

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS ÁGRARIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

LEONARDO CAMPOS ALMEIDA

**PERFIL METABÓLICO E EMISSÃO DE METANO EM VACAS LEITEIRAS
SUBMETIDAS A SISTEMAS DE PASTEJO EXTENSIVO E INTENSIVO**

ALEGRE-ES

2015

LEONARDO CAMPOS ALMEIDA

**PERFIL METABÓLICO E EMISSÃO DE METANO EM VACAS LEITEIRAS
SUBMETIDAS A SISTEMAS DE PASTEJO EXTENSIVO E INTENSIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Diagnóstico e Terapêutica das enfermidades Clínico-Cirúrgicas.

Orientador: Prof^a Dr^a. Graziela Barioni

ALEGRE-ES

2015

LEONARDO CAMPOS ALMEIDA

**PERFIL METABÓLICO E EMISSÃO DE METANO EM VACAS LEITEIRAS
SUBMETIDAS A SISTEMAS DE PASTEJO EXTENSIVO E INTENSIVO**

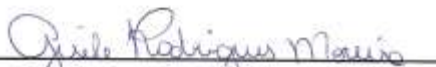
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Diagnóstico e terapêutica das enfermidades clínico-cirúrgicas.

Aprovado em 31/7/15

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. (a) Dr. (a) Graziela Barioni
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Prof. (a) Dr. (a) Gisele Rodrigues Moreira
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. (a) Dr. (a) Ana Paula Madureira
Universidade Federal de São João Del Rei

A amiga Prof^a Dr^a. Graziela Barioni, Pedro
Griffo Perciano *in memoriam*, toda família e
amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS.

Agradeço a minha Profª Drª. Graziela Barioni.

Agradeço a minha co-orientadora Drª. Perondi Anchão Oliveira e

A ajuda de Amanda Prudêncio Lemes

Agradeço a CAPES e a UFES

Agradeço a EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE

Agradeço minha família e amigos.

“Ninguém é tão ignorante que não tenha algo a ensinar. Ninguém é tão sábio que não tenha algo a aprender”

Blaise Pascal, 1623-1662

RESUMO

ALMEIDA, L. C. **PERFIL METABÓLICO E EMISSÃO DE METANO EM VACAS LEITEIRAS SUBMETIDAS A SISTEMAS DE PASTEJO EXTENSIVO E INTENSIVO.** 2015. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2015.

Objetivou-se avaliar a viabilidade da intensificação de pastagem em sistemas de produção de leite, sobre a produtividade, condição metabólica dos animais, capacidade de mitigação na emissão de metano e sobre a composição bromatológica da forragem. Neste intuito foram utilizadas 15 vacas das raças Holandesa e Holandesa x Jersey, submetidas ao acaso a dois tratamentos: pastagem intensiva de *Panicum maximum* cultivar *Tanzânia* e pastagem extensiva de *Brachiaria decumbens*, cultivar *Cynodon nlenfuensis*. A média de produção de leite entre os tratamentos foi comparada durante toda a lactação. A mensuração do metano foi realizada utilizando a técnica do gás traçador interno hexafluoreto de enxofre (SF₆). Na avaliação do perfil metabólico foram determinados os componentes: energéticos, proteicos e minerais. E a emissão do metano foi correlacionada com os componentes do perfil energético. Os componentes das pastagens foram analisados e quantificados em análise bromatológica. Na comparação entre as médias de produção de leite, não foram observadas diferenças estatísticas entre os sistemas, contudo a produção de leite por hectare foi constatado valores de 46,6 e 228 litros/ hectare, nas pastagens extensiva e intensiva, respectivamente. Na análise dos componentes do perfil metabólico foi constatada diferença significativa na concentração de colesterol entre os tratamentos, com maiores valores nos animais do sistema irrigado. Os componentes minerais: magnésio, potássio, cobre, ferro e manganês da forragem, apresentaram-se estatisticamente mais elevados no sistema intensivo. Na correlação entre a emissão de metano e a concentração dos componentes do perfil metabólico energético dos animais foi constatada uma correlação positiva entre os valores do β -hidroxibutirato e a taxa de emissão de metano. Foi verificado na análise bromatológica valores estatisticamente superiores no sistema intensivo das variáveis: MS, MM (magnésio, potássio, cobre, ferro e manganês) e NIDN. Valores de FDN e C foram significativamente superior no sistema extensivo. Valores séricos superiores de colesterol e inferiores de ureia foram encontrados nos animais da pastagem intensiva.

Contatou correlação negativa entre o cálcio da forragem e o magnésio sérico dos animais. Na correlação entre perfil energético e emissão de metano (gramas/ vaca/ dia), foi constatado correlação positiva do β -hidroxibutirato com os valores de emissão. Foi concluído com o presente estudo que a intensificação do sistema de leite não foi capaz de influenciar estatisticamente na produção de leite (vaca/ dia) e emissão de metano pelos animais. No entanto o sistema intensivo foi competente em aumentar as concentrações minerais da forragem e a produtividade de leite por hectare utilizado. O sistema intensivo também promoveu aumento das concentrações plasmáticas de colesterol.

Palavras chave: Análise bromatológica. Metano. Perfil metabólico,

ABSTRACT

ALMEIDA, L. C. **METABOLIC PROFILE AND METHANE EMISSION IN DAIRY COWS UNDER GRAZING SYSTEMS EXTENSIVE AND INTENSIVE**. 2015. 76p. Dissertation (Master of Veterinary Science) - Centre of Agricultural Sciences, Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES, 2015.

The objective was to assess the feasibility of intensification of grassland in milk production systems, on productivity, metabolic status of animals, mitigation capacity in the emission of methane and the chemical composition of the forage. For this purpose we used 15 cows of Holstein and Holstein x Jersey, submitted at random to two treatments: intensive *Panicum maximum* cultivate Tanzania and extensive grazing of *Brachiaria decumbens*, *Cynodon* cultivate nlenfuensis. The average milk production was compared between treatments throughout lactation. The measurement of methane was performed using the technique of internal tracer gas sulfur hexafluoride (SF₆). In assessing the metabolic profile were determined components: energy, protein and minerals. And the emission of methane was correlated with the components of the energy profile. The components of the pastures were analyzed and quantified in chemical analysis. Comparing the average milk production, there were no statistical differences between the systems, contundo milk production per hectare was found values of 46.6 and 228 liters / ha in extensive and intensive grazing, respectively. In analyzing the components of the metabolic profile was observed significant difference in cholesterol concentration between treatments, with higher values in animals irrigated system. The mineral components: magnesium, potassium, copper, iron and manganese forage, were statistically higher in the intensive system. The correlation between the emission of methane and the concentration of the components of the energy metabolic profile of the animals was found a positive correlation between the values of β -hydroxybutyrate and methane emission rate. It was found in chemical analysis statistically higher values in intensive system of variables: MS, MM (magnesium, potassium, copper, iron and manganese) and NDIN. NDF and C were significantly higher in the extensive system. Higher serum levels of cholesterol and lower urea were found in animals of intensive grazing. Contacted negative correlation between calcium forage and serum magnesium animals. The correlation energy profile and methane emission (g / cow / day), positive correlation was found of β -

hydroxybutyrate with the emission. It completed this study that the intensification of the milk system was not able to influence statistically in the production of milk (cow / day) and methane emissions from animals. However the intensive system was competent to increase mineral concentrations of the herbage and the milk yield per hectare used. The intensive system also promoted increased plasma cholesterol concentrations.

Key words: Chemical Analysis. Metabolic profile. Methane,

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Atividade agropecuária no Brasil.....	13
2.2 Aquecimento global.....	14
2.3 Emissão de GEE no sistema Agropecuário Brasileiro.....	17
2.4 Emissões de metano entérico pelos ruminantes.....	17
2.5 Mitigação de metano na agropecuária.....	20
2.5.1 Gerenciamento de pastagens.....	20
2.5.2 Aumento da produtividade.....	22
2.5.3 Sequestro de carbono no setor Agrícola.....	22
2.6. Utilização do perfil metabólico como indicador produtivo.....	24
3 REFERÊNCIAS.....	24
4 CAPÍTULO 1.....	33
Resumo.....	33
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussões.....	39
Conclusões.....	42
Referências.....	42
5 CAPÍTULO 2.....	47
Resumo.....	47
Abstract.....	47
Introdução.....	48
Material e Métodos.....	50
Resultados e Discussões.....	53

Conclusões.....	60
Referências.....	61
6 CAPÍTULO 3.....	65
Resumo.....	65
Abstract.....	65
Introdução.....	66
Material e Métodos.....	67
Resultados e Discussões.....	70
Conclusões.....	74
Referências.....	75

1. INTRODUÇÃO

A emissão de gases do efeito estufa de origem antropogênica tem sido estudada e mensurada em diversas atividades de produção, em especial a emissão de metano entérico por ruminantes no setor agropecuário.

O aumento da população nos últimos anos foi acompanhado pela maior demanda por alimentos, desta maneira trouxeram a necessidade de intensificação dos sistemas de produção.

O Brasil por apresentar o maior rebanho comercial do mundo em sistema de criação a pasto, tem sido colocado como grande contribuidor no processo do aquecimento global, exigindo desta forma, a adoção de práticas e tecnologias agrárias, assim como pesquisas, que se destinem a reduzir as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) pelo setor agropecuário.

A redução na emissão de metano pelo setor agropecuário está ligada principalmente a medidas como: melhorias nas dietas fornecidas aos animais, melhoria das pastagens, suplementação alimentar adequada, seletividade animal, dentre outras medidas que objetivam a melhoria da eficiência produtiva, resultando em menores ciclos de produção (PEDREIRA et al., 2005).

Em sistemas intensificados o equilíbrio entre a produção e a saúde de vacas leiteiras é instável sob condições inadequadas de manejo. Tornando uma necessidade técnica identificar as causas dos desequilíbrios metabólicos nutricionais de forma precoce, a fim de se manter um sistema de produção sadio, economicamente rentável e sustentável.

Em busca de uma produção cada vez mais sustentável faz-se necessária a utilização de sistemas cada vez mais eficientes, a fim de se alcançar produções que gerem menores valores na emissão de metano por unidade animal do sistema.

O monitoramento do status metabólico nutricional de rebanhos bovinos têm sido realizada por meio da avaliação do perfil metabólico (PM), com a análise dos componentes bioquímicos do sangue. Esta técnica permite verificar a condição de equilíbrio entre o ingresso, egresso e a metabolização dos nutrientes pelos animais. Evitando assim queda na produtividade do rebanho em função de doenças subclínicas e desbalanços nutricionais.

Objetivou-se avaliar a viabilidade da intensificação na utilização da pastagem em sistemas de produção de leite, sobre a produtividade, condição metabólica dos animais, capacidade de mitigação na emissão de metano e sobre a composição bromatológica da forragem. Os objetivos específicos incluem: comparar entre os tratamentos, sistemas intensivo e extensivo, o perfil metabólico (energético, proteico e mineral), a produção de leite, composição bromatológica da forragem e a emissão de metano pelos animais e correlacionar os valores de emissão de metano com os componentes energéticos do perfil metabólico dos animais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Atividade agropecuária no Brasil

A contribuição social do setor justifica-se e dimensiona-se por sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) nacional. O PIB da Agropecuária refere-se ao valor de tudo que é produzido pelas atividades primárias da agropecuária. O setor agropecuário brasileiro cresceu 7% em 2013, percentual superior ao de serviços (2%) e da indústria (1,3%). O Agronegócio apresentou uma participação no PIB brasileiro de 22,80% no ano de 2013 (AGRONEGÓCIO, 2013).

O setor agropecuário apresenta grande importância no cenário geográfico e social do Brasil. Em toda extensão territorial do Brasil correspondente a aproximadamente 853 milhões de hectares, 330 milhões são ocupados por atividades de práticas agropecuárias, onde a pecuária ocupa 44% do total das atividades exercidas e ocupando 62% da área total utilizada. Dentro do sistema de produção pecuário, 48,1% da área é destinada ao cultivo de pastagens, equivalendo uma área de 172,3 milhões de hectares. Cerca de 70,0% dos estabelecimentos apresentam algum tipo de produção animal. O aumento da demanda interna de leite e carne vem estimulando a produção e o investimento na produtividade do rebanho nacional (IBGE, 2006).

O rebanho bovino brasileiro em 31.12.2006 era de 171,6 milhões de cabeças; um crescimento de 12,1% em relação ao Censo Agropecuário de 1996. O crescimento do rebanho bovino nacional ocorreu simultaneamente com a redução da área de pastagens (-10,7%) dos estabelecimentos agropecuários, indicando um aumento de produtividade das pastagens. A taxa de lotação, em 1996, era de 0,86 animal por hectare e 1,08 animal por hectare em 2006 (IBGE, 2006). Contudo o Brasil alcançou em 2011 um efetivo recorde na população de bovinos, alcançando as 212,8 milhões de cabeças, um aumento de 1,6% quando comparado ao ano anterior. Alcançando desta forma a posição de maior rebanho comercial do mundo. Assim como a população de bovinos, o rebanho de bubalinos cresceu 7,8%, atingindo 1,3 milhões de cabeças (IBGE, 2014).

Outra característica disseminada no território nacional e consequente da histórica ocupação do interior do Brasil desde o período colonial, é a utilização

predominante de sistemas de criação extensiva de ruminantes. Caracterizado por extrema dependência do uso de grandes áreas para a produção a pasto. A pecuária extensiva representava em 2006, aproximadamente 97% do sistema de criação animal no país (IBGE, 2006).

Todavia, o sistema de produção de leite direciona-se a um padrão especializado de exploração de pastagens, principalmente nos estados de Minas Gerais (Triângulo Mineiro), Goiás, Mato Grosso do Sul e o Rio Grande do Sul (IBGE, 2006).

Hoje, as pastagens se estendem como uma frente pecuarista para o interior do Pará, com São Félix do Xingu contabilizando um dos maiores rebanhos do País. Os resultados de 2006, quando comparados ao Censo Agropecuário de 1996, apontam significativo avanço em direção à especialização, domínio e predomínio de pastagem na região da Amazônia Maranhense e em amplas áreas do estado do Pará (IBGE, 2006).

As pastagens plantadas destinadas a alimentação de ruminantes representam 63,9% (101,4 milhões de hectares) da área total de pastagens, e os produtores declararam que em torno de 10,0% delas encontravam-se degradadas. As pastagens naturais ocupam 57,3 milhões de hectares (IBGE, 2014).

2.2 Aquecimento Global e gases do efeito estufa (GEE)

Em condições naturais, a atmosfera terrestre apresenta um sistema de absorção da radiação solar e mantém seu equilíbrio energético global refletindo parte desta energia para o espaço na forma de radiação infravermelha de ondas longas. A energia irradiada para o espaço é significativamente menor em comparação a irradiação emitida pelo sol sobre a superfície da terra. A diferença entre a energia aprisionada junto à superfície da terra e a energia refletida novamente ao espaço é popularmente conhecida como Efeito Estufa (EE). A perfeita manutenção deste efeito envolve a interação de vários elementos que influenciam o sistema climático global (RAVAL; RAMANATHAN, 1989).

Interferências de caráter antropogênico tem influenciado o clima global por meio de produção e emissão de gases do efeito estufa (GEE), esses gases possuem propriedades físicas de reter a radiação infravermelha emitida pela superfície

terrestre, provocando aumento gradativo da temperatura média da terra. Esse aumento é responsável por alterar os padrões de precipitação pluviométrica em diferentes áreas do globo terrestre, por alterações na salinidade dos oceanos, padrões de vento e ocorrência de eventos climáticos extremos (GERSTENGARBE; WERNER, 2008).

A interferência humana sobre os sistemas climáticos vem ocorrendo de forma mais intensa no último século, colocando em risco o equilíbrio entre os sistemas naturais e humano. Segundo o quinto relatório de avaliação do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas), os padrões de riscos e os benefícios potenciais das formas mitigadoras do efeito estufa estão mudando de forma dinâmica devido à velocidade das alterações climáticas (CLIMATE CHANGE, 2014).

O período de 1983 a 2012 foi o mais quente dos últimos 1400 anos, segundo estimativas térmicas realizadas no Hemisfério Norte. A média global, segundo dados combinados de temperatura da superfície terrestre e do oceano, calculada por uma tendência linear, apresentou um crescimento de 0,85 graus Celsius [0,65-1,06] ao longo do período 1880-2012 (CLIMATE CHANGE 2014).

Vários fatores têm contribuído para o gradativo aquecimento global. Segundo Raval e Ramanathan (1989) o aumento da temperatura da superfície da terra era consequência do aumento exclusivo nas concentrações de dióxido de carbono (CO₂). No entanto os gases metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), também foram responsabilizados como potencializadores do efeito estufa. Esses gases, a partir de então, passaram a ser conhecidos como Gases do Efeito Estufa (GEE) (SOUSSANA, 2007)

A produção de GEE pode ser derivada de processos naturais bem como processos de origem antropogênica. O processo de respiração das células vegetais e animais são exemplos de processos que ocorrem naturalmente e que promovem a geração de GEE, pois durante esse fenômeno é liberado na atmosfera CO₂ (RAVAL; RAMANATHAN, 1989).

As concentrações atmosféricas globais de CO₂, CH₄ e N₂O aumentaram bastante desde 1750 em consequência principalmente das atividades humanas e avanços na atividade industrial (IPCC, 2007). As concentrações de CO₂ cresceram em taxas jamais observadas (2,0 ± 0,1 partes por milhão / ano) de 2002 a 2011. As concentrações de CH₄ depois de quase uma década estável, desde o final da década de 90, tem demonstrado em recentes medições atmosféricas, novos aumentos desde

2007. As concentrações de N₂O aumentaram de forma constante a uma taxa de 0,73 ± 0,03 partes por bilhão / ano ao longo das últimas três décadas (CLIMATE CHANGE, 2014)

De acordo com Zotti e Paulino (2009) dentre os gases causadores do efeito estufa, o CO₂ é o maior contribuinte seguido do CH₄. Os aumentos globais da concentração de CO₂ se devem principalmente ao uso de combustíveis fósseis, principalmente petróleo. Essa atividade é considerada a maior fonte produtora de CO₂ e está diretamente relacionada com a atividade humana. Já os aumentos nas concentrações de CH₄ e N₂O estão relacionados principalmente com as atividades agropecuárias (WHEELER et al., 2008).

Em relatório publicado pela Food Agriculture Organization (FAO, 2007), foi estimado que nas emissões mundiais de GEE, 18% destas são derivadas da atividade pecuária e 21 a 25% das emissões antropogênicas totais de gás metano são provenientes da agricultura e fermentação entérica dos ruminantes.

A atividade pecuária é um importante contribuidor nas emissões de GEE de origem antropogênica em função do volume de CH₄ emitido pelo grande número de ruminantes, especialmente bovinos, existentes no mundo. Os ruminantes possuem como característica peculiar, em seu processo de digestão, a grande produção de CH₄ na fermentação ruminal do alimento. Sua síntese ocorre em processos de degradação anaeróbica da matéria orgânica por bactérias metanogênicas presentes no ambiente ruminal (JAYANEGARA et al., 2009.)

Outras fontes emissoras de CH₄ incluem ambientes, como: aterros sanitários, plantações de arroz inundado, setores de energia e queima de biomassa. Processos resultantes do segmento de insumos, como adubos são potenciais emissores de CO₂ e N₂O (ALMEIDA, 2010).

Emissões de N₂O na pecuária são provenientes das fezes e urina dos animais, além da emissão direta de amônia derivada dos substratos nitrogenados. As projeções de crescimento do rebanho mundial implicam em aumento de 60 % nas emissões de amônia a partir de excrementos de animais (FAO, 2007).

2.3 Emissão de GEE no sistema agropecuário brasileiro

A criação de animais basicamente de forma extensiva resulta em significativa maximização do potencial de emissão do gás de efeito estufa CH₄. Isso ocorre, pois nessas condições o animal ingere alimentos de menor valor nutricional, o que proporciona menor eficiência alimentar e menor desempenho animal, portanto maior emissão de metano por unidade animal e/ou produto gerado (SANTOS, 2010). Desta maneira o Brasil é importante contribuidor no cenário de emissão de GEE junto ao cenário mundial das emissões. (NASCIMENTO, 2007).

Por outro lado, esse cenário possibilita à atividade Agropecuária, grande oportunidade de redução do impacto causado ao meio ambiente, pois ações tomadas com o objetivo de melhorar o rendimento animal proporcionaram um menor consumo de recursos naturais e maior eficiência do sistema de produção, com consequente redução de metano por produto gerado (PEDREIRA et al., 2005).

Beleossoff (2013) destaca que a adoção majoritária deste tipo de sistema vem impactando de forma negativa na conservação do meio ambiente. Os principais impactos apontados ao setor são: a destruição de biomas naturais, com consequente redução da biodiversidade no país, degradação do solo, poluição de recursos hídricos e emissão de gases do efeito estufa (GEE), principalmente o metano proveniente da fermentação entérica dos ruminantes.

Ao empregar forragens de clima tropical como principal volumoso da dieta dos ruminantes, o Brasil tem sido indicado como importante produtor de metano. Segundo Kurihara et al. (1999), a maior emissão de metano está associada com ingestão pelos animais de matéria seca com menor densidade de energia digerível e digestibilidade.

2.4 Emissões de metano entérico pelos ruminantes

A produção de metano por bovinos é resultado da fermentação ruminal da matéria orgânica da dieta e envolve um consórcio de microrganismos ruminais com etapa final realizada por bactérias metanogênicas, das quais se destacam a *Methano* *brevibacter ruminantium* e a *Methanosarcina* *sp.* As bactérias metanogênicas encontram-se normalmente associadas a protozoários ciliados e justapostas com

outras bactérias, a fim de gerarem necessidades energéticas para o seu crescimento (McALLISTER et al., 1996).

A composição da microbiota ruminal é definida pela composição dos substratos alimentícios ingeridos, influenciando na formação e proporção dos produtos finais da fermentação. Dietas a base de pastagens estimulam a proliferação de bactérias celulolíticas, que degradam a celulose da parede celular da forragem, obtendo como produtos finais da fermentação o acetato, butirato e dióxido de carbono (CO₂). Em contra partida dietas com maiores proporções de concentrado a base de grãos, proliferam-se bactérias aminolíticas, produzindo mais propionato e menores quantidades de CO₂. O CO₂ é um dos principais precursores de metano, desse modo dietas que favoreçam a maior produção de CO₂, tornam-se dietas com maiores potenciais na emissão de metano (GERSTENGARBE; WERNER, 2008).

Neves (2008) em experimento com vacas de leite alimentadas com diferentes proporções volumoso/concentrado, concluiu que as vacas alimentadas com maior proporção de volumoso, apresentavam maior diversidade de bactérias metanogênicas no rúmen.

A fermentação microbiana que ocorre no retículo e rúmen de animais ruminantes hidrolisa os polissacarídeos dos substratos alimentares ingeridos até as suas unidades básicas (monossacarídeos), uma vez que, os microrganismos ruminais possuem todas as enzimas necessárias para romper as ligações glicosídicas. Na primeira etapa, todos os glicídios são convertidos principalmente em glicose, e posteriormente a glicose é convertida, via glicólise, a ácidos graxos voláteis (AGVs) de cadeia curta, com número de carbonos inferior a cinco (GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

A proporção final de AGVs (ácido acético, ácido propiônico, ácido butírico) produzidos, varia em função da dieta ofertada. Desta forma, dietas a base de pastagens proporcionam a formação de maiores quantidades de ácido acético, cerca de 65%, em comparação com ácidos propiônico (20%) e butírico (12%). Enquanto dietas a base de concentrados a proporção de ácido propiônico aumenta para 40% e o ácido acético diminui para 37% (GONZÁLEZ, SILVA; 2006). Além dos AGV, outros compostos como o metano, são formados como resultado da fermentação ruminal, (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

O ácido propiônico é o principal precursor da glicose em ruminantes, fornecendo um mínimo de 50% e um máximo de 75% do requerimento total de glicose do animal. Em contra partida o acetato e o butirato não conseguem realizar uma

síntese líquida de glicose, assim como o propionato, isto porque, a única rota para a conversão desses substratos à glicose é por meio do ciclo de Krebs, e para cada Acetil-CoA que entra no ciclo para a síntese de glicose, são formadas duas moléculas de dióxido de carbono (CO_2), não permitindo um ganho líquido de energia (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

O rúmen é um ecossistema altamente diversificado com a participação de diferentes grupos microbianos, responsáveis por consumir e produzir parte considerável da energia dos nutrientes por meio da produção de metano e outros compostos (KUMAR, 2009).

A fermentação que ocorre durante o metabolismo dos carboidratos ingeridos pelos ruminantes, é um processo anaeróbico de caráter fermentativo. O metano é um subproduto da fermentação ruminal e apresenta-se como principal dreno de íons H^+ provenientes da síntese do ácido acético, uma vez que, esta é a reação em que ocorre a maior liberação de H^+ . Todavia as bactérias metanogênicas, por serem potenciais consumidoras de H^+ , preenchem um nicho importante no equilíbrio do ecossistema ruminal e digestão microbiana, por serem uma das responsáveis pela manutenção do pH no ambiente ruminal (GRANDE; SANTOS, 2010).

O gás metano liberado pela fermentação entérica de ruminantes além de apresentar alto potencial para o aquecimento global, é também responsável por diminuir a eficiência energética do processo de fermentação ruminal, significando sua produção em excesso, perda de energia consequente à perda de carbono (COTTO; PIELKE, 1995). A utilização de recursos que atuem na redução da emissão de CH_4 de origem ruminal resultam em benefícios econômicos, pela maior eficiência na utilização dos alimentos, e benefícios para o meio ambiente, com redução na participação do setor agrícola no processo de aquecimento global (McGINN et al., 2004).

PRIMAVESI et al. (2004a) utilizaram vacas Girolandas em pastejo de capim tropical, constataram uma emissão de metano variando de 13,8 a 16,8 gramas por hora, correspondendo a uma emissão de 121 a 147 Kg / animal / ano. Essa produção individual extrapolada para o rebanho mundial de bovinos, equivaleria a aproximadamente 3,3% do total de GEE liberados à atmosfera.

Em outro levantamento da emissão de metano em vacas leiteiras em lactação, Primavessi et al. (2004b) encontraram valores na emissão de CH_4 que indicaram uma produção de 131 Kg / animal / ano. Em contrapartida Johnson et al. (1993) relataram

um coeficiente de emissão de CH₄ de 55 Kg / animal / ano para bovinos mantidos em países desenvolvidos e 35 Kg/animal/ano para animais criados em países em desenvolvimento, mas ressaltam que esse fator trata-se de um valor médio de emissão, extrapolado para grupo variado de animais.

2.6 Mitigação de metano na agropecuária

Diversas medidas mitigadoras da emissão de metano pelos animais são descritas na literatura, destacando-se a melhoria na eficiência na ingestão de alimentos, o manejo adequado das pastagens, a manipulação de nutrientes das dietas e melhoramento genético animal, a transformação genética dos microrganismos ruminais e o uso de aditivos alimentares (RAMIREZ-RESTREPO et al, 2010).

2.6.1. Gerenciamento de pastagens

O uso de forragens com melhores índices de digestibilidade (maior concentração de carboidratos solúveis) tem se mostrado uma estratégia eficiente para redução entérica de CH₄ em ruminante, segundo Ramirez-Restrepo et al. (2010). A melhor qualidade do volumoso favorece o aumento da ingestão de MS e diminui a emissão de metano por unidade de matéria seca ingerida, aumentando a eficiência de utilização de energia bruta ingerida (PRIMAVESI, 2004).

Os volumosos de clima tropical, quando de boa qualidade, resultam em perdas de energia bruta na forma de metano, similares as encontradas em condições de clima temperado. Desta forma, recomenda-se a utilização de forrageiras com melhores coeficientes de digestibilidade e com maior concentração energética, assim como o uso de animais com melhores capacidades de produção (PRIMAVESI, 2004).

Em experimento realizado por Neves (2008) foi verificado menores produções de gases totais (GT) e CH₄ *in vitro* em amostras representativas de pastagens durante o segundo ciclo de pastejo, o qual apresentou melhor distribuição dos componentes bromatológicos na planta. Observou também diminuição na emissão de gases em animais alimentados com forrageiras em equilíbrio entre nutrientes disponibilizados

pela pastagem e os nutrientes aproveitados pelos microrganismos no interior do rúmen.

A cultura de pastagens de forma gerenciada contribui significativamente no controle das emissões de GEE, juntamente com o controle adequado da lotação animal nas mesmas. Avaliando diferentes taxas de lotação 1,1 e 2,2 UA/ha, em pastagens com qualidades nutricionais diferentes, os autores aferiram a emissão de metano e CO₂ pela técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF₆) e não encontraram diferença na média absoluta entre os tratamentos, no entanto foi encontrado diferença nas emissões por unidade de MS ingerida (PINARES-PATINO et al., 2007).

Em experimento avaliando as emissões de metano de vacas holandesas preto e branco (HPB) e 1/3 Jersey com HPB, de alta produção e submetidas a sistema de pastejo intensivo e extensivo, Bernedt et al., (2014) não observaram diferenças de produção absoluta entre os sistemas de pastejo e as raças. A produção de leite e da emissão de metano foram semelhantes entre os tratamentos raça e tipo sistema de produção.

Entretanto encontraram maiores valores na emissão de metano por litro de leite produzidos nos animais do sistema extensivo a pasto. Concluíram então, que a melhor eficiência na produção de leite pode ser uma estratégia de mitigação na emissão de metano (BERNEDT et al., 2014).

Segundo Beleosoff (2013), práticas de manejo de pastagens que evitem a ocorrência de longos períodos de crescimento da forragem, podem ser adotadas como medidas alternativas para mitigação de GEE produzidos por ruminantes. Segundo Ramirez-Restrepo e Barry (2005) o uso de forragens com melhores índices de digestibilidade (maior concentração de carboidratos solúveis) tem se mostrado uma estratégia eficiente para redução entérica de CH₄ em ruminante.

Beleosoff (2013) concluiu que variações na produção de metano podem ocorrer apenas com o uso diferenciado no manejo das forrageiras. O autor verificou menor emissão de metano em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia manejadas em sistema rotacionado com sete dias de ocupação e 21 dias de descanso.

2.6.3 Aumento da produtividade

Em revisão realizada por Alves (2001), concluiu-se que a busca por sistemas de produção mais eficientes tem sido uma das perspectivas mais promissoras na redução da emissão de poluentes pelo setor agropecuário. Práticas de manejo de pastagens que evitem a ocorrência de longos períodos de crescimento da forragem, podem ser adotadas como medidas alternativas para mitigação de GEE no setor Agropecuário (Beleossoff 2013).

A produção de leite ou carne de um animal somente corresponderá na íntegra ao seu potencial genético, quando este estiver submetido a uma dieta nutricionalmente equilibrada, que forneça a quantidade integral dos nutrientes necessários a sua manutenção e produção (GARGA et al., 2013).

Em estudo realizado com vacas de leite divididas em três faixas de produção (8, 8 a 12 e acima de 12 litros de leite/dia) os pesquisadores avaliaram produção de leite e produção de metano, antes e depois da implantação de um programa de balanceamento nutricional da dieta dos animais. Os autores observaram que os animais após implantação do programa obtiveram aumento na produção de leite de até 14%, assim como melhoria da concentração dos constituintes do leite (GARGA, 2013).

A produção de metano obteve decréscimo que variaram entre 15 e 20%. Sendo assim os autores concluíram que o balanceamento nutricional da ração é promissor como alternativa de mitigação de gases do efeito estufa e ressaltam que a implantação do programa em países tropicais pode melhorar a produtividade dos rebanhos, com os recursos alimentares disponíveis, incluindo a escala de produção agropecuária em um sistema mais ambientalmente sustentável (GARGA, 2013).

2.6.4 Sequestro de carbono no setor agrícola:

Outra forma importante de mitigação de gases do efeito estufa é equilibrar o sistema de produção de ruminantes a pasto por meio do sequestro de carbono em pastagens. Os sistemas de pastagens ocupam 1/4 de da superfície terrestre e apresentam grandes reservas de carbono, principalmente na matéria orgânica do

solo. Acredita-se que o sequestro de carbono pelo solo seja um dos mecanismos de maior potencial para mitigação de GEE no setor agropecuário (LAL, 2004).

O potencial de sequestro de carbono pelas pastagens do mundo inteiro, cerca de 3,7 bilhões de hectares, poderia compensar em até 4% das emissões totais de GEE, sendo que a ciclagem do carbono em pastagens é influenciada pela frequência e intensidade da degradação sofrida pela mesma (DUFFIELD; LEBLANC, 2009)

Além disso, a incorporação de carbono no solo promove a restauração dos solos degradados, aumenta a produção de biomassa e reduz a taxa de enriquecimento de CO₂ atmosférico por meio de compensação de emissões devido ao combustível fóssil (LAL, 2004).

Para uma eficiente mitigação de gases pelo sequestro de carbono, faz-se necessário evitar mudanças no uso da terra que diminuam os estoques de carbono no solo, como desmatamentos e utilização de técnica de aragem do solo a longo prazo, e manter uma gestão prudente das pastagens com utilização adequada e racional de fertilizantes, visando preservar e restaurar as propriedades físicas dos solos e seu conteúdo de matéria orgânica e mineral (ZOTTI; PAULINO, 2009).

Carvalho et al. (2010) em estudo envolvendo sistemas de pastagens manejadas e uma área de cerradão, verificaram que os estoques de carbono dos sistemas de manejo por pastagens foram maiores que os estoques de carbono nos solos sob vegetação natural/nativa de cerradão.

Verificaram ainda que em utilização de 27 anos, um sistema de produção de pastagens bem manejado é capaz de promover um sequestro de 6,1 a 12,8 Mg (Megagrama) de CO₂/hectares/ano da atmosfera com ou sem adubação nitrogenada respectivamente. Considerando as emissões anuais de origem antropogênica do planeta (5,9 Petagrama) correspondente as emissões provenientes do desmatamento e mudanças no uso do solo, teríamos na área total de pastagens do Brasil, 80 milhões de ha, um sequestro de 8,3 a 17,3% do total de CO₂ atualmente emitido pelas atividades relacionadas ao desmatamento e a mudança de uso da terra no planeta (CARVALHO et al., 2010).

2.7 Utilização do perfil metabólico como indicador produtivo

A análise do perfil metabólico (PM) de vacas leiteiras é utilizada desde a década de 70 na Inglaterra com objetivo inicial de diagnosticar doenças de desordens metabólicas, por meio da mensuração de constituintes sanguíneos utilizando equipamentos laboratoriais automatizados e kits comerciais (PAYNE; PAYNE, 1987).

Durante várias décadas a análise dos componentes sanguíneos tem sido a forma mais frequente de conhecer e interpretar o estado de saúde da vaca leiteira, basicamente no que se refere a seu estado metabólico, assim como, o grau de adequação dos animais nas principais vias metabólicas relacionadas com o metabolismo de energia, proteínas e minerais, bem como a funcionalidade de órgãos vitais (GONZÁLEZ, 2006).

Ribeiro, Castro e Simões (2009) afirmam que a avaliação dos parâmetros bioquímicos pode servir para orientações de programas alimentares e de prevenção de doenças metabólicas.

As variáveis envolvidas na análise do perfil metabólico são componentes bioquímicos presentes no sangue do animal e podem ser divididos em três grupos distintos: energético, proteico e mineral. Os elementos mensurados para a determinação do perfil metabólico energético são: glicose, ácidos graxos não esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (BHB), colesterol e triglicerídeos. No perfil proteico são avaliados: ureia, proteínas totais, albumina e globulina. O perfil mineral é avaliado pelas concentrações de: cálcio, fósforo, magnésio e potássio (MICHEL; PIANTONI, 2013).

A avaliação da glicose em ruminantes deve ser utilizada como um parâmetro complementar na avaliação do balanço energético do animal. Deve ser avaliada juntamente com os demais componentes do perfil metabólico, uma vez que os mecanismos metabólicos de homeostase da glicose em ruminantes são capazes de manter a concentração plasmática em valores normais. Em função disto, a dieta de forma isolada não apresenta grande influência sobre sua concentração, exceto em condições severas de desnutrição (ROSS et al., 2008).

Os triglicerídeos compõem os depósitos de gordura no tecido adiposo animal, armazenado nos adipócitos (células de gordura). Durante a mobilização de lipídeos (adaptação fisiológica quando há redução na disponibilidade de proteína e energia), os triglicerídeos são hidrolisados a ácidos graxos não esterificados e glicerol.

Elevadas concentrações deste composto indicam estado nutricional de caquexia (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002).

Os NEFA, também conhecidos como ácidos graxos livres, são capazes de aferirem a intensidade da mobilização de gordura no tecido adiposo. São metabólitos resultantes da lise de triglicerídeos em situações de consumo insuficiente de energia e são capazes de predizer a intensidade do balanço energético negativo que o animal se encontra. As concentrações séricas dos NEFA apresentam correlação positiva alta com o balanço energético negativo do animal (KANEKO et al., 2008)

As concentrações de colesterol plasmáticos são determinadas pelas fontes endógenas (sintetizado a partir do acetil-Coa no fígado) e exógenas (dieta). Os níveis deste componente são indicadores adequados da concentração dos lipídeos totais no plasma, pois correspondem a 30% desse total. Níveis mais elevados são observados em casos patológicos de diabetes mellitus ou pancreatites. Causas dietéticas, incluem o fornecimento de dietas ricas em energia (carboidratos ou lipídeos). Valores inferiores são observados em dietas pobres em fonte energéticas (GONZALEZ; SILVA, 2006).

Além dos parâmetros energéticos, os componentes do perfil proteico representados pelas concentrações da proteína total, albumina e ureia, também podem ser utilizados para definir os status metabólico animal. A ureia é sintetizada a partir da amônia proveniente do catabolismo de aminoácidos, seus valores de concentração plasmática refletem o nível de proteína da dieta. Assim também, concentrações reduzidas de albumina sérica refletem o desbalanço nutricional metabólico proteico do animal (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002).

O perfil mineral é determinado ao mensurar as concentrações plasmáticas dos principais minerais envolvidos nas funções fisiológicas metabólicas do organismo animal. Os minerais comumente dosados são: cálcio, fósforo, magnésio, potássio, ferro, cobre, enxofre, iodo, selênio, cobalto, entre outros (TOKARNIA et al, 1999).

Portanto, segundo González e Rocha (1998), a análise do PM permite o diagnóstico, monitoramento e controle de distúrbios metabólicos nutricionais. Os desequilíbrios nutricionais são de difícil percepção clínica e limitam a produção animal de modo persistente, se não corrigido. Este desbalanço metabólico/nutricional diminui os índices zootécnicos do rebanho, promove queda na rentabilidade da propriedade, comprometendo a sustentabilidade da atividade agropecuária.

Uma vez que, o aumento da eficiência produtiva por unidade animal representa uma das premissas necessárias para a redução da emissão de gases do efeito estufa,

como descrito por Pedreira et al. (2005), a utilização do perfil metabólico pode auxiliar no monitoramento da higidez do rebanho, evitando quedas na produtividade e permitindo a antecipação de intervenções de caráter nutricional, clínico e sanitário.

Segundo Grande e Santos (2010) a concentração sanguínea de um metabólito é indicador do volume de reservas de disponibilidade imediata. Essa concentração é mantida dentro de certos limites de variações fisiológicas, consideradas como valores de referência ou valores normais. Os animais que apresentam níveis sanguíneos fora dos valores de referência são animais que podem estar em desequilíbrio nutricional ou com alguma alteração orgânica que condiciona diminuição na capacidade de utilização ou biotransformação dos nutrientes. Essas variações podem estimar o processo de adaptação metabólica a novas situações fisiológicas ou de alimentação, que pode caracterizar-se clinicamente por quadros de cetose, desequilíbrios no nitrogênio ou no metabolismo mineral, capazes de comprometer o desempenho produtivo do rebanho (SORDILLO et al., 2009).

Os desequilíbrios nutricionais ocorrem em função do aporte e/ou utilização de alimentos que não são capazes de preencher as exigências de manutenção, reprodução ou produção, sendo esses períodos de curta duração e não muito severos, o metabolismo animal pode compensar e utilizar suas reservas corporais. Quando o desequilíbrio é moderado a severo e/ou persistente, o animal esgota suas reservas corporais e ocorre o aparecimento clínico da doença. (RIBEIRO; CASTRO; SIMÕES, 2009).

O monitoramento do perfil metabólico do rebanho bovino possibilita identificar e selecionar animais com maior capacidade de produção, e por consequência aumentar os índices de produção, tornando-a mais eficiente, com aumento da rentabilidade e sustentabilidade da propriedade, com redução da emissão de metano por produto final gerado (DUFFIELD; LEBLANC, 2009).

No entanto, testes do perfil metabólico não devem ser utilizados de forma isolada no lugar de procedimentos de interesse nutricional, como avaliação da dieta. A análise dos históricos clínico e produtivo do animal, assim como, características importantes envolvendo idade, peso, estado de condição corporal e fase produtiva, devem ser levados em consideração (DUFFIELD; LEBLANC, 2009).

Em experimento onde se avaliou o desempenho de vacas leiteiras submetidas a pastagem de grama Estrela adubada com doses crescente de nitrogênio, verificou-se que os animais submetidos aos piquetes adubados com quantidades superiores

de nitrogênio, apresentaram valores inferiores de β -hidroxibutirato (BHB) e ácidos graxos não esterificados, o que representa menor mobilização de reservas corporais para a obtenção de energia pelos animais (ALMEIDA, 2014).

Em estudo envolvendo a avaliação metabólica de novilhos mantidos em sistema de semi confinamento, com ingestão diária de ração balanceada em dois momentos e acesso a pastagem de capim tropical, foi verificado que todos os animais submetidos a este tipo de sistema apresentaram valores de concentração plasmática de glicose, albumina e ureia, dentro dos valores normais de referência. Enquanto o grupo controle, que permaneceu sem acesso a alimentação balanceada apresentou valores inferiores para as mesmas variáveis (TABELEÃO et al., 2008).

Em experimento com vacas de alta produção e fornecimento de alimento concentrado na proporção de 30 e 50% da ingestão da matéria seca, concluiu-se por meio dos valores das concentrações plasmáticas de glicose, BHB, e NEFA, que os animais alimentados com 30% de concentrado encontravam-se em maior estresse metabólico em relação aos animais alimentados com 50% (REIST et al., 2003).

3 REFERENCIAS

AGRONEGÓCIO 2013 - Análise da economia Brasileira e Mundial em 2013 e Perspectivas In: **Balanco 2013 Perspectivas 2014**. Para 2014. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Disponível em: http://www.canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/balanco_CNA_2013_web.pdf. Acesso em: 27 de janeiro de 2014.

ALMEIDA, F. M. **Desempenho de vacas leiteiras em pastagens de capim Estrela Africana sob doses crescentes de nitrogênio**. 2014. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre – ES.

ALMEIDA, M. H. S. P. **Análise econômico-ambiental da intensificação da pecuária de corte no Centro Oeste Brasileiro**. 2010. 87f. Tese (Mestre em Ciência. Área de aplicação: Economia Aplicada) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP.

BELEOSOFF, B. S. **Potencial de produção de gases totais e metano in vitro de pastagens de panicum maximum jacq. cv. tanzânia submetida a diferentes manejos de pastejo**. Brasília, 2013. 145f. Tese (Doutorado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S.G. de Fermentação Ruminal. In: _____ **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.151-177.

BERNDT, A.; LEMES, A.; SAKAMOTO, L.; OLIVEIRA, P. The impact of Brazilian livestock production on global warming. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 51, 2014, **Anais...** Aracaju. A produção animal frente às mudanças climáticas e tecnológicas-palestra. Aracaju: SBZ, 2014. 1 CD-ROM.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. de; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do brasil. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. v.34, n. 5, p.277-289, 2010.

CLIMATE CHANGE 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability - synthesis report. 2014. Disponível em: <http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5_SPM_FINAL.pdf>. Acesso em:

COTTON, W.R.; PIELKE, R.A. **Human impacts on weather and climate**. Inglaterra, Cambridge: Cambridge University. 1995. 288p

DUFFIELD, T. F., LEBLANC, J. D. Interpretation of serum metabolic parameters around the transition period. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 2009. **Proceedings...** p. 106-114. Disponível em: http://cals.arizona.edu/ans/swnmc/Proceedings/2009/11Duffield_2_09.pdf. Acesso: 16 de fevereiro de 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization. **The genetic improvement of forage grasses and legumes to reduce greenhouse gas emissions**. 2007. Disponível em:

<http://www.fao.org/ag/AGP/.../abberton_%20geneticimprovement.pdf>. Acesso em: 18 de agosto de 2014.

GARGA, M.R.; SHERASIAA, P.L.; BHANDERI, B.M.; PHONDBA, B.T.; SHELKEA, S.K.; MAKKAR, H.P.S. Effects of feeding nutritionally balanced rations on animal productivity, feed conversion efficiency, feed nitrogen use efficiency, rumen microbial protein supply, parasitic load, immunity and enteric methane emissions of milking animals under field conditions. **Animal Feed Science and Technology**, v.179, n. 1-4, p. 24–35, 2013.

GERSTENGARBE, F. W.; WERNER, P. Climate development in the last Century Global regional. **International Journal of Medical Microbiology**, v.298, n.3, p.5-11, 2008.

GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H. O., RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000 p. 63-74.

GONZÁLEZ, F. H. D., SILVA, S. C da. Bioquímica clínica dos glicídeos. In: _____. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. cap. 5, p.153-210.

GONZÁLEZ, F. H. D.; ROCHA, J. A. Metabolic profile variations and reproduction performance in Holstein cows of different milk yields in southern Brazil. **Arquivos da Faculdade de Veterinaria UFRGS**, v.26, n.5, p. 52-64, 1998.

GRANDE, A. P.; SANTOS, G. T. O. **Uso do perfil metabólico na nutrição de vacas leiteiras**. Disponível em: <http://www.universidadedoleite.com.br/imagens/uploads/files/perfil_metabolico_vac as_leiteiras.pdf> Acesso em: 12 de março de 2015.

IBGE 2006 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro, p.1-777.

IPCC, 2007: **Cambio climático 2007**: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra, Suiza, p.1-104, 2007.

JAYANEGARA, A.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. The use of principal component analysis in identifying and integrating variables related to forage quality and methane production. **Journal Indonesian Tropical Animal Agriculture**, v.34, n.4, p.241-247, 2009.

JOHNSON, D. E.; HILL, T. M.; WARD, G. M.; JOHNSON, K. A.; BRANINE, M. E.; CARMEAN, B.R.; LODMAN, D. W. Principle factors varying methane emissions from ruminants and other animals. In: Khalil, M.A.K. **Atmospheric Methane: Sources, Sinks and Role in Global Change**. Berlin: Springer-Verlag. v.113, p.199–229, 1993.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J. W. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6ed. San Diego. Elsevier Inc., 2008. 938p.

KUMAR, S., PUNIYA, A. K., PUNIYA, M., DAGAR, S. S., SIROHI, S. K., SINGH, K., GRIFFITH, G. W. Factors affecting rumen methanogens and methane mitigation strategies. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 25, n. 9, p. 1557-1566, 2009.

KURIHARA, M.; MAGNER, T.; HUNTER, R. A.; McCRABB, G. J. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**, v.81, n.3 p.227-234, 1999.

LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**, v.123, n.1, p. 1–22, 2004.

McALLISTER, A. T., OKINE, E. K., MATHISON, G. W.; CHENG, K. J. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, n.3, p. 231-243, 1996.

McGINN, S.M.; BEAUCHEMIN, K.A.; COATES, T.; COLOMBATTO, D. Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3346-3356, 2004.

MICHEL, S.; PIANTONI, P. Metabolic Control Feed Intake. **Veterinary Clinics Food Animal**. v.12, n.2, p.223-234, 2013

NASCIMENTO, C. F. M. do. **Emissão de metano por bovinos nelores ingerindo *Brachiaria brizantha* em diferentes estágios de maturação**. 2007. 65f. Tese (Mestrado em Nutrição e Produção animal). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, Pirassununga.

NEVES, M de C. **Produção in vitro de metano e análise da diversidade genética das archaea metanogênicas do rúmen de bovinos**. 2008. 134p. Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal – SP.

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. Inglaterra. Oxford University Press, 1987.179p.

PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T.; PRIMAVESI, O. Aspectos relacionados com a emissão de metano de origem ruminal em sistemas de produção de bovinos. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 3, p. 24-32, 2005.

PINARES-PATINO, C.S.; D' HOUR, P.; JOUANY, J. P.; MARTIN, C. Effects of stocking rate on methane and carbon dioxide emissions from grazing cattle. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 121, n. 1, p. 30-46, 2007.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. dos S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T.; BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em

condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, v.39, n.3, p.277-283, 2004a.

PRIMAVESI, O.; PEDREIRA, M. D. S.; FRIGHETTO, R. T. S.; LIMA, M. D.; BERCHIELLI, T. T., OLIVEIRA, S. G.; BARBOSA, P. F. Manejo alimentar de bovinos leiteiros e sua relação com produção de metano ruminal. **Circular técnica 39 EMBRAPA**, São Carlos, SP. 2004b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção pecuária municipal.** Ministério do Planejamento, Orçamento e gestão. Rio de Janeiro, v. 39, p.1-63, 2011. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/ppm_2011.pdf. Acesso: 06 de janeiro de 2014.

RAMÍREZ-RESTREPO, C.A.; BARRY, T. N.; MARRINERC, A.; LÓPEZ-VILLALOBOS, N.; MCWILLIAM, E. L.; LASSEYC, K. R.; CLARKA, H. Effects of grazing willow fodder blocks upon methane production and blood composition in young sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.155, n.1, p.33–43, 2010.

RAVAL, A.; RAMANATHAN, V. Observational determination of the greenhouse effect. **Nature**, v. 342, n. 6251, p. 758-761, 1989.

REIST, M.; ERDIN, D.; EUW, D. V.; TSCHUEMPEL, K.; LEUENBERGER, H.; DELAVAL, C.; CHILLIARD, Y.; HAMMON, H. M.; KUENZI, N.; BLUM, J. W. Concentrate Feeding Strategy in Lactating Dairy Cows: Metabolic and Endocrine Changes with Emphasis on Leptin1,2. **Journal Dairy Science**, v.86, n.5, p.1690-1706, 2003.

RIBEIRO, C.; CASTRO, D.; SIMÕES, J. Herd health management: negative energy balance (NEB) evaluation in dairy cattle. **Revista Eletrônica Veterinária**, v.10, n.4, 2009. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> - <http://revista.veterinaria.org>. Acesso: 02 de março de 2015.

ROOS, T. B.; VENDRAMIN, L.; SCHWENGLER, E; GOULART, M. A.; QUEVEDO, P. S.; SILVA, V. M.; VERDE, P. M. L.; DEL PINO, F. A. B.; TIMM, C. D.; GIL-TURNES, C.; CORRÊA, M. N. Avaliação de parâmetros do perfil metabólico e do leite em diferentes categorias de vacas leiteiras da raça Jersey em rebanhos do Sul do Rio Grande do Sul. **Veterinária em Foco**, v.5, n.2, p.121-130, 2008.

SANTOS, V. R. V. **Efeito dos sistemas de pastejo isolado, simultâneo e alternado de ovinos com bovinos sobre as características da forragem, desempenho, consumo e características de carcaça dos ovinos.** 2010, 101p. Tese (Doutorado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. Brasília – DF.

SORDILLO, L. M.; CONTRERAS, G. A.; AITKEN, S. L. Metabolic factors affecting the inflammatory response of periparturient dairy cows. **Animal Health Research Reviews.** v.10, n.1, p. 53–63, 2009.

SOUSSANA, J. F.; ALLARD, V.; PILEGAARD, K.; AMBUS, P.; AMMAN, C.; CAMPBELL, C.; CESCHIA, E.; CLIFTON-BROWN, J.; CZOBEL, S.; DOMINGUES, R.; FLECHARD, C.; FUHRER, J.; HENSEN, A.; HORVATH, L.; JONES, M.; KASPER, G.;

MARTIN, C.; NAGY, Z.; NEFTEL, A.; RASCHI, A.; BARONTI, S.; REES, R. M.; SKIBA, U.; STEFANI, P.; MANCA, G.; SUTTON, M.; TUBA, Z.; VALENTINI, R. Full accounting of the greenhouse gas (CO₂, N₂O, CH₄) budget of nine European grassland sites. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.121, n. 1, p.121–134, 2007.

TABELEÃO, V. C.; GOULART, M. A.; SCHWEGLER, E.; WEISER, M. A.; MOURA, S. V.; SILVA, V. M.; PEREIRA, V. S.; PINO, F. A. B.; CORRÊA, M. N. Avaliação ruminal e metabólica de bovinos machos e fêmeas, mantidos em sistema de semi confinamento. **Archive Zootecnia**. v.57, n.218, p.147-154, 2008.

TOKARNIA, C. H., DÖBEREINER, J., MORAES, S. S., & PEIXOTO, P. V. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos-revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.19, n.2, p.47-62, 1999.

WHEELER, D. M.; LEDGARD, S. F.; de KLEIN, C.A. Using the overseer nutrient budget model to estimate on-farm greenhouse gas emissions. **Australian Journal Experimental Agricultura**, v.48, n. 2, p.99-103, 2008.

ZOTTI, C. A.; PAULINO, V. T. **Metano na produção animal: emissão e minimização de seu impacto.** p.1-24, 2009. Disponível em: <<http://iz.sp.gov.br/pdfs/1259324182.pdf>> Acesso em: 06 janeiro de 2015.

CAPÍTULO 01 - EMISSÃO DE METANO EM VACAS EM LACTAÇÃO NOS SISTEMAS DE PASTEJO EXTENSIVO E INTENSIVO

Resumo - Objetivou-se com o presente estudo quantificar a taxa de emissão de metano (CH₄) a campo utilizando a técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF₆) em vacas de leite de alta produção, submetidas a dois sistemas de produção a pasto, extensivo e intensivo. Foram utilizadas 15 vacas das raças Holandesas e Jersey. A média de produção de leite foi determinada por meio de controle quinzenal de produção. As concentrações de CH₄ e SF₆ foram determinadas por cromatografia gasosa. A emissão de CH₄ por vacas em lactação foi de 378,17 gramas/ dia no sistema extensivo e 421,38 gramas/ dia no sistema intensivo. A produção média de leite nos sistemas extensivo e intensivo foram de 18,71 e 21,24 litros/ vaca/ dia. Foi observado valores de 20,22 e 19,83 gramas de metano/ litro/ dia, nos sistemas intensivo e extensivo, respectivamente. Não foram verificadas diferenças significativas nos valores de emissão de metano por quilo de leite produzido entre os sistemas extensivo e intensivo, provavelmente em função da qualidade bromatológica similar dos sistemas extensivo e intensivo, avaliados.

Palavras chaves: metano ruminal; produção de leite; hexafluoreto de enxofre.

Abstract

MEASUREMENT OF METHANE EMISSIONS IN LACTATING COWS IN EXTENSIVE AND INTENSIVE GRAZING SYSTEMS.

The objective of this study was to quantify the methane emission rate (CH₄) in the field using the sulphur hexafluoride (SF₆) tracer gas technique in high producing dairy cows submitted to two grazing production systems: extensive and intensive. 15 cows of the Holstein and Jersey breeds were used. The average milk production was determined by biweekly control of production. The concentrations of CH₄ and SF₆ were determined by gas chromatography. The emission of CH₄ by lactating cows was 378.17 grams / day in the extensive system and 421.38 grams / day in intensive system. The average milk production in extensive and intensive systems were 18.71 and 21.24 liters / cow / day. It has been observed values of 20.22 and 19.83 grams of

methane / liter / day in intensive and extensive systems, respectively. No significant differences were observed in methane emission values per kilogram of milk produced between extensive and intensive systems probably due to the similar bromatological quality of extensive and intensive systems evaluated.

Key words: Milk production. Rumen methane. Sulfur hexafluoride.

INTRODUÇÃO

A emissão de metano entérico por ruminantes adquiriu notoriedade na década de 90, quando os primeiros inventários de emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) realizados pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), apontaram a significativa participação do setor Agropecuário na emissão global de metano (IPCC, 1996).

O metano além de ser classificado como o segundo gás mais importante no efeito estufa, atrás somente do dióxido de carbono, representa também perda de energia para o animal entre 2 e 12% da ingestão total da energia bruta ingerida (LASSEY, 2007). A composição da dieta e o consumo animal são os principais fatores que afetam a produção de metano por ruminantes (SAUVANT; GIGER-REVERDIN, 2009).

Ainda na década de 90, foi relatado que as perdas de energia ingerida na forma de metano seriam maiores nos países tropicais, por quilograma de leite produzidos, por conta do menor teor em proteína bruta, maiores teores de fibra e lignina e da menor digestibilidade da forragem tropical (IPCC, 1996).

Oliveira (2004) avaliando as perdas de energia ingerida na forma de metano verificou aumento na emissão de metano a medida que houve aumento da ingestão de matéria seca. No entanto os autores também constataram redução na produção de metano por animais alimentados com dietas com maiores densidades energéticas, acrescidas de suplementação concentrada.

A utilização de dietas que apresentam maiores densidades energéticas, com inclusão de concentrado, tem sido amplamente difundido como dietas com menores potenciais de emissão de metano. Entretanto em muitas partes do mundo, principalmente em sistemas de produção de regiões de clima tropical, a utilização de

pastagem desempenha papel importante no fornecimento da energia (LOVETT et al., 2005).

No Brasil a atividade pecuária tem as pastagens como base da alimentação animal, de forma que na maioria das vezes esta representa a única fonte de nutrientes para os animais. Os principais gêneros introduzidos no país foram a *Brachiaria sp* e o *Panicum sp*, comumente utilizados em sistemas extensivos e intensivos, respectivamente (VALLE; EUCLIDES; MACEDO; 2000).

As forrageiras do gênero *Brachiaria sp* se adaptaram muito bem aos solos ácidos e de baixa fertilidade, por isso ocupam hoje uma grande extensão territorial. As forrageiras do gênero *Panicum sp*, se mostrou menos adaptadas à baixa fertilidade dos solos e mais exigentes em termos nutricionais, contudo se destacou por apresentarem excelente desempenho em termos de produtividade (quilos de matéria seca/ ha/ ano) e valor nutricional (EUCLIDES; MACEDO; VALLE, 2000).

Archimede et al. (2011) comparando a produção de metano entre as forrageiras de metabolismo C3 de clima temperado e maior digestibilidade com forrageiras de metabolismo C4 de clima tropical e menor digestibilidade, atribuiu a diferença na produção de metano ao tempo de retenção da ingesta no rúmen, a diferença no perfil fermentativo quanto a concentração de ácidos graxos voláteis (AGVs) produzidos e a presença de diferentes metabólitos secundários na composição bromatológica de cada forrageira, independentemente do tipo de metabolismo da planta (C3 ou C4).

Assim como Pinares-Patino et al. (2003) e Archimede et al. (2011) avaliando plantas forrageiras de clima tropical e temperado, encontraram produção de metano estatisticamente iguais quando as forrageiras apresentavam características bromatológicas similares. Concluíram desta forma que a produção de metano se atribui a diferença entre composição e características da forragem (teor de fibra, digestibilidade e capacidade consumo de matéria seca), e não a espécie forrageira.

A quantificação das emissões de GEE é de interesse científico, social e político. Para compreender e gerir medidas que reduzam as emissões de GEE todo sistema deve ser considerado, assim como a eficiência de produção, com quantificação da emissão de metano por unidade de produto gerado, a fim de definir a capacidade do sistema em realizar suas atividades, minimizando ao máximo seus impactos sobre o ambiente (CASEY; HOLDEN, 2005).

Segundo Beauchemin e McGinn (2005) a mitigação das perdas de metano pela emissão entérica de ruminantes terá benefícios ambientais a longo prazo em termos

de diminuição da contribuição da agricultura nas emissões de gases do efeito de estufa. Diversos estudos avaliam e comparam a produção de metano entre dietas contendo diferentes proporções de inclusão de concentrado (BOADI et al., 2004, BEAUCHEMIN; MCGINN, 2005, HINDRICHSEN et al., 2006). Contudo poucos estudos destinam-se a comparar a emissão de metano por quilo de leite produzido sob diferentes condições de manejo em sistemas de produção de leite a pasto (KULLING et al., 2002).

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de mensurar a emissão de metano em vacas de leite de alta produção e comparar a emissão de metano por quilo de leite produzido em animais submetidos a sistemas de pastejo intensivo e extensivo.

MATERIAIS E METODOS

O estudo foi realizado na EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) na estação experimental Embrapa Pecuária Sudeste, localizada na cidade de São Carlos - SP, na região Sudeste do Brasil, localizada na Latitude/Longitude: (-21.57790684531867, -47.505675337962346), na área experimental do sistema de produção leite. As análises e leitura dos gases foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Pecuária Sudeste.

Foram utilizadas 15 vacas de leite, sendo nove da raça Holandês preto e branco e sete animais mestiços $\frac{1}{2}$ Holandês e $\frac{1}{2}$ Jersey. Durante o período experimental os animais se encontravam em fases equiparadas de gestação e foram agrupados de acordo com idade, estágio de lactação e faixa de produção leiteira, com médias de produção de 19,7 litros/ dia, corrigida para 305 dias de lactação. A média de idade e peso dos animais foram de 5,5 anos e 510 Kg, respectivamente.

A ordenha foi realizada duas vezes ao dia de forma mecanizada, iniciando às sete da manhã e às cinco da tarde. A pesagem do leite foi realizada quinzenalmente.

Os tratamentos consistiram em dois diferentes sistemas de pastejo, sendo: pastagem extensiva de baixa taxa de lotação e pastagem intensiva de alta taxa de lotação.

O sistema intensivo era composto pela forrageira *Panicum maximum*, cultivar *Tanzânia*, manejada de forma intensiva em área total de 2,8 ha, com 17,81% de proteína bruta (PB), 67,29% de matéria seca degradada (MSD) e 65,92% de

digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Adubada com ureia após pastejo de cada piquete e corrigida anualmente segundo análise prévia do solo. O pastejo era de um dia em cada piquete e o período de descanso de 27 dias ininterruptos.

O sistema extensivo era manejado apresentando baixa taxa de lotação e pastejo contínuo pelos animais, composto por pastagem de grama estrela africana, cultivar *Cynodon nlenfuensis*, apresentando 14,10% de PB e 70,29% de MSD e 67,67% de DIVMS. A área correspondente ao sistema extensivo totalizava área de 5,97 ha. O sistema extensivo recebia correção anual do solo, segundo deficiências constatadas em análise de solo.

A disponibilidade de forragem calculada foi de 22,2 e 37,2 kg de matéria seca (MS)/Unidade Animal (UA)/há para os sistemas extensivo e intensivo, respectivamente. Ambos os sistemas foram manejados sob lotação variável em esquema de “tirar e colocar” animais, a fim de se manter o consumo e disponibilidade de MS equivalentes entre os sistemas, segundo o padrão de crescimento observado e a altura do resíduo no pós pastejo. A taxa de lotação nos sistemas extensivo e intensivo corresponderam em unidade animal (UA) por hectare em 2,5 e 10,8 respectivamente.

As vacas foram mantidas, em todo o período de avaliação, em pastagens com lotação variada e com disponibilidade específica e contínua de MS para cada tipo de sistema de pastagem. Durante a fase experimental não foi fornecido outra fonte de volumoso além das pastagens.

A suplementação mineral foi fornecida incorporada ao concentrado, na concentração de 50 gramas por quilo de ração. A ração concentrada seguia a formulação: 820 Kg de farelo de milho, 129,5 Kg de farelo de soja, 50 quilos de mineral e 500 gramas de Rumensin® (monensina sódica 10%), contendo teor de proteína bruta equivalendo a 13%. O fornecimento era realizado segundo a produção individual de leite, ajustado pela pesagem quinzenal do leite, pelo cálculo de um quilo de concentrado para cada três quilos de leite produzidos. Fornecia-se a quantidade calculada, acrescida de 10% do total calculada dividida nas ordenhas da manhã e da tarde, de acordo com o desperdício de ração no cocho.

Na avaliação da produção de leite foi adotado um modelo de controle quinzenal, durante o período de lactação das vacas, onde a média de produção foi obtida dividindo o volume total de produção de leite pelos dias em lactação de cada animal.

A média de cada tratamento foi estipulada por meio da média geral das unidades experimentais de cada tratamento.

A técnica empregada para a mensuração de metano foi a técnica do gás traçador interno hexafluoreto de enxofre (SF_6) (JOHNSON; JOHNSON, 1995). Para tanto, utilizou-se uma canga coletora/armazenadora em tubo de PVC de 60 mm de classe 20, tendo pressão interna próxima ao zero atmosférico, calibrada para atingir meia atmosfera de pressão no final do período de coleta, mediante tubo capilar de aço inoxidável com 0,127 mm de diâmetro interno preso ao cabresto. A calibração foi determinada pelo diâmetro interno do tubo capilar para descompressão de 50% da canga em período de 24 horas.

Os animais monitorados ficaram junto do rebanho normal. Foi realizado período de 15 dias de adaptação ao uso do cabresto e a canga coletora, antes de iniciar as coletas, com a finalidade de evitar alterações induzidas pelo estresse.

As coletas de gases ruminais foram realizadas em dias consecutivos, de modo que todos os animais tivessem cinco coletas viáveis, em intervalo regular de 24 horas entre cada coleta. As concentrações de CH_4 e SF_6 foram determinadas em cromatógrafo gasoso HP6890, equipado com detector de ionização de chama (FID) e coluna megabore (0,53 μm , 30 m) Plot HP-Al/M (para CH_4) e detector de captura de elétrons (μ -ECD) e coluna megabore HP-MolSiv (para SF_6), com dois loops de 0,5 cm^3 acoplados a duas válvulas de seis vias.

A pressurização das cangas para recuperar as amostras de gás foi realizada com nitrogênio especial 5.0, até atingir uma pressão aproximada de 1,2 de pressão atmosférica.

O fluxo de CH_4 liberado pelo animal foi calculado em relação ao fluxo de SF_6 , correlacionando os resultados à taxa conhecida de liberação do traçador no rúmen. A partir dos dados primários foi calculada a emissão potencial de CH_4 por dia e em seguida por ano, não considerando variações na oferta e na qualidade da forragem ao longo do período.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o SAS® Studio 3.1 (2014). Às variáveis que apresentaram seus erros amostrais normalmente distribuídos, mediante teste de Kolmogorov-Smirnov, foi aplicado o teste T de Student para dados independentes.

Em todas as análises foi considerado um nível de significância de 5%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A técnica de mensuração de metano pela técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF₆), utilizada no presente estudo, apresentou valores em conformidade aos encontrados por Munhoz et al. (2012) utilizando câmara respirométrica. O que confirma a viabilidade e confiabilidade na utilização da técnica com o gás traçador SF₆, na medição do metano entérico de ruminantes a campo.

Os valores de emissão de metano encontrados foram em média de 378,17 gramas/dia no sistema intensivo e 421,38 gramas/dia no sistema extensivo (Tabela 1), não apresentando diferença estatística entre os mesmos. Valores próximos de emissão também foram encontrados por Hindrichsen et al. (2005), Munoz et al. (2012), Dini (2012) e Burke e Hoskin (2009).

TABELA 1 - Média e desvio padrão para os valores encontrados na emissão de CH₄ em vacas leiteiras, submetidas a dois sistemas de produção de pastagem: extensiva e intensiva.

Sistema de produção da pastagem	CH₄ (g/ dia/ vaca)	CH₄ (kg/ ano/ vaca)
Extensiva	378,17 ± 69,60 ^a	138,03 ± 25,40 ^a
Intensiva	421,38 ± 97,45 ^a	153,80 ± 35,57 ^a

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, não diferiram entre si pelo teste T de Student para dados independentes a um nível de 5% de significância.

A similaridade na produção de metano entre sistemas encontrada no presente estudo pode estar relacionada com as semelhanças bromatológicas entre a PB e a DIVMS das forragens entre os sistemas e a quantidade de concentrado fornecidos, como destacado por Archimede et al. (2011) e Pinares-Patino et al. (2003) que afirmam que a produção de metano se atribui a diferença entre composição e características da forragem (teor de fibra, digestibilidade e capacidade consumo de matéria seca).

Segundo Sauvant e Giger-reverdin, (2009) a emissão de metano por vacas de leite dependera de características específicas da dieta, como digestibilidade e FDN, assim como a relação de consumo volumoso/ concentrado.

Boadi et al. (2004) e Dini et al. (2012) destacaram que a oferta de matéria seca influencia na emissão de CH₄, assim como os sistemas utilizados. A oferta abundante de matéria seca pode ter igualado também o consumo, uma vez que a oferta entre as pastagens foi mantida por meio do controle da lotação animal, de modo a manter a

oferta de forragem adequada para ao número de animais pastejando, em ambos os sistemas. E, portanto, valores equivalentes de emissão de metano.

Os valores de emissão de metano relatados por Kurihara et al. (1999) em países da Europa encontram-se abaixo dos valores encontrados no presente estudo. A diferença na produção de metano encontrada pode ser atribuída a dieta das vacas de leite em clima temperado, onde em média, 50% desta é fornecida na forma de grãos, apresentando desta forma, menores teores de fibra e maior densidade energética, como relatado por Lovett et al. (2005), Beauchemin e McGinn (2005) e Hindrichsen et al. (2006).

A média de produção de leite (Tabela 2) não apresentou diferença significativa entre os sistemas de pastejo. Resultados semelhantes foram encontrados por Dini et al. (2006) e Primavessi et al. (2004). A produção de leite semelhantes pode ser devido à equiparação na ingestão de matéria seca pelos animais e a seletividade realizada no momento do pastejo que foi suficiente para igualar a qualidade das forragens entre os sistemas. Outro fator que pode ter contribuído para as semelhanças de produção de leite é a composição genética homogênea entre os animais em ambos os tratamentos.

TABELA 2 - Média e desvio padrão para os valores encontrados na produção de leite em vacas leiteiras submetidas a dois sistemas de produção de pastagem: extensiva e intensiva

Sistema de produção da pastagem	Produção de leite (Litros/ vaca/ dia)
Extensivo	18,7 ± 4,35 ^a
Intensivo	21,24 ± 4,77 ^a

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, não diferiram entre si pelo teste t para amostras independentes ($\alpha=5\%$).

Trabalho realizado por Coser (2003) comprovou que em diferentes sistemas de produção de leite, os valores médios de produção são determinados pela qualidade e quantidade de forragem ingerida e não pelo tipo de sistema. As flutuações ocorridas são geralmente explicadas pela redução na oferta da pastagem decorrentes de manejos inadequados de lotação.

O fornecimento da suplementação com concentrado foi realizado segundo a média de produção de cada animal, desta forma, a quantidade de concentrado fornecida foi semelhante entre os grupos visto que a média de produção também foi similar. Fato este, que pode ter contribuído para que a produção leiteira fosse

estatisticamente semelhante ao longo do período de lactação nos dois sistemas de pastejo.

Os valores de emissão de metano/quilo de leite produzido entre os tratamentos não apresentaram diferença significativa (Tabela 03), e foram semelhantes aos encontrados por Boadi et al. (2004), Kurihara et al. (1997) e Hindrichsen et al. (2005). Segundo Hindrichsen et al. (2005), o tipo de alimentação determina a quantidade de leite produzida, assim como a de metano emitido.

TABELA 3 - Média dos valores encontrados na emissão de CH₄ em gramas por litro de leite por vacas dia, submetidas a dois sistemas de produção de pastagem: extensiva e intensiva

Sistema de produção da pastagem	Emissão de metano (g) (L/vaca/dia)
Extensivo	20,22 ^a
Intensivo	19,83 ^a

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, não diferiram entre si pelo teste t para amostras independentes ($\alpha=5\%$).

Em virtude da semelhança na qualidade, no consumo e na energia digerível da forragem fornecida, em ambos os tratamentos, não foi observada diferenças produtivas ou na emissão do metano. Resultados semelhantes foram relatados por Dini et al. (2006), Lassey (2007) e Boadi et al. (2007).

Da mesma forma Archimede et al. (2011), não encontraram diferenças na emissão de metano por quilo de matéria orgânica ingerida entre gramíneas temperadas e tropicais com teores de fibra, digestibilidade e consumo similares. Concluíram desta forma que a emissão de metano expressa por unidade de leite produzido foi similar entre os tratamentos e nenhuma diferença quantitativa no volume total de leite foi observada. Estes resultados reforçam a questão a emissão de metano por litro de leite produzido, estão mais relacionadas com diferenças na qualidade da forragem.

Pedreira et al. (2005) e Machado et al. (2013) descrevem que a emissão de metano por quilo de leite produzido diminui com aumento da produção média de leite e ressaltaram a importância na utilização de sistemas de produções mais eficientes. Entretanto, no presente experimento a intensificação do sistema não foi capaz de promover diminuição da emissão de metano por quilo de leite produzido.

Garg et al. (2013) comprovaram o potencial de mitigação da emissão de metano por meio do fornecimento balanceado da dieta. Os autores encontraram aumento na produção de leite em 2 a 14% e diminuição da emissão de metano entérico por quilo de leite produzido de até 20%, sem alterar o consumo de matéria seca ingerida por animal.

A produção de metano calculada em quilo por hectare encontrada nos sistemas extensivo e intensivo, corresponderam a 0,945 e 4,508 quilos/hectare, respectivamente. Portanto a emissão de metano em gramas/ quilo leite/ hectare nos sistemas extensivos e intensivos apresentaram uma taxa de emissão (gramas/litro/ hectare) semelhantes, de 20,28 no sistema extensivo e 19,96 no sistema intensivo. Entretanto a produção de leite calculada em hectare utilizado de pastagem, apresentou valores de 46,6 litros/ hectare no sistema extensivo e 228 litros/hectare no sistema intensivo. Estes resultados demonstram que a adoção de prática intensiva de produção leite foi capaz aumentar a produtividade por área, no entanto sem promover diminuição da emissão de metano do sistema.

O aumento da produtividade por hectare, permite a utilização da terra de forma sustentável e possibilita o desenvolvimento de novas atividades, com diversificação do uso da terra pelo cultivo de novas culturas e diversificação da fonte de renda da propriedade. Além de promover a conservação de biomas e a ciclagem de nutrientes do solo, como relatado por Carvalho et al. (2010), Beleossoff et al. (2013) e Bernedt et al. (2014).

Além disso, a utilização de sistema intensivo permite o desenvolvimento de atividade leiteira em propriedades em que a disponibilidade da área de uso seja fator limitante.

Conclusões

Utilizando a técnica do gás traçador SF₆ foi verificado valores de emissão de metano vaca/dia de 378,18 gramas nos animais do sistema extensivo com pastejo contínuo e 421,38 gramas nos animais submetidos ao sistema intensivo de produção de forragem.

A mensuração de metano a campo utilizando a técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF₆) apresentou valores de confiabilidade segundo resultados utilizando câmara respirométrica.

A produção de leite e a emissão individual de metano não diferiu entre os animais submetidos a sistemas de produção de leite intensivo e extensivo, assim como a emissão de metano por litro de leite produzido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante período de realização do mestrado.

Agradeço à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) por disponibilizar o programa de Pós-graduação e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE) por disponibilizar o desenvolvimento do experimento e os dados utilizados.

REFERÊNCIAS

ARCHIMÈDE, H.; EUGÈNE, M.; MAGDELEINE, C.; BOVAL, M.; MARTIN, C.; MORGAVI, D. P.; LECOMTE, P.; DOREAU, M. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. **Animal Feed Science and Technology** v.166, n3. ,p.59-64, 2011.

BEAUCHEMIN, K.A.; MCGINN, S. M. Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets. **Journal. Animal. Science.** v. 83, n. 3, p. 653-661, 2005.

BELEOSOFF, B. S. **Potencial de produção de gases totais e metano in vitro de pastagens de panicum maximum jacq. cv. tanzânia submetida a diferentes manejos de pastejo.** Brasília, 2013. 145f. Tese (Doutorado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília

BERNDT, A.; LEMES, A.; SAKAMOTO, L.; OLIVEIRA, P. (2014, December). The impact of Brazilian livestock production on global warming. In Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 51., 2014, Aracaju. A produção animal frente às mudanças climáticas e tecnológicas-palestra. Aracaju: SBZ, 2014. 1 CD-ROM..

BOADI, D. A.; WITTENBERG, K. M.; SCOTT, S. L.; BURTON, D.; BUCKLEY, K., SMALL, J. A.; OMINSKI, K. H.; 2004. Effect of low and high forage diet on enteric and

manure pack greenhouse gas emissions from a feedlot. **Canadian Journal Animal Science.** v.84, n.3, p.445-453, 2004

BURKE, J. L.; HOSKIN, S. O. The variation in methane emissions from sheep and cattle is not explained by the chemical composition of ryegrass. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production.** v.69: n.3, p.174-178, 2009

CASEY, J. W.; HOLDEN, N. M.; Analysis of greenhouse gas emissions from the average Irish milk production system. **Agricultural Systems.** v.86, p.97–114, 2005

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R. de; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira Ciencia do Solo.** v.34, n. 5, p.277-289, 2010.

COSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DERESZ, F.; FREITAS, A. F DE.; PACIULLO, D. S. C.; SALVATI, J. A.; SCHIMIDT, L. T. Métodos para estimar a forragem consumível em pastagem de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v. 38, n. 7, p. 875-879, 2003

DINI, Y.; GERE, J.; BRIANO, C.; MANETTI, M.; JULIARENA, P. Methane Emission and Milk Production of Dairy Cows Grazing Pastures Rich in Legumes or Rich in Grasses in Uruguay. **Animals.** v.2, p.288-300, 2012.

GARG, M. R.; SHERASIA, P. L.; BHANDERI, B. M.; PHONDBA, B. T.; SHELKE, S. K.; MAKKAR, H. P. S. Effects of feeding nutritionally balanced rations on animal productivity, feed conversion efficiency, feed nitrogen use efficiency, rumen microbial protein supply, parasitic load, immunity and enteric methane emissions of milking animals under field conditions. **Animal Feed Science and Technology.** v.179, n.1, p.24-35, 2013.

HAMMOND, K. J.; MUETZEL, S.; WAGHORN, G. C.; PINARES-PATINO, C. S.; HINDRICHSEN, I. K.; WETTSTEIN, H. R.; MACHMULLER, A.; KREUZER, M. Methane emission, nutrient degradation and nitrogen turnover in dairy cows and their slurry at different milk production scenarios with and without concentrate supplementation. **Agriculture, Ecosystems and Environment.** v.113, p.150–161, 2006.

HINDRICHSEN, I. K.; WETTSTEIN, H. R.; MACHMULLER, A.; KREUZER, M.; Methane emission, nutrient degradation and nitrogen turnover in dairy cows and their slurry at different milk production scenarios with and without concentrate supplementation. **Agriculture, ecosystems & environment,** v.113, n.1, p. 150-161, 2006

IPCC. Revised IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories: Reference manual. Cambridge: University Press, p.297, 1996.

JOHNSON, D. E.; HILL, T. M.; WARD, G. M.; JOHNSON, K. A.; BRANINE, M. E.; CARMEAN, B.R.; LODMAN, D. W. Principle factors varying methane emissions from ruminants and other animals. In: Khalil, M.A.K. Atmospheric Methane: Sources, Sinks

and Role in Global Change.. Springer-Verlag, Berlin, Germany. v.113, p.199–229, 1993.

KULLING, D.R.; DOHME, F.; MENZI, H.; SUTTER, F.; LISCHER, P.; KREUZER, M. Methane emissions of differently fed dairy cows and corresponding methane and nitrogen emissions from their manure during storage. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 79, n. 2, p. 129-150, 2002.

KURIHARA, M.; MAGNER, T.; HUNTER, R. A.; McCRABB, G. J. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. **British Journal of Nutrition**. v.81, n.3 p.227-234, 1999.

KURIHARA, M.; SHIBATA, M.; NISHIDA, T.; PURNOMOADI, A.; TERADA, F. Methane production and its dietary manipulation in ruminants. **Rumen Microbes and Digestive Physiology in Ruminants**, p.199-208, 1997

LASSEY, K. R. Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. **Agricultural and Forest Meteorology**. v.142, n.2, p.120–132, 2007.

LOVETT, D. K.; STACK, L. J.; LOVELL, S.; CALLAN, J.; FLYNN, B.; HAWKINS, M.; O'MARA, F. P. Manipulating Enteric Methane Emissions and Animal Performance of Late-Lactation Dairy Cows Through Concentrate Supplementation at Pasture. **Journal of Dairy Science**. v.88, n.2. p.2836–2842, 2005.

MACHADO, F. S.; PEREIRA, L. G. R.; GUIMARAES JUNIOR, R.; LOPES, F. C. F.; CHAVES, A. V.; CAMPOS, M. M.; MORENZ, M. J. F. Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. **Embrapa Gado de Leite. Documentos**, 147, 2011 methane emissions of milking animals under field conditions. **Animal Feed Science and Technology**. v.179, p.24– 35, 2013.

PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T.; PRIMAVESI, O. Aspectos relacionados com a emissão de metano de origem ruminal em sistemas de produção de bovinos. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 3, p. 24-32, 2005

PINARES-PATINO, C.S.; ULYATT, M.J.; LASSEY, K.R.; BARRY, T.N.; HOLMES, C.W. Rumen function and digestion parameters associated with differences between sheep in methane emissions when fed chaffed lucerne hay. **Journal of Agriculture Science**. v.140, n.2, p.205-214, 2003.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. dos S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T.; BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., v.39, n.3, p.277-283, 2004.

SAS Institute Inc. 2014. SAS® Studio 3.1: User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc..

SAUVANT, D.; GIGER-REVERDIN, S. - Modélisation des interactions digestives et de la production de méthane chez les ruminants. **Productions animales**. v.22, n.5, p. 375-384, 2009.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: A planta forrageira no sistema de produção, p. 65-108, 2000.

CAPÍTULO 02 - INFLUÊNCIA DO SISTEMA INTENSIVO E EXTENSIVO DE PRODUÇÃO DE PASTEGENS SOBRE A ANÁLISE BROMATOLÓGICA E PERFIL METABÓLICO SÉRICO DE VACAS EM LACTAÇÃO.

Resumo - Objetivou-se com o presente estudo, comparar a análise bromatológica das forragens e a concentração sérica dos componentes do perfil metabólico mineral de vacas leiteiras de alta produção, em sistema intensivo e extensivo de produção de pastagens, correlacionar as variáveis do perfil metabólico mineral com as concentrações minerais da análise bromatológica das forragens. Foram utilizadas 15 vacas de leite, sendo nove da raça Holandês preto e branco e sete animais mestiços $\frac{1}{2}$ Holandês e $\frac{1}{2}$ Jersey em delineamento inteiramente casualizado, divididas em dois tratamento: pastagem extensiva com baixa taxa de lotação (2,5) e intensiva com alta taxa de lotação (10,8). Na avaliação do perfil metabólico, foram mensurados os componentes energéticos, proteicos e minerais do soro dos animais e na análise bromatológica as variáveis: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e carbono (C). Foi verificado na análise bromatológica valores estatisticamente superiores no sistema intensivo para as variáveis: MS, MM, magnésio, potássio, cobre, ferro e manganês e NIDN. Valores de FDN e C foram significativamente superior no sistema extensivo. Valores séricos superiores de colesterol e inferiores de ureia foram encontrados nos animais em pastejo intensivo. Constatou-se correlação negativa entre o cálcio da forragem e o magnésio sérico dos animais.

Palavras chave: análise bromatológica; perfil metabólico; pastagens.

Abstract

SYSTEM INFLUENCE OF INTENSIVE AND EXTENSIVE PASTEGENS PRODUCTION ON THE ANALYSIS BROMATOLOGICAL AND PROFILE METABOLIC SERUM OF COWS IN LACTATION.

The objective of this study was to compare the forages feed analysis and the serum concentration of the components of mineral metabolic profile of high producing dairy

cows in intensive and extensive pasture production system. and correlate the variables of mineral metabolic profile to mineral concentrations of feed analysis of the forage. 15 dairy cows were used, nine black and white Holstein and seven crossbred $\frac{1}{2}$ Holstein and $\frac{1}{2}$ Jersey animals in a randomized design, divided into two treatments: extensive grazing with low stocking rate (2.5) and intensive with high stocking rate (10.8). The energy, protein and mineral components were measured in the assessment of metabolic profile and the measured variables in feed analysis were: dry matter(DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), acid-detergent insoluble nitrogen (ADIN), neutral-detergent insoluble nitrogen (NDIN), in vitro dry matter digestibility (IVDMD) e carbon (C). It was found in feed analysis statistically higher values in intensive system of variables: DM, MM (magnesium, potassium, copper, iron and manganese) and NDIN. NDF voles and C were significantly higher in the extensive system. Higher serum levels of cholesterol and lower urea were found in animals of intensive grazing. Negative correlation between calcium forage and serum magnesium animals was observed. Keywords: chemical analysis; metabolic profile; pastures.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional nas últimas décadas, principalmente durante o século XX, gerou aumento exponencial da demanda por alimentos em todo o mundo. Na busca pelo aumento de produtividade, a atividade pecuária de leite passa a exigir em seu plantel de produção vacas com maiores potenciais genéticos bem como, aumento das necessidades nutricionais exigidas pelos animais (INGVARTSEN, 2006).

A nutrição de vacas leiteiras tem como base o fornecimento de dietas em quantidades necessárias aliadas a componentes dietéticos com qualidades adequadas. Contudo, apesar de amplos recursos nutricionais, a baixa produtividade do rebanho pode ser reflexo de carências nutricionais a que os animais estejam submetidos. Associados ao alto custo dos incrementos agrícolas e à baixa disponibilidade e qualidade nutricional das forragens comumente utilizadas. Erros de manejo e falta de direcionamento técnico também são causas deste processo (BERCHIELLI, 2006).

Deste modo, vacas com maior potencial genético para produção de leite e que apresentam maiores exigências nutricionais, são mais susceptíveis a desbalanços metabólicos. Para atenuar os efeitos destas alterações fisiológicas o emprego de alimentos que apresentem valores nutritivos proporcionam melhores condições de digestão, absorção e metabolização pelos animais, atendendo às demandas metabólicas sem comprometer a capacidade de produção e saúde dos mesmos (VERNON, 2005).

Segundo Martins et al. (2000) o valor nutritivo do alimento é determinado por interações entre os nutrientes e os microrganismos do rúmen nos processos de digestão, absorção, transporte e utilização de metabólitos. Diversos fatores, como: a composição do alimento, teor e qualidade das fibras, taxa de digestibilidade, relação entre proteína e energia e fatores alusivos ao animal, podem influenciar a interação entre os microrganismos e os nutrientes (RODRIGUES, 1998).

Em situações que as exigências nutricionais são sub atendidas durante a fase produtiva, os animais podem entrar em desequilíbrio entre os nutrientes provenientes da alimentação e os necessários para a manutenção e produção de leite. Tratando-se de desequilíbrios transitórios e não muito severos, o metabolismo pode compensar utilizando as reservas corporais, neste caso a consequência muitas vezes é apenas queda de produção. Em quadros de desequilíbrios de maior amplitude, o animal pode não conseguir compensar e acabar exaurindo suas reservas corporais, e assim desenvolver enfermidades metabólicas (GRANDE; SANTOS, 2006).

Muitos desses desequilíbrios podem provocar doenças subclínicas que limitam a produção de leite, de modo persistente, alteram a composição e qualidade do leite e ocasionam perdas econômicas ao produtor (INGVARTSEN, 2006).

Animais acometidos por transtornos metabólicos subclínicos, por se tratar de alterações sem sinais aparentes, normalmente não são detectados pelos produtores ou mesmo por técnicos (NOORDHUIZEN, 2006). Tais alterações podem ser detectadas por meio de testes diagnósticos específicos, no qual se inclui o perfil metabólico (OSTERGAARD; SORENSEN, 1998).

Uma vez que, pastagens tropicais tidas como de menores valores de digestibilidade, podem não fornecer de forma eficiente os componentes nutricionais da dieta aos animais. Torna-se então imprescindível avaliação de modo acurado dos valores nutricionais da forragem, assim como o monitoramento do status metabólico dos animais submetidos a sistemas de produção a pasto (JOBIM et al 2007).

Os objetivos no presente estudo foram comparar a análise bromatológica das forragens e a concentração sérica dos componentes do perfil metabólico mineral de vacas leiteiras de alta produção, em sistemas extensivo e intensivo de produção de pastagens, correlacionar as variáveis do perfil metabólico mineral com as concentrações minerais da análise bromatológica das forragens.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) na estação experimental Embrapa Pecuária Sudeste, localizada na cidade de São Carlos - SP, na região Sudeste do Brasil, localizada na Latitude/Longitude: (-21.57790684531867, -47.505675337962346), na área experimental do sistema de produção leite. As análises e leitura dos gases foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Pecuária Sudeste.

Foram utilizadas 15 vacas de leite, sendo nove da raça Holandês preto e branco e sete animais mestiços $\frac{1}{2}$ Holandês e $\frac{1}{2}$ Jersey. Durante o período experimental os animais se encontravam em fases equiparadas de gestação e foram agrupados de acordo com idade, estágio de lactação e faixa de produção leiteira, com médias de produção de 19,7 litros/ dia, corrigida para 305 dias de lactação. A média de idade e peso dos animais foram de 5,5 anos e 510 Kg, respectivamente.

Os tratamentos consistiram em dois diferentes sistemas de pastejo: pastagem extensiva de baixa taxa de lotação e pastagem intensiva de alta taxa de lotação.

O sistema intensivo foi composto pela forrageira *Panicum maximum*, cultivar *Tanzânia*, em área total de 2,8 ha. O sistema foi adubado com ureia após pastejo de cada piquete, na dosagem de 50 quilos/ hectare/ ano e corrigida anualmente segundo análise prévia do solo. O pastejo era de um dia em cada piquete e o período de descanso de 27 dias ininterruptos.

O sistema extensivo foi manejado apresentando baixa taxa de lotação, composto pela forrageira grama estrela africana cultivar *Cynodon nlenfuensis*, conhecida popularmente como brachiárinha. A área correspondente ao sistema totalizava de 5,97 há, a qual recebia correção anual do solo, segundo deficiências constatadas em análise de solo.

A disponibilidade de forragem calculada foi de 22,2 e 37,2 kg de Matéria Seca (MS)/Unidade Animal (UA) por hectare respectivamente, para os sistemas extensivo

e intensivo. Ambos os sistemas foram manejados sob lotação variável em esquema de “tirar e colocar” animais, a fim de manter o consumo e disponibilidade de MS equivalentes entre os sistemas, segundo o padrão de crescimento observado e a altura do resíduo no pós pastejo. A taxa de lotação nos sistemas extensivo e intensivo corresponderam em unidade animal (UA) por ha em 2,5 e 10,8, respectivamente.

As vacas foram mantidas, em todo o período de avaliação, em pastagens com lotação variada e com disponibilidade específica e contínua de MS para cada tipo de sistema de pastagem. Durante a fase experimental não foi fornecido outra fonte de volumoso além das pastagens.

A suplementação mineral foi fornecida incorporada ao concentrado, na quantidade de 50 gramas por quilo de ração. A ração concentrada seguia a formulação: 820 Kg de farelo de milho, 129,5 Kg de farelo de soja, 50 quilos de mineral e 500 gramas de Rumensin® (monensina sódica 10%), contendo teor de proteína bruta equivalendo a 13%. O fornecimento era realizado segundo a produção individual de leite, ajustado pela pesagem quinzenal, por meio do cálculo de um quilo de concentrado para cada três quilos de leite produzidos. Fornecia-se a quantidade calculada, acrescida de 10% do total, dividida nas ordenhas da manhã e da tarde.

Foram realizadas quatro coletas com duas sub amostragens cada, durante o ciclo de pastejo (aproximadamente a cada 15 dias), e realizada a média das amostras. As coletas das amostras foram realizadas utilizando-se um quadrado amostrador com área de 0,25m² (0,5 x 0,5m), lançado quatro vezes aleatoriamente na parcela experimental de cada tratamento (sistema). A forragem recém-coletada foi pesada no campo, retirando-se uma sub amostra de aproximadamente 200g de massa verde por parcela para a determinação da porcentagem de matéria seca (%MS), realizada após a secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas. Com o conhecimento prévio do peso da massa verde colhida em 0,25m², foi estimada a massa seca da amostra.

Para avaliação bromatológica após a secagem, foi realizada a moagem em moinho de facas tipo Willey com peneira de 0,5 mm de abertura, e posterior determinação de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) por espectrômetro de infravermelho próximo com transformada de Fourier com interferômetro de polarização, marca BÜCHI modelo NIR Flex N-500. Para a predição da composição química foi empregado modelo de calibração desenvolvido e

validado na Embrapa Pecuária Sudeste especificamente para amostras de espécies e cultivares analisados. Na avaliação da composição mineral das forragens, foram dosados os minerais cálcio, magnésio, potássio, fósforo, cobre, ferro e manganês.

A coleta de sangue foi realizada em tronco de contenção com punção da veia ou artéria coccígea, em sistema de coleta a vácuo, em tubos sem anticoagulante. A glicose foi estimada no momento da coleta, utilizando sangue total em aparelho de glicosímetro humano (Precision lite - Abbott®). As amostras foram mantidas refrigeradas em isopor até a chegada ao laboratório, posteriormente foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos para a obtenção do soro, o qual foi alicotado em micro tubos de polietileno de 1,5 mL, identificados e congelados em freezer à -20°C até o momento das determinações laboratoriais para análise do perfil metabólico energético, proteico e mineral.

Na avaliação do perfil metabólico energético foram determinadas as concentrações séricas do β -hidroxibutirato (BHB), triglicerídeos, colesterol e ácidos graxos não esterificados (NEFA). A determinação de β -hidroxibutirato (BHB) e ácidos graxos não esterificados (NEFA) foi realizada pelo método cinético, de acordo com as recomendações do kit comercial (Ranbut - Randox®) e para determinar triglicerídeos (TGS) e colesterol foi utilizado o método enzimático colorimétrico de acordo com as recomendações dos kits comerciais (LABTEST®).

Para análise do perfil metabólico proteico foram mensuradas as proteínas totais, albumina, globulinas e ureia por metodologia cinética utilizando-se kits comerciais específicos (LABTEST®).

Foram determinadas as concentrações de cálcio, fósforo e magnésio, para a análise do perfil mineral, por meio de espectrofotometria de acordo com as recomendações dos kits bioquímicos comerciais (LABTEST®).

As mensurações das concentrações dos componentes hematobioquímicos foram realizadas em aparelho bioquímico automático Midray - Bioclin, no Laboratório de Bioquímica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo.

A análise estatística foi realizada no software SAS (Statistical Analysis System). Às variáveis que apresentaram seus erros amostrais normalmente distribuídas, foi aplicado o teste T de Student para dados independentes.

O coeficiente de correlação de Pearson foi aplicado sobre todas as variáveis testadas, independente do tratamento submetido, testou-se a significância mediante teste de t.

O teste de correlação de Person foi aplicado sobre todas as variáveis testadas, independente do tratamento submetido.

Em todas as análises foi considerado um nível de significância de 5%

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na avaliação do perfil metabólico, foram mensurados os componentes energéticos, proteicos e minerais do sangue dos animais. A média geral dos componentes do perfil energético: glicose, colesterol, triglicerídeos e β -hidroxibutirato, constam na tabela 1. As concentrações destes componentes encontraram-se dentro da amplitude normal de valores para bovinos gestantes em final de lactação (JUNIOR et al., 2001).

TABELA 1 - Média e desvio padrão para os valores encontrados de glicemia, transaminase glutâmica oxalacética (TGO), colesterol (COL), triglicerídeos (TGS) e ácidos graxos não esterificados (NEFA), em vacas leiteiras submetidas a sistemas intensivo e extensivo de pastagens.

Sistema de produção de pastagem	Glicemia (mg/dL)	TGO (mg/dL)	COL (mg/dL)	NEFA (mg/dL)	TGS (mg/dL)	BHB (mg/dL)
Extensivo	38,00± 5,28 ^a	72,67± 19,01 ^a	106,76 ± 19,04 ^b	0,17 ± 0,03 ^a	12,80± 2,75 ^a	0,41 ± 0,06 ^a
Intensivo	37,50 ± 5,18 ^a	84,32± 13,15 ^a	125,60 ± 21,43 ^a	0,20 ± 0,04 ^a	11,58 ±1,74 ^a	0,42 ± 0,06 ^a

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste t para amostras independentes ($\alpha=5\%$).

Foi constatada na avaliação do perfil energético, diferença significativa entre os tratamentos na concentração de colesterol. Os animais submetidos ao sistema intensivo apresentaram maiores valores de colesterol sérico. Este resultado indica que os animais do sistema intensivo se encontravam em melhor equilíbrio entre a energia consumida na dieta e a energia destinada as funções fisiológicas de produção e reprodução, conforme já descrito por Gonzalez e Silva (2006). Esse resultado possivelmente é atribuído a melhor disponibilidade dos componentes presentes na forragem, que maximizaram o seu aproveitamento pelo animal.

As concentrações de colesterol refletem de forma coerente as concentrações de lipídeos no plasma, pois correspondem a aproximadamente 30% do total de lipídeos no animal. Concentrações altas deste componente indicam animais em balanço energético positivo, e que não estão em processo de lipomobilização para geração de energia para manutenção e produção (GONZALEZ 2000). Diante dos resultados, sugere-se que a pastagem intensiva foi capaz de fornecer de forma mais eficiente seus nutrientes energéticos para assimilação do animal, uma vez que, não foi verificado na análise bromatológica diferenças na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) entre os sistemas extensivo e intensivo. A digestibilidade é um dos parâmetros chave em sistemas de formulação de dietas para ruminantes, pois possui alta correlação com a ingestão de matéria seca e eficiência na absorção e aproveitamento dos nutrientes. Entretanto em um mesmo alimento pode variar em função do animal e das condições de alimentação (MARTINS et al., 2000).

No perfil proteico os valores dos componentes analisados, proteína total, ureia e albumina, constam na tabela 2. Os valores médios apresentaram-se dentro dos valores de referência, da proteína total (g/dL) 6,74 - 7,46, albumina (g/dL) 3,03 - 3,55 e uréia (mg/dL) 42,8 – 64,2, segundo Meyer e Harvey (2004)

TABELA 2 - Média e desvio padrão para os valores encontrados de ureia, proteínas totais e albumina no soro em vacas leiteiras submetidas a sistemas intensivo e extensivo de pastagens.

Sistema de produção de pastagem	Uréia (mg/dL)	PT (g/dL)	Albumina (g/dL)	Globulinas (g/dL)
Extensivo	29,10 ± 6,87 ^b	7,39 ± 0,34 ^a	3,25 ± 0,18 ^a	4,07 ± 0,34 ^a
Intensivo	18,54 ± 3,80 ^a	7,76 ± 0,59 ^a	3,29 ± 0,26 ^a	4,50 ± 0,53 ^a

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste t para amostras independentes ($\alpha=5\%$).

Os teores de proteína bruta (PB) das pastagens alcançaram valores de 14,10% e 17,81% nos sistemas intensivo e extensivo, respectivamente (tabela 3). Os valores encontram-se acima dos encontrados por Balsalobre et al. (2003) 11,29% e Cano et al. (2004) 12,20% para *Panicum maximum*, cultivar Tanzânia, e dos valores encontrados por Santos et al. (2004) - 10,5% e Andrade; Hessel, Valentim, (2009) - 11,1% para grama estrela africana.

Foi observado valores numericamente inferiores de PB no sistema extensivo. Justifica-se, segundo Blaser (1994), pelo amadurecimento da forragem, com

consequente redução da disponibilidade e produção de folhas verdes e ao aumento no teor de fibras. Segundo Machado et al. (1998) fatores que favoreçam o crescimento de tecidos estruturais com aumento da parede celular, aumentando a FDN e a FDA, reduzem os teores proteicos da planta.

Por meio da análise do perfil metabólico proteico entende-se que os animais tinham suas necessidades atendidas pela dieta. Portanto, as pastagens consumidas continham teores adequados de proteína, assim como, biodisponibilidade dos compostos nitrogenados na estrutura da forragem. Os animais recebiam além do volumoso, apenas ração concentrada formulada com 13% de proteína bruta.

TABELA 3 - Média e desvio padrão para os valores encontrados de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e carbono (C), na análise bromatológica dos dois tipos de sistemas de pastagens, intensivo e extensivo.

Sistema de produção de pastagem	Extensivo	Intensivo
MS (%)	93,01± 0,88 ^b	94,21± 0,67 ^a
MM (%)	8,99± 1,24 ^b	10,32± 1,03 ^a
PB (%)	14,1± 2,77 ^a	17,81± 2,01 ^a
FDN (%)	70,29± 2,13 ^a	67,29± 2,88 ^b
FDA (%)	34,47± 1,29 ^a	33,72± 1,43 ^a
NIDA (%)	1,05± 0,41 ^b	1,41± 0,18 ^a
NIDN (%)	0,23± 0,05 ^a	0,24± 0,06 ^a
DIVMS (%)	67,66± 3,66 ^a	65,92± 1,58 ^a
C (%)	50,55± 0,69 ^a	49,82± 0,57 ^b

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste t para amostras independentes ($\alpha=5\%$).

Os teores numericamente inferiores de proteína bruta na pastagem do sistema extensivo, assim como concentrações significativamente inferiores no teor de

potássio, podem ser o motivo dos valores mais elevados de ureia sérica no sistema extensivo. De acordo com Owens e Zinn (1998), 23 a 92% da uréia pode ser reciclada para o rúmen, por meio da utilização do nitrogênio para a síntese de proteína microbiana por meio dos microrganismos ruminais.

Owens e Zinn (1988) afirmaram que quanto menor o teor de proteína bruta na dieta, maior a reciclagem de nitrogênio na forma de uréia vinda do fígado para o rúmen. Os autores relataram que dietas contendo de 5 a 20 % proteína bruta, a reciclagem foi, respectivamente, de 70 a 11% do nitrogênio consumido, corroborando com os resultados desta pesquisa.

Os valores séricos de cálcio, fósforo e magnésio estão descritos na tabela 4. As concentrações dos componentes minerais: cálcio, magnésio, fósforo, potássio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco referentes a análise bromatológica das pastagens dos sistemas intensivo e extensivo, estão apresentados na tabela 5.

TABELA 4 - Média e desvio padrão para os valores séricos de cálcio, fósforo e magnésio, em vacas leiteiras submetidas a dois sistemas de produção de pastagem: extensivo e intensivo.

Sistema de produção de pastagem	Cálcio (mg/dL)	Fósforo (mg/dL)	Magnésio (mg/dL)
Extensivo	7,70 ± 0,52 ^a	5,40 ± 0,37 ^a	2,50 ± 0,41 ^a
Intensivo	7,46 ± 0,39 ^a	5,93 ± 0,91 ^a	2,38 ± 0,33 ^a

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste t para amostras independentes ($\alpha=5\%$).

TABELA 5 - Média e desvio padrão para os valores encontrados na concentração de cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), na análise bromatológica dos sistemas intensivo e extensivo de pastagens.

Sistema de produção de pastagem	Extensivo	Intensivo
Ca (g/Kg)	3,61 ± 0,77 ^a	4,09 ± 0,64 ^a
Mg (g/Kg)	2,40 ± 0,70 ^b	5,38 ± 0,73 ^a
P (g/Kg)	2,26 ± 0,41 ^a	2,06 ± 0,50 ^a
K (g/Kg)	19,75 ± 1,5 ^b	24,52 ± 5,3 ^a
S (g/Kg)	2,25 ± 0,94 ^a	1,71 ± 0,31 ^a
Cu (g/Kg)	0,36 ± 0,47 ^b	24,52 ± 5,3 ^a
Fe (mg/Kg)	78,99 ± 35,28 ^b	111,32 ± 29,02 ^a
Mn (mg/Kg)	34,79 ± 14,05 ^b	113,09 ± 36,65 ^a
Zn (mg/Kg)	28,48 ± 7,8 ^a	21,58 ± 5,06 ^a

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste t para amostras independentes ($\alpha=5\%$).

As concentrações séricas de cálcio, fósforo e magnésio dos animais apresentaram-se dentro dos valores de normalidade descritos por Roos et al. (2004) e sem diferença significativa entre os tratamentos. Nas concentrações minerais determinadas pela análise bromatológica das forragens, foi constatada diferença estatística significativa entre os tratamentos para as variáveis: magnésio, potássio, cobre, ferro e manganês, o que pode ter se refletido nos valores estatisticamente mais elevados da matéria mineral no sistema intensivo.

Sugere que além da dinâmica variação de disponibilidade e absorção de minerais planta/animal, a suplementação mineral juntamente com o alimento concentrado auxiliou no equilíbrio das concentrações séricas dos mesmos. Assim como a capacidade de homeostase do animal em manter seus níveis plasmáticos dentro da normalidade, por meio de mecanismos fisiológicos de compensação como demonstrado por Tokarnia et al. (1999).

As concentrações dos minerais cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) na forragem apresentaram distribuição normal e concentrações dentro dos valores de referência segundo Cano et al. (2009), para as forragens analisadas.

Na análise de correlação entre os componentes minerais da análise bromatológica e os valores séricos de cálcio, fósforo e magnésio foi constatada correlação moderada e negativa ($r=-0,50$; $p<0,06$) entre o cálcio da forragem e o magnésio do perfil metabólico. Evidenciando que 25% da variância do magnésio sérico relaciona-se inversamente com a concentração de cálcio na planta. Desta forma, quanto maior a concentração de cálcio na forragem, menores serão os valores de concentração do magnésio metabólico.

Segundo Chicco et al. (1973) animais que recebem dietas com maiores teores de cálcio, apresentam aumento da excreção fecal de magnésio e diminuição das concentrações séricas do mesmo. Segundo o autor, o fato ocorre em virtude da competição do cálcio e magnésio por sítios de absorção no intestino delgado.

O valor nutricional do alimento pode ser alterado por diversos fatores, conforme a disponibilidade dos seus nutrientes para degradação ruminal (MARTINS et al, 2000).

A produção animal está estritamente relacionada com a nutrição, a qual depende basicamente da composição e digestibilidade dos alimentos e a ingestão de matéria seca. (NOLLER et al., 1996).

No entanto a qualidade das forragens determinadas análise bromatológica de amostras de forragens, alguns dos elementos avaliados apresentam valor relativo, pois devem ser confrontados com os de outros minerais da mesma amostra, que podem ter interferência na sua assimilação pelo animal. Neste contexto reforça-se a necessidade de utilização e avaliação do perfil metabólico animal.

Segundo Tokarnia et al. (1999) estudos de desequilíbrios e deficiências nutricionais devem ser conduzidos de modo a contemplarem o maior número possível de ângulos animal-planta-solo, dando ênfase ao animal; "quanto mais próximo ao animal" (exame do rebanho, análises químicas, experimentação), menores são os riscos de erros na interpretação dos dados.

O rendimento de matéria seca (MS) foi estatisticamente inferior no sistema extensivo de produção em comparação ao sistema intensivo. A maior proporção de matéria seca pode ser atribuída a diferença de adubação e irrigação entre os sistemas, conforme descrito por Mesquita e Neres (2008). Estudos realizados por Garzez Neto et al. (2002), Alexandrino et al. (2004), Aroeira et al. (2005) e Quadros e Bandinelli (2005) confirmam a influência da adubação nitrogenada no aumento da MS de forragens tropicais, em virtude do aumento do perfilhamento da planta e pela reposição de nutrientes por meio da adubação intensiva de correção.

Outro fator determinante no aumento do valor da matéria seca no sistema intensivo foi o manejo de corte constante adotado em períodos adequados de descanso. Essa conduta, segundo Santos et al. (2003) favorece a recuperação da planta após o corte por meio de uma rebrota vigorosa. Esses resultados concordam com os encontrados por Canto et al. (2001) em capim Tanzânia e Mello et al. (2002) em capim-elefante.

Valores significativamente maiores de FDN foram encontrados na pastagem do sistema extensivo. O valor da FDN maior pode ser atribuído à avançada maturidade fisiológica da forrageira, a redução do extrato folhoso do sistema, em razão da utilização contínua pelos animais, e à menor rebrota do pasto, quando comparada ao sistema intensivo.

No entanto os valores encontrados estão em conformidade aos relatados por Aroeira et al. (2005) em forragens tropicais. E foram inferiores aos encontrados por Santos et al. (2004) e Gomes Jr. (2000), que relataram porcentagens da FDN de 78 e 84%, respectivamente. O elevado FDN verificado por estes autores é atribuído ao baixo teor de proteína bruta encontrado (< 3%) nas forragens analisadas por eles.

Considerando-se o parâmetro FDA, os sistemas avaliados não apresentaram diferenças. Os níveis encontrados no presente estudo foram similares a Aguiar et al. (2000), mas inferiores ao relatado por Machado et al. (1998) na avaliação de cultivares de *Panicum* em diferentes cortes, com valores entre 40 e 42%. Estudos realizados por Aroeira et al. (2005), Santos et al. (2003) e Gobbi et al. (2005) utilizando forrageiras tropicais também apresentaram valores de FDA superiores aos encontrados neste trabalho.

Os níveis de FDA na forragem se correlacionam com a sua digestibilidade. No presente estudo a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) também foi similar entre os tratamentos, com valores de 67,66% e 65,92% nos sistemas extensivos e intensivos, respectivamente. Os valores de digestibilidade encontrados são superiores aos relatados por Aroeira et al. (2005), que variou de 42,1% a 48,0% e estão acima dos valores máximos para plantas forrageiras tropicais de 60 e 65% citados por Valle et al. (2001) e Machado et al. (1998), respectivamente.

Diferenças significativas nos níveis de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foram encontradas entre os sistemas. O sistema intensivo apresentou maiores valores de NIDN, demonstrando a influência da utilização da adubação com ureia na retenção de nitrogênio na parede celular. No entanto a utilização de adubação

nitrogenada não surtiu efeito sobre o teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), sugerindo que o nitrogênio utilizado na adubação foi pouco retido na porção insolúvel em detergente ácido (celulose e lignina). Granzin e Dryden (2003) utilizando forrageira tropicais tratadas com doses crescentes de ureia (0, 2, 4, 6 e 8% com base na produção de matéria seca/ hectare), também não verificaram efeito da ureia sobre os teores de NIDA do capim.

Machado et al. (1998) utilizando diversos cultivares de *Panicum*, não constataram variação no valor nutritivo (PB, FDA e DIVMS) entre eles, independente da altura de corte. Achados semelhante a análise bromatológica das forrageira analisadas nesta pesquisa, estes resultados mostram a possibilidade de semelhança entre constituintes bromatológicos entre diferentes espécies forrageiras avaliadas, em relação à constituição celular vegetal.

CONCLUSÕES

Os animais submetidos ao sistema intensivo apresentaram concentrações superiores de colesterol sérico, no entanto, maiores valores de ureia plasmática foi observada nos animais do sistema extensivo.

O sistema de intensificação de pastagens foi capaz de aumentar os valores de matéria seca, matéria mineral, nitrogênio insolúvel em detergente neutro e carbono na forragem. Assim como os valores dos minerais magnésio, potássio, cobre, ferro e manganês da composição mineral da planta

As concentrações de cálcio na forragem correlacionam de forma negativa com as concentrações séricas de magnésio dos animais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante período de realização do mestrado.

Agradeço à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) por disponibilizar o programa de Pós-graduação e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

(EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE) por disponibilizar o desenvolvimento do experimento e os dados utilizados.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R.; VASQUEZ, H. M.; DA SILVA, J. F. C. Produção e composição químico-bromatológica do capim-furachão (*Panicum repens* L.) sob adubação e diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.2, p.325-333, 2000.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv.Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372- 1379, 2004.

ANDRADE, C. M. S.; HESSEL, C. E.; VALENTIM, J. F. Valor nutritivo e fatores antinutricionais nos capins estrela-africana, tangola e tanner-grass nas condições ambientais do Acre. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**. v. 4, n. 8, p. 273-283, 2009.

AROEIRA, L. J. M.; PACIULLO D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MORENZ, M. J. F.; SALIBA, E. S.; SILVA, J. D.; DUCATTI, C. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.40, n.4, p.413-418, 2005.

BALSALOBRE, M. A. A., CORSI, M., SANTOS, P. M., VIEIRA, I., CÁRDENAS, R. R. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.3, p.519-528, 2003.

BERCHIELLI, T. T. Nutrição de ruminantes. Eds. Alexandre Vaz Pires, and Simone Gisele de Oliveira. Funep, 2006.

BLASER, R.E. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In: PEIXOTO, A.M. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p.279-335.

CANO, C. C. P., CECATO, U., CANTO, M. D., SANTOS, G. D., GALBEIRO, S., MARTINS, E. N., MIRA, R. T. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.6, p.1959-1968, 2004.

CANTO, M.W.; CECATO, U.; PETERNELLI, M. et al. Efeito da altura do capim-Tanzânia diferido nas características da pastagem no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1186-1193, 2001.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **R. Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GOMES JR., P. **Composição químico-bromatológica da *Brachiaria decumbens* e desenvolvimento de novilhos em recria suplementados durante a seca**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

GOMIDE, J. A.; WENDLING, I. J.; BRAS, S. P.; QUADROS, H. B. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.4, p.1194-1199, 2001.

GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H. O., RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000 p. 63-74.

GONZÁLEZ, F. H. D., SILVA, S. C da. Bioquímica clínica dos glicídeos. In: _____. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. cap. 5, p.153-210.

GRANDE, P. A.; SANTOS, G. T. O uso do perfil metabólico na nutrição de vacas leiteiras. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/perfilmetabolico-vacas.pdf>>. Acesso em 27 de setembro de 2014.

GRANZIN, B.C.; DRYDEN, G.McL. Effects of alkalis, oxidants and urea on the nutritive value of rhodes grass (*Chloris gayana* cv. Callide). **Animal Feed Science and Technology**. v.103, p.113-122, 2003.

INGVARTSEN, K. L. Feeding – and management-related diseases in the transition cow physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. **Animal Feed Science and Technology**. v.126, n.03, p.175-213, 2006

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, 2007.

JUNIOR, E. B., D'ANGELINO, J. L., BENESI, F. J., & BIRGEL, E. H. Valores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.2, 2001a.

JUNIOR, E. H. B.; DANGELINO, J. L.; BENESI, F. J.; BIRGEL, E. H. Valores de referência do leucograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.38, n.3, p. 136-141, 2001b.

MACHADO, A. O.; CECATO, U.; MIRA, R. T.; PEREIRA, L. A. F.; DAMASCENO, J. C.. Avaliação da composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.27, n.5, p.1057-1063, 1998.

MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.1, p.260-277, 2000.

MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A.; DUBEUX JR., J.C.B. et al. Caracterização e seleção de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.1, p. 30-42, 2002.

MESQUITA, Eduardo Eustáquio; NERES, Marcela Abbado. Morfogênese e composição bromatológica de cultivares de " *Panicum maximum*" em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p. 201-209, 2008.

NOLLER, C.H.; NASCIMENTO JR., D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p.319-352.

OWENS, F.N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal, digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1998. p.227-249.

QUADROS, F.L.F.; BANDINELLI, D.G. Efeitos da adubação nitrogenada e de sistemas de manejo sobre a morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam, e *Paspalum urvillei* Steud, em ambiente de várzea. . **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.1, p.44-53, 2005.

RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em dietas de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa,. p.141-169, 1998.

ROOS, T. B.; VENDRAMIN, L.; SCHWENGLER, E; GOULART, M. A.; QUEVEDO, P. S.; SILVA, V. M.; VERDE, P. M. L.; DEL PINO, F. A. B.; TIMM, C. D.; GIL-TURNES, C.; CORRÊA, M. N. Avaliação de parâmetros do perfil metabólico e do leite em diferentes categorias de vacas leiteiras da raça Jersey em rebanhos do Sul do Rio Grande do Sul. **Veterinária em Foco**, v.5, n.2, p.121-130, 2008.

SANTOS, M. V. F dos.; JÚNIOR, J. C. B. D.; DA CONCEIÇÃO SILVA, M.; DOS SANTOS, S. F.; FERREIRA, R. L. C.; DE MELLO. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.4, p.821-827, 2003

SANTOS, E. D. G., PAULINO, M. F., QUEIROZ, D. S., VALADARES FILHO, S. C., FONSECA, D. D., LANA, R. P. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria*

decumbens Stapf.: 1. Características químico-bromatológicas da forragem durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.1, p.203-213. 2004

TOKARNIA, C. H., DÖBEREINER, J., MORAES, S. S., & PEIXOTO, P. V. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos-revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.19, n.2, p.47-62, 1999.

VERNON, R. G. Lipid metabolism during lactation: a review of adipose tissue-liver interactions and the development of fatty liver. **Journal of Dairy Research**. v. 72, n. 04, p. 460-469, 2005.

CAPÍTULO 03 - CORRELAÇÃO ENTRE A EMISSÃO DE METANO E O PERFIL METABÓLICO ENERGÉTICO DE VACAS LEITEIRAS EM SISTEMAS INTENSIVO E EXTENSIVO DE PRODUÇÃO DE PASTAGENS.

Resumo - O estudo foi conduzido na estação experimental da EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e objetivou correlacionar a taxa de emissão de metano de vacas de leite de alta produção em sistemas extensivo e intensivo de produção de leite pasto, com as variáveis do perfil metabólico energético. Foram utilizadas 15 vacas de leite em delineamento inteiramente casualizado, submetidas a dois sistemas de produção: extensivo com baixa taxa de lotação (2,5 UA) e intensivo com alta taxa de lotação (10,8 UA). A mensuração do metano foi realizada utilizando a técnica do gás traçador interno hexafluoreto de enxofre (SF₆). Na avaliação do perfil metabólico energético foram determinadas as concentrações séricas de glicose, β -hidroxibutirato, triglicerídeos, colesterol e ácidos graxos não esterificados. Foi constatado aumento significativo na concentração de colesterol na pastagem intensiva. Na correlação dos componentes energéticos com a emissão de metano foi verificada correlação positiva moderada entre as concentrações do β -hidroxibutirato e a emissão de metano pelas vacas.

Palavras chave: metano; perfil energético; β -hidroxibutirato

Abstract

THE CORRELATION BETWEEN METHANE EMISSIONS AND METABOLIC PROFILE OF DAIRY COWS ON ENERGY INTENSIVE SYSTEMS AND PASTURES OF PRODUCTION EXTENSIVE.

The study was conducted at the experimental station of EMBRAPA LIVESTOCK SOUTHEAST (Brazilian Agricultural Research Corporation) and aimed to correlate the methane emission rate of high production milk cows in extensive and intensive systems of pasture milk production, with the profile variables metabolic energy. 15 dairy cows were used in a completely randomized design, submitted to two production systems: extensive with low stocking rate (2.5 AU) and intensive with high stocking rate (10.8

AU). The measurement of methane was performed using the technique of internal tracer gas sulfur hexafluoride (SF₆). In the evaluation of the energy metabolic profile were determined serum glucose, β -hydroxybutyrate, triglycerides, cholesterol and non esterified fatty acids. It has been found significant increase in cholesterol concentration in the intensive grazing. The correlation components of energy with methane emission was observed moderate positive correlation between β -hydroxybutyrate concentrations and the emission of methane by cows.

Keywords: methane, energy profile, β -hydroxybutyrate

INTRODUÇÃO

O processo de intensificação da atividade leiteira tem levado ao aumento da ocorrência de transtornos metabólicos. Vacas de leite de alta produção são constantemente desafiadas a manter seu equilíbrio metabólico nutricional em homeostase o qual envolve o equilíbrio fisiológico da demanda metabólica de manutenção e produção, com a quantidade de nutrientes absorvidos e a capacidade animal na mobilização e utilização de suas reservas corporais (ETHERTON; BAUMAN, 1998).

Os ruminantes utilizam de adaptação do metabolismo, que incluem a elevação da lipólise, diminuição da lipogênese, aumento da gliconeogênese no fígado, bem como diminuição do uso de glicose e maior mobilização e utilização de lipídeos (SILVA et al., 2013), de modo a manter as concentrações séricas dos componentes energéticos dentro dos padrões fisiológicos normais (HARTMANN et al., 1998). O sistema endócrino é responsável por produzir essas alterações no metabolismo dos tecidos adiposo e hepático (BAUMAN; CURRIE, 1980).

Animais em condições dietéticas insuficientes podem encontrar-se em balanço energético negativo (BEN), em condições que a exigência nutricional supera a ingestão de nutrientes. A intensidade do BEN dependerá da amplitude e duração do desequilíbrio (HARTMANN et al., 1998).

Em situações de déficit energético acentuado, ocorre excessiva mobilização com catabolismo exacerbado de triglicerídeos no tecido adiposo. A excessiva

mobilização pode gerar complicações ao animal, com surgimento de doenças de origem metabólica (GONZÁLEZ, 2006).

Durante esse processo ocorre redução do peso e do escore de condição corporal (ECC) e os valores plasmáticos de β -hidroxibutirato elevam-se. Neste período, torna-se imprescindível satisfazer as necessidades de energia e proteína dos animais (SILVA et al., 2013).

Dentre as opções de mitigação da emissão de metano entérico, Lima (2002) cita o melhoramento da eficiência dos processos microbianos visando a otimização da digestão de fibras no rúmen e síntese de proteína microbiana. Desta forma, menos substrato energético ficaria disponível para a síntese de metano pelas bactérias metanogênicas.

Para que isso ocorra é imprescindível que os alimentos fornecidos na dieta tenham qualidades e valores nutricionais capazes de prover de forma equilibrada, os nutrientes para degradação e metabolização pelos microrganismos ruminais (RODRIGUES, 1998).

O presente estudo objetivou correlacionar a taxa de emissão de metano de vacas de leite de alta produção submetidas a sistemas extensivo e intensivo de produção de leite pasto, com as variáveis do perfil metabólico energético.

MATERIAIS E MÉTODOS

Experimento foi realizado na EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) na estação experimental, localizada na cidade de São Carlos - SP, na região Sudeste do Brasil, localizada na Latitude/ Longitude: (-21.57790684531867, -47.505675337962346), na área experimental do sistema de produção leite. As análises e leitura dos gases foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da EMBRAPA.

Foram utilizadas 15 vacas de leite, sendo nove da raça Holandês preto e branco e sete animais mestiços $\frac{1}{2}$ Holandês e $\frac{1}{2}$ Jersey. Durante o período experimental os animais se encontravam em fases equiparadas de gestação e foram agrupados de acordo com idade, estágio de lactação e faixa de produção leiteira, com médias de produção de 19,7 litros/ dia, corrigida para 305 dias de lactação. A média de idade e peso dos animais foram de 5,5 anos e 510 Kg, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com período experimental de 60 dias de duração. A coleta dos gases foi realizada ao final do período experimental com duas medições diárias e ao longo de cinco dias consecutivos, constituindo de dez sub-repetições. A coleta de sangue foi realizada na mesma semana da mensuração do metano.

Os tratamentos consistiram em dois diferentes sistemas de pastejo: pastagem extensiva (baixa taxa de lotação em pastejo contínuo) composto por grama estrela africana, cultivar *Cynodon nlenfuensis* e pastagem intensiva (alta taxa de lotação em pastejo rotacionado) composto por *Panicum maximum*, cultivar *Tanzânia*,

A disponibilidade de forragem calculada foi de 22,2 e 37,2 kg de Matéria Seca (MS)/ Unidade Animal (UA) por hectare respectivamente, para os sistemas extensivo e intensivo. Ambos os sistemas foram manejados sob lotação variável em esquema de “tirar e colocar” animais, a fim de manter o consumo e disponibilidade de MS equivalentes entre os sistemas, segundo o padrão de crescimento observado e a altura do resíduo no pós pastejo.

As vacas foram mantidas, em todo o período de avaliação, em pastagens com lotação variada e com disponibilidade específica e contínua de MS para cada tipo de sistema de pastagem. Durante a fase experimental não foi fornecido outra fonte de volumoso além das pastagens.

A suplementação mineral era fornecida incorporada ao concentrado, na quantidade de 50 gramas por quilo de ração. A ração concentrada seguia a formulação: 820 Kg de farelo de milho, 129,5 Kg de farelo de soja, 50 quilos de mineral e 500 gramas de Rumensin® (monensina sódica 10%), contendo teor de proteína bruta equivalendo a 13%. O fornecimento era realizado segundo a produção individual de leite, ajustado em pesagem quinzenal, pelo cálculo de um quilo de concentrado para cada três quilos de leite produzidos. Fornecia-se a quantidade calculada, acrescida de 10% do total, dividida nas ordenhas da manhã e da tarde.

A coleta de sangue foi realizada em tronco de contenção com punção da veia ou artéria coccígea, em sistema de coleta a vácuo, em tubos sem anticoagulante. A glicose foi estimada no momento da coleta, utilizando sangue total em aparelho de glicosímetro humano (Freestyle lite – Abbott®). As amostras foram mantidas refrigeradas em isopor até a chegada ao laboratório, posteriormente foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos para a obtenção do soro, o qual foi alicotado em micro tubos de polietileno de 1,5 ml, identificados e congelados em freezer à -20°C

até o momento das determinações laboratoriais para análise do perfil metabólico energético.

Na avaliação do perfil metabólico energético foram determinadas as concentrações séricas do β -hidroxibutirato (BHB), triglicerídeos, colesterol e os ácidos graxos não esterificados (NEFA). A determinação de β -hidroxibutirato (BHB) e ácidos graxos não esterificados (NEFA) foi realizada pelo método cinético, de acordo com as recomendações do kit comercial (Ranbut- Randox[®]) e para determinar triglicerídeos (TGS) e colesterol foi utilizado o método enzimático colorimétrico de acordo com as recomendações dos kits comerciais (LABTEST[®]) em analisador bioquímico automático (Mindray BS 120, Bioclin[®]).

A mensuração do metano foi realizada utilizando a técnica do gás traçador interno hexafluoreto de enxofre (SF_6) (JOHNSON; JOHNSON, 1995). Para tanto, utilizou-se uma canga coletora/ armazenadora em tubo de PVC de 60 mm de classe 20, tendo pressão interna próxima ao zero atmosférico, calibrada para atingir meia atmosfera de pressão no final do período de coleta, mediante tubo capilar de aço inoxidável com 0,127 mm de diâmetro interno preso ao cabresto. A calibração foi determinada pelo diâmetro interno do tubo capilar para descompressão de 50% da canga em período de 24 horas.

Os animais monitorados ficaram junto do rebanho normal. Foi realizado período de 15 dias de adaptação ao uso do cabresto e a canga coletora, antes de iniciar as coletas, com a finalidade de evitar alterações induzidas pelo estresse.

As coletas de gases ruminais foram realizadas em dias consecutivos, de modo que todos os animais tivessem cinco coletas viáveis, em intervalo regular de 24 horas entre cada coleta. As concentrações de CH_4 e SF_6 foram determinadas em cromatógrafo gasoso HP6890, equipado com detector de ionização de chama (FID) e coluna megabore (0,53 μm , 30 m) Plot HP-AI/M (para CH_4) e detector de captura de elétrons (μ -ECD) e coluna megabore HP-MolSiv (para SF_6), com dois loops de 0,5 cm^3 acoplados a duas válvulas de seis vias.

A pressurização das cangas para recuperar as amostras de gás foi realizada com nitrogênio especial 5.0, até atingir uma pressão aproximada de 1,2 de pressão atmosférica.

O fluxo de CH_4 liberado pelo animal foi calculado em relação ao fluxo de SF_6 , correlacionando os resultados à taxa conhecida de liberação do traçador no rúmen. A partir dos dados primários foi calculada a emissão potencial de CH_4 por dia e em

seguida por ano, não considerando variações na oferta e na qualidade da forragem ao longo do ano.

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software SAS (Statistical Analysis System). As variáveis que apresentaram seus erros amostrais normalmente distribuídos, foi aplicado o teste T de Student para dados independentes. O teste de correlação de Person foi aplicado em todas as variáveis testadas, independente do tratamento submetido. Por outro lado, para aquelas as quais os erros amostrais se desviaram da normalidade, foi utilizado o teste não paramétrico para amostras independentes, Mann-Whitney.

Em todas as análises foi considerado um nível de significância de 5%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatada na avaliação do perfil energético (Tabela 1) diferença significativa entre os tratamentos na concentração de colesterol, com concentrações mais elevadas nos animais do sistema intensivo. Este resultado indica que estas vacas se encontravam em melhor equilíbrio energético nutricional, entre a energia consumida na dieta e a energia destinada as funções fisiológicas, produtivas e reprodutivas (GONZALEZ e SILVA, 2006).

TABELA 1 - Média e desvio padrão para os valores encontrados de glicemia, transaminase glutâmica oxalacética (TGO), colesterol (Coolest), triglicerídeos (TGS) e ácidos graxos não esterificados (NEFA), em vacas leiteiras submetidas a sistemas intensivo e extensivo de pastagens.

Tratamento	Glicemia (mg/dL)	Coolest. (mg/dL)	NEFA (mg/dL)	TGS (mg/dL)	BHB (mg/dL)
Extensivo	38,00 ± 5,28 ^a	106,76 ± 19,04 ^a	0,17 ± 0,03 ^a	12,80 ± 2,75 ^a	0,41 ± 0,06 ^a
Intensivo	37,50 ± 5,18 ^a	125,60 ± 21,43 ^b	0,20 ± 0,04 ^a	11,58 ± 1,74 ^a	0,42 ± 0,06 ^a

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste t para amostras independentes ($\alpha=5\%$).

Este resultado foi devido possivelmente a melhor disponibilidade dos componentes presentes na forragem dos animais em pastejo intensivo, o que favoreceu a digestão da fibra e maximizou o aproveitamento dos componentes da forragem pelos microrganismos ruminais, favorecendo a absorção de compostos energéticos pelo animal.

As concentrações de colesterol refletem de forma coerente as concentrações de lipídeos no plasma, pois correspondem a aproximadamente 30% do total de lipídeos no animal. Concentrações altas deste componente indicam animais em balanço energético positivo, e que não estão em processo de lipomobilização para geração de energia para manutenção (GONZALEZ; SHEFFER, 2003).

Não foi verificada correlação significativa entre a emissão de CH₄ e as variáveis glicose, colesterol, ácidos graxos não esterificados e triglicerídeos (Tabela 2).

Contudo foi verificada correlação positiva moderada entre as concentrações do β -hidroxibutirato e a emissão de CH₄ pelas vacas. Essa correlação retrata que, em torno de 25% da variância de uma variável pode ser explicada pela variância da outra (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores de r e de p encontrados na análise de correlação de Pearson entre a emissão de CH₄ e as variáveis do perfil metabólico energético (glicose, colesterol, triglicerídeos e β-hidroxibutirato).

Variáveis	CH₄g
Glicose	r= 0.13351 p= 0.6352
Colesterol	r= -0.07863 p= 0.7806
Triglicerídeos	r= -0.11768 p= 0.6762
β-hidroxibutirato	r= 0.52303 p= 0.0454

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si pelo teste t para amostras independentes ($\alpha=5\%$).

Os resultados de correlação evidenciam que valores mais elevados nas concentrações séricas de β-hidroxibutirato correspondem a maiores taxas de emissão de metano pelos animais.

Concentrações elevadas de β-hidroxibutirato no sangue, demonstram proporcionalmente a taxa de mobilização das reservas corporais do animal. Em ruminantes esta mobilização ocorre em momentos em que o animal se encontra em situação de demanda nutricional de glicose e glicogênio mais elevada que suas atividades metabólica e digestiva podem atender. Portanto, valores plasmáticos elevados de β-hidroxibutirato refletem deficiência energética da dieta (CASTRO et al., 2009).

Almeida (2014) verificou em vacas leiteiras submetidas a pastejo intensivo com grama estrela valores inferiores de β-hidroxibutirato, quando comparado a outros

sistemas com qualidade de forragem inferior. Em função da menor mobilização de reservas corporais para a obtenção de energia pelos animais.

A produção de metano por bovinos ocorre no rúmen em consequência da fermentação da matéria orgânica, a queda da eficiência energética da fermentação ruminal acarreta excesso de emissão de CH₄ e perda de energia na forma de cadeia carbônica, em até 12 % segundo Lassey (2007).

O aumento simultâneo na emissão de metano e da concentração sérica do β -hidroxibutirato pode estar relacionada a um processo fermentativo inadequado de menor eficiência, ocasionando uma redução na produção energética ruminal. O aumento das concentrações de acetato leva a maior liberação de H⁺ e CO₂, que são os principais substratos na formação do CH₄. Desta forma, dietas que favoreçam a produção de acetato, tornam-se dietas com maiores potenciais de emissão de metano e menor eficiência energética (GRANDE; SANTOS, 2010).

Foi constatado no presente estudo em análise de regressão polinomial entre as concentrações de β -hidroxibutirato e as taxas de emissão de metano (grama/ vaca/ dia), uma relação inversamente proporcional até o valor de 0,4 mmol/dl do β -hidroxibutirato. A partir desse ponto, os valores de emissão e do β -hidroxibutirato retornam a um estado de crescimento linear com variação no mesmo sentido.

Pedreira et al. (2005) descrevem que a produção de CH₄ varia de acordo com a quantidade e qualidade do alimento ingerido. O fornecimento de alimentos de melhor qualidade diminui a produção de CH₄ por bovinos, em função da melhor utilização de energia dos alimentos.

Portanto, a presença de valores elevados na concentração plasmáticas do β -hidroxibutirato está associado a deficiência energética da dieta. Uma vez que, a emissão de CH₄ está relacionada a um processo fermentativo inadequado, o aumento na concentração sérica do β -hidroxibutirato pode refletir o mal funcionamento e a baixa eficiência do processo fermentativo, assim como o aumento na produção de CH₄.

Garga (2013) avaliando a produção de CH₄, antes e depois da implantação de um programa de balanceamento nutricional da dieta de vacas leiteiras, verificou decréscimo na produção de metano em até 20%. Concluindo desta forma, que o balanceamento nutricional da dieta é capaz de promover diminuição considerável da emissão de CH₄ entérico de ruminantes.

CONCLUSÕES

Os animais alimentando em sistemas intensivo de pastagens, apresentaram níveis de colesterol mais elevados do que animais submetidos a sistema extensivo de produção.

As concentrações séricas do β -hidroxibutirato nos animais influenciam de forma proporcional direta em 25% a emissão de metano por bovinos.

Os valores séricos de β -hidroxibutirato possibilita o monitoramento do status metabólico nutricional do rebanho e a identificação de animais com desequilíbrios nutricionais e que apresentem maiores valores de emissão de CH₄.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante período de realização do mestrado.

Agradeço à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) por disponibilizar o programa de Pós-graduação e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE) por disponibilizar o desenvolvimento do experimento e os dados utilizados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. M. **Desempenho de vacas leiteiras em pastagens de capim Estrela Africana sob doses crescentes de nitrogênio**. 2014. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre – ES.

BAUMAN, D.E.; CURRIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal Dairy Science**, v. 62, p. 1514-1528, 1980.

CASTRO, DÁLIA; RIBEIRO, CARLOS; SIMÕES, JOÃO. Medicina da produção: incidência e distribuição de doenças metabólicas em explorações de bovinos de elevada produção leiteira na Região de Aveiro, Portugal. **PUBVET**. v. 3, n. 2, 2009.

ETHERTON, T.D.; BAUMAN, D.E. Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. **Physiology Reviews**, v. 78, p. 745-761, 1998.

GARGA, M.R.; SHERASIAA, P.L.; BHANDERI, B.M.; PHONDBA, B.T.; SHELKEA, S.K.; MAKKAR, H.P.S. Effects of feeding nutritionally balanced rations on animal productivity, feed conversion efficiency, feed nitrogen use efficiency, rumen microbial protein supply, parasitic load, immunity and enteric methane emissions of milking animals under field conditions. **Animal Feed Science and Technology**, v.179, n. 1-4, p. 24–35, 2013

GONZÁLEZ, F. H. D., SILVA, S. C da. Bioquímica clínica dos glicídeos. In: _____. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. cap. 5, p.153-210

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R. **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS. 2003. p. 73-89.

GRANDE, A. P.; SANTOS, G. T. O. **Uso do perfil metabólico na nutrição de vacas leiteiras**. Disponível em: <http://www.universidadedoleite.com.br/imagens/uploads/files/perfil_metabolico_vacas_leiteiras.pdf> Acesso em: 12 de março de 2015.

HARTMANN, P.E.; SHERRIFF, J.L.; MITOULAS, L. R. Homeostatic mechanism that regulate lactation during energetic stress. **Journal Nutrition**, v. 128, 394-399, 1998.

LASSEY, K. R. Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. **Agriculture and Forest Meteorology**. v.142, n.2, p.120–132, 2007

LIMA, M. A. de. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. v.19, n. 3, p.451-472, 2002

RIBEIRO, C.; CASTRO, D.; SIMÕES, J. Herd health management: negative energy balance (NEB) evaluation in dairy cattle. **Revista Eletrônica Veterinária**, v.10, n.4,

2009. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
<http://revista.veterinaria.org>>. Acesso: 02 de março de 2015. -

RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em dietas de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. p.141-169, 1998.

SILVA, T. P. D.; MARQUES, C.A.T.; TERREÃO, J. N. C.; ARAÚJO, M. J.; BEZERRA, L. R.; PEREIRA, A. M. Adaptações fisiológicas no período de transição em ruminantes domésticos. **Medicina Veterinária**. v.7, n.2, p.32-44, 2013.

PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T.; PRIMAVESI, O. Aspectos relacionados com a emissão de metano de origem ruminal em sistemas de produção de bovinos. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 3, p. 24-32, 2005.