na planta.

Considerando-se o princípio da calorimetria indireta ou respirometria, a produção de calor metabólico é resultado da oxidação de compostos orgânicos, ou seja, da disponibilidade dos mesmos para o metabolismo animal. À medida que aumenta a idade da planta forrageira há lignificação e redução da digestibilidade das frações fibrosas (Teixeira, 2009) bem como uma redução no consumo de matéria seca, resultando em uma menor disponibilidade de substrato para o processo fermentativo no ambiente ruminal. Sendo assim, devido ao menor aporte de substrato há uma redução da atividade metabólica, o que pode ser verificado pela menor produção de CO₂ e consumo de O₂, quando os animais foram alimentados com o capim-elefante colhido em idades mais avançadas. Semelhante ao encontrado neste trabalho, Carvalho (2012) observou que a produção de CO₂ e consumo de O₂ reduziram linearmente em função da idade do Tifton 85 destinado à produção de feno (Tabela 2).

Em recentes trabalhos utilizando a metodologia de respirometria, as produções de gás CH₄ por ovinos alimentados com diferentes forrageiras tropicais em nível de manutenção têm variado de 0,86 a 2,10 L/kg^{0,75}/dia (RAMIREZ, 2011; VELASCO, 2011; FARIA JUNIOR, 2012; CARVALHO, 2012). Estes valores corroboram os resultados obtidos no presente estudo, no qual a produção de CH₄ variou de 1,2 a 2,1 L/kg^{0,75}/dia. Durante a fermentação ruminal, para cada molécula de acetato sintetizada, ácido graxo volátil produzido em maior proporção, há uma liberação de duas de moléculas de H₂ além da liberação de uma molécula de CO₂ (HUNGATE, 1966). Por ser o principal substrato metanogênico, foi observada no presente

estudo alta correlação entre a produção de CO₂ e a produção de CH₄ ($r_{CH_4 \times CO_2} = 0,9087$; $P < 0,001$).

Os coeficientes respiratórios encontrados neste estudo (Tabela 2) indicam a metabolização predominante de carboidratos (média de 0,98). Segundo Diener (1997) os coeficientes respiratórios de carboidratos, proteína e gorduras são 1,0; 0,8 e 0,7, respectivamente. Sendo assim, este parâmetro é um bom indicativo da condição metabólica do animal.

Velasco (2011) e Ramirez (2011) avaliaram a produção de metano por ovinos semelhantes ao do presente estudo e alimentados, respectivamente, com capim *B. decumbens* colhido entre 56 e 112 dias de idade e na forma de feno, encontrando produções entre 18,6 e 29,7 g/dia, semelhantes ao do presente estudo. Carvalho (2012) e Faria Junior (2012), de forma contrária aos resultados da Tabela 3, não observaram efeito da idade do Tifton 85 sobre a produção de CH₄ em g/kg^{0,75}/dia, com valores médios de 0,98 e 1,64, respectivamente.

Em uma compilação de dados de vários trabalhos com câmaras respirométricas Blaxter e Clapperton (1965) encontraram aumento linear da produção de CH₄ (% da EB consumida) com o aumento da digestibilidade aparente da energia bruta por ruminantes ao nível de manutenção. Em se tratando de plantas forrageiras tropicais, a principal fonte de energia está associada à fração FDN. A emissão de metano em gramas por kg de MS e de FDN consumidos apresentaram elevado coeficiente de correlação ($r_{CH_4/kg MS \times CH_4/kg FDN} = 0,9110$; $P < 0,001$). Pelo fato da fermentação de carboidratos fibrosos no rúmen proporcionar maior proporção de acetato, espera-se que a emissão de metano em função do alimento ingerido esteja, entre outros fatores, relacionada ao conteúdo e digestibilidade da fração FDN do mesmo. Pela Tabela 1 é possível perceber que há um aumento do teor de FDN, porém decréscimo da digestibilidade (TEIXEIRA, 2009) desta fração com o avanço do estágio de maturação do capim-elefante.

Diferentemente dos resultados descritos no presente estudo, a produção de metano (g/kg de MS ou g/kg MS digestível) em alguns trabalhos parece aumentar com o aumento da maturidade da forragem (MCALLISTER et al., 1996; NAVARRO-VILLA et al., 2011; PURCELL et al., 2011). Há que se ressaltar, entretanto, que nestes trabalhos foram avaliadas forrageiras temperadas enquanto no presente estudo foi avaliada uma gramínea tropical. Esta menor emissão relativa de metano poderia estar associado aos maiores teores de PB, carboidratos solúveis e do ácido linoleico e menores teores de carboidratos fibrosos (FDN e FDA) verificados

nestas plantas forrageiras quando colhidas mais jovens (VAN SOEST, 1994; DOHME et al., 2001).. Desta forma, a fermentação de plantas mais jovens levaria a maior produção de propionato e, conseqüentemente, menor produção de CH₄. Outro fator para justificar a menor produção de metano por animais alimentados com plantas forrageiras temperadas colhidas mais jovens seria o maior consumo voluntário e, conseqüentemente, menor tempo de retenção no rúmen, reduzindo a produção de metano (ECKARD et al., 2010). Por outro lado, plantas forrageiras tropicais mesmo quando colhidas mais novas apresentam elevados teores de carboidratos fibrosos (FDN e FDA), justificando, pelo menos em parte, as diferenças verificadas na emissão de metano de animais alimentados com

estas plantas forrageiras em relação àqueles alimentados com plantas forrageira temperadas.

CONCLUSÃO

A idade do capim-elefante determina diferenças no valor nutricional da forrageira refletindo sobre a respirometria e emissão de metano por ovinos alimentados com esta forrageira. Os animais alimentados com o capim-elefante colhido mais em estágio de maturação mais avançado apresentaram menor emissão diária de metano (g/ kg^{0.75}/dia), em virtude do menor aporte de substrato para fermentação no ambiente ruminal, que ocorreu devido ao menor consumo de matéria seca e baixa digestibilidade das frações fibrosas.

ABSTRACT: The aim of this work was to determinate the respirometry and enteric methane emission from sheep fed fresh elephant grass cut at 56, 84 and 112 days of regrowth. Eighteen crossbred sheep (34.7 ± 6 kg) individually housed in metabolic crates were used in this experiment. The gases measurements were accomplished with an open circuit respirometric chamber. The experimental design was completely randomized with three treatments (grass regrowth age) and six repetitions (sheep). The data were subjected to ANOVA and means were compared by SNK test (P<0.05). The animals fed with elephant grass harvested at 56 days of regrowth had higher oxygen uptake and carbon dioxide and methane emissions. Heat production ranged from 87.19 to 143.57 Kcal/kg^{0.75}/day. The respiratory quotients were similar (P>0.05) among treatments, averaging 0.98. Methane emissions ranged from 11.74 to 22.51 g/day. When expressed in g/kg^{0.75}/day, methane emissions were higher for sheep fed fresh elephant grass with 56 days of regrowth (1.53 g/ kg^{0.75}/day). Methane emissions expressed in g/kg of dry matter (DM) intake or neutral detergent fiber (NDF) intake were higher (P<0.05) for the grass harvested with 56 days of regrowth compared to the grass harvested in more advanced stage of maturity (112 days). However, methane emissions in g/kg of digestible DM (27.2 g/kg) and digestible NDF (44.4 g/kg) were similar among treatments. While daily methane emissions (g/kg^{0.75}/day) were higher in sheep fed fresh elephant grass harvested with 56 days of regrowth, it was not affected by regrowth age when expressed as g/kg of digestible DM or digestible NDF.

KEYWORDS: Calorimetry. Greenhouse gas. Ruminant.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **International Official methods of analysis**, 16 ed. Washington, D.C.: Animal feed., cap.4, 1995.
- BEAUCHEMIN, K. A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; MCALLISTER, T. A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 48, p. 21-27, 2008.
- BELL, M. J.; WALL, E.; SIMM, G.; RUSSELL, G. Effects of genetic line and feeding system on methane from dairy systems. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 167, p. 699-707, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.049>
- BLAXTER, K. L.; CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 19, n. 4, p. 511-522, 1965. <http://dx.doi.org/10.1079/BJN19650046>

- BROUWER, M. Report of sub-committee on constants and factors. In: SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM HELD AT EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION, 1965, London. **Proceedings...** London: EAAP Academic, 1965. p. 441-443.
- CARVALHO, W. T. V. **Valor nutricional do feno de Tifton 85 em quatro idades**. 2012. 196p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CHESSON, A.; FORSBERG, C. W. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. In: HOBSON, P.N. e STEWART, C.S. **The rumen microbial ecosystem**. Londres: Brackie Academic & Professional, 1997. Cap. 8, p.329-381.
- CHWALIBOG, A. **Physiological basis of heat production – The fire of life**. Frederiksberg: Research School of Nutrition and Physiology, 2004, 23p.
- COTTON, W. R.; PIELKE, R. A. **Human impacts on weather and climate**. Cambridge: Cambridge University, 1995, 288p.
- DIENER, J. R. C. Calorimetria indireta. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo v. 43, n. 3, p. 245-253, 1997. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-42301997000300013>
- DOHME, F.; MACHMULLER, A.; WASSERFALLEN, A. *et al.* [2001]. Ruminant methanogenesis as influenced by individual fatty acids supplemented to complete ruminant diets. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 47–51, 2001. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1472-765x.2001.00863.x>
- ECKARD, R. J.; GRAINGER, C.; KLEIN, C. A. M. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. **Livestock Science**, Oxford, v. 130, p. 47-56, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.010>
- EUCLYDES, R. F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa: UFV, 2005. 59p.
- EUN, J. S.; FELLNER, V.; GUMPERTZ, M. L. Methane production by mixed ruminal cultures incubated in dual-flow fermenters. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 112-121, 2004. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73148-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73148-3)
- FARIA JUNIOR, W. G. **Valor nutricional de silagens do capim-Tifton 85 em difentes idades**. 2012. 199p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- HOLTER, J. B., YOUNG, A. J. Methane prediction in dry and lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, p. 2165-2175, 1992. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77976-4](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77976-4)
- HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic, 1966. 533p.
- INCT-CA – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012, 214p.
- JOHNSON, D. E.; WARD, G. M. Estimates of animal methane emissions. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v. 42, p. 133-141, 1996. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00394046>
- JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D. E. Methane Emissions from Cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2483- 2492, 1995.
- LIMA, E. S.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M.; ARAÚJO, S. A. C.; LISTA, F. N.; CARNEIRO, R. F. V.; ROCHA, T. C.; RUIVO, S. C.; DEMINICIS, B. B.; COSTA, D. P. B. Composição e digestibilidade *in vitro* de

genótipos de capim-elefante, aos 56 dias de rebrota. **Archivos de zootecnia**, Cordoba, v. 57, n. 218, p. 282, 2008.

McALLISTER, T. A.; OKINE, E. K.; MATHISON, G. W.; CHENG, K. J. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 76, p. 231-243, 1996. <http://dx.doi.org/10.4141/cjas96-035>

NAVARRO-VILLA, A.; O'BRIEN, M.; LÓPEZ, S.; BOLAND, T. M.; O'KIELY, P. *In vitro* rumen methane output of red clover and perennial ryegrass assayed using the gas production technique (GPT). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 168, p. 152-164, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.091>

NELSON, C. J.; MOSER, L. E. Plant factors affecting forage quality. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy. 1994, p. 115-154.

O'MARA, F.; BEAUCHEMIN, K. A.; KREUZER, M.; McALLISTER, T. A. Reduction of greenhouse gas emissions of ruminants through nutritional strategies. In: Proc. Inter. Conf. on **Livestock and Global Climate Change**, British Society of Animal Science, 17-20 Maio, 2008, Hammamet, Tunisia, 2008, p. 40-43.

OWENS, F. N., GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation In: CHURCH, D. C. **The Ruminant Animal Physiology and Nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press, 1988. p. 146-171.

PINARES-PATIÑO, C. S.; BAUMONT, R.; MARTIN, C. Methane emissions by Charolais cows grazing a monospecific pasture of timothy at four stages of maturity. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 83, n. 4, p. 769-777, 2003. <http://dx.doi.org/10.4141/A03-034>

PURCELL, P. J.; O'BRIEN, M.; BOLAND, T. M.; O'KIELY, P. *In vitro* rumen methane output of perennial ryegrass samples prepared by freeze drying or thermal drying (40°C). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 166-167, p. 175-182, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.065>

RAMIREZ, M. A. **Consumo e digestibilidade aparente de fenos de *Brachiaria decumbens*, stapf cultivar Basiliski cortados em três diferentes idades**. 2010. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RODRIGUEZ, N. M. ; CAMPOS, W. E. ; LACHICA, M. L. ; BORGES, I.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. O. S. A calorimetry system for metabolism trials. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, p. 495-500, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000200033>

SILVA, P. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; DETMANN, E.; PAIXÃO, M. L. Valor energético do capim-elefante em diferentes idades de rebrota e estimativa da digestibilidade in vivo da fibra em detergente neutro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 3, 2007.

TEIXEIRA, A. M. **Consumo voluntário e digestibilidade aparente do capim-elefante *Pennisetum purpureum* Schum.) verde em diferentes idades de corte, em ovinos**. 2009. 39f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B.A. Official for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 3583-3597, 1991. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

VELASCO, F. O. **Valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* em três idades**. 2011. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

WILSON, J. R.; HATFIELD, R. D. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. **Australian Journal of Agricultural and Research**, Victoria, v. 48, p. 165-180, 1997. <http://dx.doi.org/10.1071/A96051>