

Produção de metano entérico por ovinos em sistema silvipastoril de eucalipto e capim massai

Fernando de Oliveira Alari¹, Paola Palauro Spasiani², Abmael da Silva Cardoso¹, Nomaiaci de Andrade¹,
Ricardo Andrade Reis¹ e Ana Cláudia Ruggieri¹

¹ Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. fernandoalari7@gmail.com; abmael2@gmail.com; nomaiaci_andrade@yahoo.com.br; rareis@fcav.unesp.br; acruggieri@fcav.unesp.br.

² Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras. paspasiani@hotmail.com.

Resumo: O metano (CH₄) é o segundo gás de efeito estufa mais importante. Na produção animal sua emissão está principalmente relacionada a fermentação do alimento no rúmen. Entre 3 e 9% da energia bruta ingerida pelos animais é perdida na forma de CH₄. Com a intensificação do aumento da temperatura média do globo terrestre formas de mitigar a emissão de CH₄ necessitam ser investigadas. Uma alternativa pode ser a inclusão de árvores em sistemas pastoris levando a uma alteração na composição química do alimento e também no desempenho animal o que pode levar a uma redução na emissão total ou por unidade de produto de CH₄. O objetivo desta pesquisa foi quantificar a emissão de CH₄ por ovinos e a composição química do capim massai sobre 3 níveis de sombreamento em sistema silvipastoril. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado sendo os tratamentos 3 níveis de sombreamento pleno sol (sem árvores, moderado (com eucalipto espaçado 12m entre linhas) e intenso (com eucalipto espaçado 6m entre linhas) com 6 repetições. A composição química da forragem e a emissão de CH₄ entérico foram avaliados por 3 anos seguidos (2013 a 2015). A composição química do capim não apresentou diferenças entre os níveis de sombreamento assim como entre anos. Ao analisar a composição bromatológica do capim massai o teor médio de proteína bruta foi 10%, fibra em detergente ácido 69,3%, fibra em detergente neutro 38,1%, hemicelulose 31,2%, celulose 33,5% e lignina 4,7% com base na matéria seca. A emissão de CH₄ entérico não diferiu entre níveis de sombreamento, porém foi afetada pelos anos de avaliação. No primeiro ano a produção de CH₄ por animal foi 5,8, 7,1 e 6,2 kg CH₄ animal⁻¹, no segundo 10,2, 9,2 e 9,4 kg CH₄ animal⁻¹ e no terceiro 8,5, 7,3 e 7,0 kg CH₄ animal⁻¹. A ausência de efeito dos níveis de sombreamento sobre a composição bromatológica do capim massai significa que nos arranjos arbóreos estudados não afetou os mecanismos fisiológicos que levam a alteração na formação dos compostos nitrogenados e fibra na planta. Essa ausência de efeito sobre a composição química também explica a produção similar de CH₄ entre os níveis de sombreamento. Já a diferença entre anos pode ser atribuída a características intrínsecas aos animais que eram diferentes entre os anos. Os níveis de sombreamento utilizados podem ser adotados em sistemas de produção silvipastoris sem alterar a composição química da forrageira, porém, não se constitui em uma alternativa a mitigação de CH₄ entérico.

Palavras-chaves: mudanças climáticas, mitigação de CH₄, gases de efeito estufa.

Os autores deste trabalho são os únicos responsáveis por seu conteúdo e são os detentores dos direitos autorais e de reprodução. Este trabalho não reflete necessariamente o posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Biometeorologia (SBBiomet).

The authors of this paper are solely responsible for its content and are the owners of its copyright. This paper does not necessarily reflect the official position of the Brazilian Society of Biometeorology (SBBiomet).

Introdução

O metano (CH₄) entérico é o segundo gás de efeito estufa (GEE) mais importante. Sua concentração na atmosfera aumentou de 750 para 1850 ppb na atmosfera desde o início da revolução industrial (WMO, 2016). A fermentação entérica é responsável por aproximadamente 15% do total do CH₄ emitido para a atmosfera (FAO, 2013). A maioria destas emissões ocorre na produção de grandes ruminantes, porém, a emissão derivada da produção de ovinos também é relevante. O Brasil possui uma população ovina de aproximadamente 18 milhões de cabeças e a ovinocultura brasileira apresenta alto potencial de crescimento (CONAB, 2016).

O CH₄ é produzido através da fermentação da matéria orgânica dos alimentos ingeridos pelos animais. As bactérias metanogênicas utilizam as moléculas de hidrogênio (H⁺) originárias da formação de ácidos graxos voláteis no rúmen para a redução de CO₂ levando a formação de CH₄ (Kreuzer & Hindrichen, 2006). Entre 3 e 7% da energia bruta ingerida é perdida na forma de CH₄ entérico. O percentual de energia bruta perdida depende principalmente da fração fibrosa dos alimentos, assim, a emissão é maior quando ingerido forrageiras e menor para dietas com alto teor de concentrados (Embrapa, 2015). A inclusão de árvores em sistemas pastoris pode levar a uma alteração no teor de fibras no capim e conseqüentemente vir a alterar a quantidade de CH₄ emitida.

Segundo o guia para inventários nacionais de GEE um ovino adulto emite em média 5 kg de CH₄ cabeça⁻¹ ano⁻¹ (IPCC, 2006). Este é um valor default que foi estabelecido pelo painel de especialistas deste órgão, porém, não existem estudos que quantificaram a produção de CH₄ entérico em regiões de clima tropical em pastagens do gênero *Panicum* ou em sistema silvipastoris. Assim sendo, a emissão de CH₄ entérica pode ser diferente da preconizada pelo guia de inventários do IPCC. Nesta pesquisa hipotetizou-se que a emissão de CH₄ é menor do que a definida pelo IPCC.

Os objetivos deste estudo foram quantificar a emissão de CH₄ entérico produzido por ovinos em sistema silvipastoril e avaliar o efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre a composição química de capim massai e emissão de CH₄ entérico em sistema silvipastoril com eucaliptos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura e Pastagens do Departamento de Zootecnia do Campus de Jaboticabal de Unesp (21°14'05''S e 48°17'09''W), a altitude de 615 m acima do nível do mar. A precipitação média do local é de 1424 mm e a temperatura média anual de 22,3 °C. O solo do local é classificado como um Latossolo Vermelho de textura argilosa. A implantação do capim massai (*Panicum maximum* x *Panicum infestum*) ocorreu em janeiro de 2012. A área foi dividida em 18 piquetes com 70 m² cada e uma área reserva de 0,5 ha. Em setembro de 2012 foi realizada o plantio das mudas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) com 1,5m de altura.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 6 repetições. Os tratamentos foram 3 níveis de sombreamento: pleno sol (sem árvores), moderado (eucalipto com espaçamento entre linhas de 12 m) e intenso (eucalipto com espaçamento entre linhas de 6 m). O espaçamento entre linhas foi de 3 m.

Durante o período experimental o método de pastejo empregado foi o de lotação intermitente sendo adotado o critério de entrada de 95% de interceptação luminosa pelo dossel forrageiro. De acordo com Pedreira et al. (2007) esta é a interceptação luminosa no pré-pastejo que permite a melhor relação entre produção de forragem e valor nutritivo. Antes do início do período experimental era realizado um pastejo de adaptação para evitar efeitos do acúmulo de forragem do período sem avaliação experimental. O critério de saída dos animais foi o de 20 cm de altura e foi utilizada a mesma carga animal nos diferentes tratamentos. Os animais permaneceram oito horas por dia em pastejo, sendo recolhidos após esse período para um galpão com aprisco, onde recebiam sal mineral e água à vontade.

Durante os 3 anos de avaliação foram utilizados animais machos não castrados mestiços (Santa Inês x Dorper) com idade média de aproximadamente 6 meses. O peso médio dos animais foi de 25 kg no primeiro ano, 25 kg no segundo ano e de 22 kg no terceiro ano de avaliação. Os períodos de avaliação das variáveis de composição química da forragem em produção de CH₄ entérico foram realizadas em março nos 3 anos experimentais (2013, 2014 e 2015).

A composição química da forragem foi obtida pela análise bromatológica de amostras colhidas pelo pastejo simulado. Para a colheita do material observou-se o comportamento ingestivo dos animais e os locais da pastagem mais frequentados. As amostras foram secas à estufa 55°C por 72 horas, moídas em moinho tipo Wiley, com granulometria de 1 mm. Posteriormente foram determinados os teores de matéria seca e proteína bruta (PB) de acordo com AOAC (1995). E as frações fibrosas: fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Van Soest et al., 1991) e o teores de hemicelulose e celulose calculados.

A quantificação da produção de CH₄ entérico foi realizada através da metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF₆), descrita e com adaptações para pequenos ruminantes de acordo com Meister (2013). Por esta técnica uma cápsula contendo uma taxa de liberação do gás traçador conhecida é colocada no rúmen dos animais com auxílio de uma sonda esofágica e amostras de ar eructado são obtidas utilizando cangas coletoras que são trocadas a cada 24 horas por um período de 7 dias. Em seguida a concentração dos gases foi determinada via cromatografia gasosa. A produção de CH₄ é obtida através da multiplicação da taxa de liberação de SF₆ (g dia⁻¹) pela razão entre a concentração de CH₄ e SF₆ obtidas nas amostras.

As variáveis estudadas foram analisadas utilizando modelos mistos. Para comparação entre de anos utilizou-se contrastes ortogonais polinomiais e para os tratamentos níveis de sombreamento comparações múltiplas (Tukey a 5% de probabilidade). As análises foram realizadas no programa estatístico SAS® versão 9.4 (SAS institute, 2002).

Resultados e Discussão

O teor de proteína não variou entre os níveis de sombreamento assim como não apresentou diferenças entre anos (Tabela 1). Segundo Van Soest et al. (1994) a quantidade de proteína na forrageira é afetada pela quantidade de nitrogênio aplicada, a idade da planta, época do ano e manejo. Neste estudo a variação sazonal de precipitação e temperatura entre o ano provavelmente não foi suficiente para afetar as variáveis inerentes a planta e solo que levam ao acúmulo de um teor diferente de N no capim massai. De acordo com Rossiello et al (2009) quando uma menor quantidade de luz chega até o dossel forrageiro as plantas aumentam a quantidade de cloroplastos por área para aumentar a eficiência do uso da luz o que pode levar a um aumento no teor de PB. De fato, o maior teor de PB foi encontrado no maior sombreamento, porém, os níveis de sombreamento estudado não afetaram está variável.

Tabela 1 - Composição química do capim massai das amostras de pastejo simulado coletadas no mês de março. Médias (% da matéria seca) de 3 níveis de sombreamento.

	% PB	% FDN	% Hem	% FDA	% Cel	% Lig
Ano 1 - 2013	9,13	68,39	30,63	37,76	33,68	4,08
Ano 2 - 2014	8,65	70,82	32,23	38,59	32,99	5,60
Ano 3 - 2015	9,27	64,07	25,97	38,73	34,66	4,07
Média	9,02	67,76	29,61	38,36	33,78	4,58

PB – Proteína bruta; FDN – Fibra em detergente neutro; Hem – hemicelulose; FDA – Fibra em detergente ácido; Cel – Celulose e Lig – Lignina.

Diminuição do material fibroso em sistema silvipastoril foi observado por Kephart & Buxton (1993). O % FDN, % FDA e demais frações fibrosas não foram afetado pelos níveis de sombreamento do sistema silvipastoril estudado nesta pesquisa. Entretanto, os teores das frações fibrosas foram afetadas pelos anos. Embora os níveis de sombreamento possam ter alterado a relação de luz incidente na planta forrageira os níveis de sombreamento estudado não foram suficientes para promover modificações nas frações de fibra. A variação sazonal nos teores de fibra pode ser explicada pelas variações de precipitação, duração do fotoperíodo e temperatura (Van Soest et al., 1994). O maior teor de fibras foi observado no segundo ano de estudo quando ocorreu uma menor precipitação.

Os efeitos dos níveis de sombreamento sobre a composição química da forrageira têm implicações práticas relevantes. Uma vez que não foi observado diferenças nos teores dos nutrientes estudados, portanto, o espaçamento de 6 m entre linhas de árvores de eucalipto pode ser utilizado sem comprometer o valor nutritivo do capim massai. As modificações na densidade ou espaçamento das árvores alteram a proporção de sub-bosque modificando a incidência de sombra sobre o dossel forrageiro (Abraham et al., 2014). O que poderia levar a modificações na composição química da forrageira.

A produção de CH₄ não foi afetada pelos níveis de sombreamento (P>0.05). A menor emissão por animal foi observada no primeiro ano de avaliação no tratamento sombreamento intenso (6,20 kg CH₄ animal⁻¹ ano⁻¹) e a maior no tratamento pleno solo (10,2 kg CH₄ animal⁻¹ ano⁻¹). Porém, a emissão de CH₄ foi influenciada pelo ano. Uma maior emissão foi observada no segundo ano de avaliação (Tabela 2). Em 2014 uma seca severa ocorreu na região de avaliação. A produção de CH₄ está intrinsecamente ligada ao consumo de fibra pelo animal (Kreuzer & Hindrichen, 2006). Reynolds et al. (2009) encontrou uma correlação linear positiva entre o teor de fibra e a produção de CH₄. A variação observada nos teores de FDN e FDA podem explicar a variação interanual observada no presente estudo.

Tabela 2 – Produção de CH₄ (kg de CH₄ animal⁻¹ ano⁻¹) por ovinos determinados no mês de março em 3 anos consecutivos sobre 3 níveis de sombreamento (pleno sol, moderado e intenso).

	Pleno sol	Moderado	Intenso	Média
Ano 1 - 2013	5,80	7,10	6,20	6,37
Ano 2 - 2014	10,20	9,20	9,40	9,60
Ano 3 - 2015	7,22	6,27	6,85	6,78
Média	7,74	7,52	7,48	7,58

De acordo com o IPCC (2006) a emissão de CH₄ entérica anual para ovinos é de 5 kg animal⁻¹ ano⁻¹, portanto, inferior à emissão média anual medida no presente estudo de 7,58 kg animal⁻¹ ano⁻¹. A maior emissão observada pode ser explicada pelas diferenças entre a forrageira estudada e aos estudos utilizados pelo painel de especialistas do IPCC.

Conclusão

Os níveis de sombreamento moderado (espaçamento entre linhas de 12 m) e intenso (espaçamento entre linhas de 6m) podem ser utilizados em sistema silvipastoril com capim massai e eucalipto sem alterar a composição química da forrageira.

O sistema silvipastoril não mitiga a produção de CH₄ entérico por animal e a produção anual de CH₄ difere da preconizada pelo guia do IPCC 2006 para inventários de gases de efeito estufa.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa e bolsas de estudo.

Referências

- Abraham EM, Kyriazopoulos AP, Parissi ZM, Kostopoulou P, Karatassiou M, Anjаланidou, K.; Katsouta, C (2014) Growth, dry matter production, phenotypic plasticity, and nutritive value of three natural populations of *Dactylis glomerata* L. under various shading treatments. *Agroforestry Systems* 88:287-299.
- AOAC (1995) Association OF Official Analytical Chemists Official methods of analysis. 16.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1995. 2000p.
- CONAB (2016) Nota técnica: conjuntura trimestral caprino-ovinocultura Pernambuco. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília.
- EMBRAPA (2011) Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. *Embrapa gado de leite, documentos* 147:1-92.
- FAO (2013). *Livestock's long shadow*. Food and agriculture organization of the united nations. 290p.
- IPCC (2006). *Guidelines for national greenhouse gases inventories*.
- Kephart KD, Buxton DRF (1993) Forage quality responses of C3 and C4 perennial to shade. *Crop Science* 33:831-837.
- Kreuzer M, Hindrichen IK (2006) Methane mitigation in ruminants by dietary means: The role of their methane emission from manure. *International Congress Series* 1293:199-208.
- Meister NC (2013) Produção de metano em caprinos sob pastejo. Thesis, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- Pedreira BC, Pedreira CGS, Da Silva SC (2007) Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42:281-287.
- Rossiello ROP, Antunes MAH (2012) Solar radiation utilization by tropical forage grasses: light interception and use efficiency. In: Elisha B. Babatunde. (Org.). *Solar Radiation*. Rijeka: InTech - Open Access Publisher, pp 221-244.
- Van Soest PJ (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3597.
- WMO (2016) *WMO Greenhouse Gas Bulletin*. World Meteorological Organization 11:1-4.