

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

**CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DA PASTAGEM NATIVA DA CAATINGA E
EFEITOS DE ADITIVOS SOBRE O CONSUMO, EMISSÃO DE METANO E
DESEMPENHO DE OVINOS**

HÉLIO HENRIQUE ARAÚJO COSTA

Belo Horizonte, MG

2016

HÉLIO HENRIQUE ARAÚJO COSTA

**CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DA PASTAGEM NATIVA DA CAATINGA E
EFEITOS DE ADITIVOS SOBRE O CONSUMO, EMISSÃO DE METANO E
DESEMPENHO DE OVINOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para Obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal

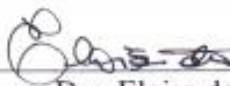
Orientadora: Dra. Eloisa de Oliveira Simões Saliba

Co-Orientador: Dr. Norberto Mario Rodriguez

Belo Horizonte, MG

2016

TESE defendida e aprovada em 23/02/2016 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:



Dra. Eloisa de Oliveira Simões Saliba

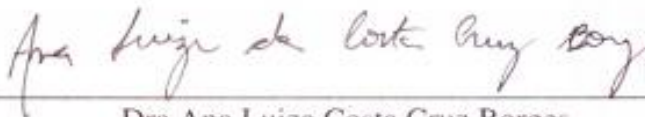
Universidade Federal de Minas Gerais

Orientador



Dra. Angela Maria Quintão Lana

Universidade Federal de Minas Gerais



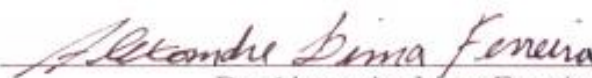
Dra. Ana Luiza Costa Cruz Borges

Universidade Federal de Minas Gerais



Dr. Geraldo Sérgio Senra Carneiro Barbosa

Universidade Federal de Viçosa



Dr. Alexandre Lima Ferreira

Embrapa Gado de Leite

A Deus por sua infinita bondade de
me propiciar a dádiva da vida,
meus pais e familiares...

Dedico

AGRADECIMENTOS

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento do projeto, e concessão da Bolsa de Estudos.

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa para o período de estágio sanduíche no exterior.

Embrapa Caprinos e Ovinos pela disponibilidade da área experimental e laboratórios para execução desta pesquisa.

A minha Mãe (Orlene) pelo estímulo e acreditar nessa caminhada, pelo exemplo de vida e seu amor, carinho, amizade e amor incondicional.

Ao meu Pai (João) pela compreensão das decisões e caminhos que escolhi, pelos seus ensinamentos e experiências repassadas.

A minha irmã Erika Costa, e nossa pequena Lara, pela amizade e amor e atenção que sempre teve comigo.

A minha namorada Aline Landim pelo seu amor, carinho, amizade, companheirismo, conselhos, força e paciência durante esses anos para que pudéssemos realizar essa conquista. Muito Obrigado por tudo!

Professora Eloisa Saliba, por toda confiança nessa caminhada, amizade, disponibilidade e atenção ao longo desses anos, e por seu exemplo de humildade e generosidade! Obrigado!

Aos Pesquisadores Diego Galvani e Marco Bomfim por viabilizarem a condição de execução desta pesquisa em sua unidade, além de dois grandes amigos que conquistei durante essa jornada.

Professor Iran Borges pelos conselhos profissionais e pessoais sempre sinceros na hora certa, amizade e toda atenção, e que seu dom da palavra continue durante toda sua missão como Mestre, Obrigado!

Professoras Ana Luiza e Angela Lana pela participação na banca de avaliação e suas sugestões para melhorias nas discussões desta pesquisa.

Professor Geraldo Senra, e Alexandre Ferreira pela participação e sugestões na tese.

Aos Professores da EV-UFMG que contribuíram para minha formação.

Aos amigos de República e Pós-graduação, Alexandre (Xandyzoo), Alexandre Lima, Vandenberg, Gustavinho, André Negão, Fredson, Rafael Dantas, Dodô e Luigi.

Ao amigo Carlos Mikael por toda ajuda durante o experimento, serei sempre grato!

Aos amigos Filipe e Cecília sempre disponíveis a ajudar e pela ótima convivência.

Ao Humberto Memória e Fazenda Lagoa Seca pela ajuda na aquisição dos animais.

A todos os funcionários da Embrapa Caprinos e Ovinos, agradecimento especial para o Sr. Chiquinho, Fábio Pinheiro, Orlando, Alex, Eduardo, Sr. Edilson Almeida, Lisiane Dorneles, Liduína, Márcio, "Louro" Balbino.

Aos estudantes da Universidade Estadual Vale do Acaraú Adaílton, Yara, Luíza, Thaís, Tibéryo, e João pela ajuda nos procedimentos do abate e avaliações de carcaça dos animais.

Frigorífico Boi & Cia por disponibilizar suas instalações para o resfriamento das carcaças.

A Professora Ana Sancha por disponibilizar o laboratório de TPOA.

Aos integrantes do GIL e NEPPER pela boa convivência e experiências repassadas.

Faciola's Lab Team, Antonio Faciola, Pedro Benedeti, Lorryny, Eduardo, Teshome, Lays, Paloma, Hugo, Bia, Jéssica e Gustavo, que fizeram meus dias melhores no período sanduíche na University of Nevada, em Reno.

A todos que contribuíram de forma direta e indireta para que fosse possível a realização desta pesquisa.

Obrigado!

SUMÁRIO	Pág.
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO GERAL	14
DESENVOLVIMENTO.....	16
REVISÃO DE LITERATURA	16
1. CAPÍTULO 1	16
1.1. Metano, ambiente e produção animal	16
1.1.1. Fermentação entérica e produção de CH ₄	17
1.1.2. Técnicas de mensuração de CH ₄	18
1.1.2.1. Respirometria.....	18
1.1.2.2. Técnica do gás traçador SF ₆	19
1.1.2.3. Técnica de produção de gases <i>in vitro</i>	20
1.1.3. Estratégias para redução da produção de CH ₄ por ruminantes	21
1.1.4. Alternativas relacionadas a ações no animal	22
1.1.4.1. Produtividade dos animais	22
1.1.4.2. Seleção genética de animais para diminuição das emissões de CH ₄	23
1.1.5. Alternativas relacionadas à manipulação dietéticas.....	24
1.1.5.1. Suplementação	24
1.1.5.2. Espécies forrageiras e aspectos qualitativos	24
1.1.6. Compostos secundários.....	25
1.1.6.1. Saponinas	25
1.1.6.2. Taninos.....	26
1.1.6.3. Óleos essenciais	26
1.1.7. Minerais	27
1.1.7.1. Zinco	27
1.1.8. Aumento no consumo e eficiência alimentar.....	28
1.1.9. Desempenho animal.....	29
1.2. Aspectos sobre a Caatinga	31
1.2.1. Classificação, caracterização botânica e sítios ecológicos	31
1.2.2. Metodologias para identificação do consumo quali-quantitativo por ovinos	32
LITERATURA CITADA	35
CAPÍTULO 2	42
2. EFEITO DE ADITIVOS EM OVINOS EM PASTAGEM NATIVA DA CAATINGA NO PERÍODO CHUVOSO: I. CONSUMO TOTAL E DIFERENCIADO, DIGESTIBILIDADE.....	42
RESUMO	42
ABSTRACT	43
2.1. INTRODUÇÃO	45
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	47
2.2.1. Declaração de ética no uso de animais	47
2.2.2. Local e caracterização da área experimental	47
2.2.3. Tratamentos e animais experimentais.....	48
2.2.4. Mensurações da frequência das espécies e disponibilidade de forragem	49
2.2.5. Determinação do consumo total e diferenciado, e da digestibilidade.....	50

2.2.6. Análises químicas	53
2.2.7. Procedimentos de análise estatística	54
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
2.4. CONCLUSÕES	67
LITERATURA CITADA	68
CAPÍTULO 3	72
3. EFEITO DE ADITIVOS EM OVINOS EM PASTAGEM NATIVA DA CAATINGA NO PERÍODO CHUVOSO: II. EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO	72
RESUMO	72
ABSTRACT	73
3.1. INTRODUÇÃO	74
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	75
3.2.1. Declaração de ética no uso de animais	75
3.2.2. Local e caracterização da área experimental	75
3.2.3. Tratamentos e animais experimentais	75
3.2.4. Mensurações da frequência das espécies e disponibilidade de forragem	76
3.2.5. Determinação do consumo de nutrientes e amostragens do pasto	77
3.2.6. Determinação da emissão de metano entérico	79
3.2.7. Análises químicas	80
3.2.8. Procedimentos de análise estatística	80
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
3.4. CONCLUSÕES	86
LITERATURA CITADA	87
CAPÍTULO 4	90
4. EFEITO DE ADITIVOS EM OVINOS EM PASTAGEM NATIVA DA CAATINGA NO PERÍODO CHUVOSO: III. DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA	90
RESUMÓ	90
ABSTRACT	91
4.1. INTRODUÇÃO	92
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	93
4.2.1. Declaração de ética no uso de animais	93
4.2.2. Local e caracterização da área experimental	93
4.2.3. Tratamentos e animais experimentais	93
4.2.4. Amostragem e qualidade do pasto	94
4.2.5. Análises químicas do pasto	96
4.2.6. Desempenho e características da carcaça e da carne	96
4.2.7. Avaliações quantitativas e qualitativas da carne	97
4.2.8. Procedimentos estatísticos	97
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
4.4. CONCLUSÕES	104
LITERATURA CITADA	105
CONSIDERAÇÕES FINAIS	108

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2		Pág.
Tabela 1. Composição bromatológica das espécies potencialmente forrageiras da pastagem na área experimental.....	52	
Tabela 2. Disponibilidade do estrato herbáceo, expresso em MS, e composição florística da pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso	55	
Tabela 3. Frequência das principais espécies herbáceas potencialmente forrageiras em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso.....	56	
Tabela 4. Composição da extrusa ruminal [†] coletada em ovinos, obtidas em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso.....	57	
Tabela 5. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso no consumo de nutrientes.....	58	
Tabela 6. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso no consumo das frações fibrosas.....	61	
Tabela 7. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso na digestibilidade de nutrientes	62	
Tabela 8. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso sobre o consumo diferenciado.....	64	
CAPÍTULO 3		Pág.
Tabela 1. Disponibilidade do estrato herbáceo, expresso em MS, e composição florística da pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso	77	
Tabela 2. Composição da extrusa ruminal [†] coletada em ovinos, obtidas em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso.....	78	
Tabela 3. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso na emissão de CH ₄	82	
Tabela 4. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso na emissão de CH ₄ em função de parâmetros de produção.....	85	
CAPÍTULO 4		Pág.
Tabela 1. Composição da extrusa ruminal [†] coletada em ovinos, obtidas em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso.....	95	
Tabela 2. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso no desempenho e características de carcaça.....	99	
Tabela 3. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso nos cortes comerciais e seus rendimentos	100	
Tabela 4. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso na morfometria da carcaça	101	
Tabela 5. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso nos componentes não carcaças.....	102	
Tabela 6. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso nas características da carne	103	

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

	Pág.
Figura 1. Visão por satélite da área experimental (Fonte: Google Earth)	47
Figura 2. Precipitação semanal, mensal (Março/Junho, 2014) e anual de 2013, 2014 e 2015	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOL: área de olho de lombo
CCEL: consumo de celulose
CF: carcaça fria
CFDA: consumo de fibra em detergente ácido
CFDN: consumo de fibra em detergente neutro
CH₄: metano
CMO: consumo de matéria orgânica
CPB: consumo de proteína bruta
DIVMO: digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica
EPM: erro padrão da média
FDA: fibra em detergente ácido
FDN: fibra em detergente neutro
GPMD: ganho de peso médio diário
GPP: ganho de peso no período
LIPE[®]: lignina purificada e enriquecida
LDA: Lignina em detergente ácido
LK: lignina Klason
MO: matéria orgânica
MS: matéria seca
NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro
PB: proteína bruta
PCF: peso da carcaça fria
PCQ: peso da carcaça quente
PG: propilenoglicol
ppm: partes milhão⁻¹ volume⁻¹
ppt: partes trilhão⁻¹ volume⁻¹
PV: peso vivo
S-CT: sal controle
SF₆: hexafluoreto de enxofre
S-PG: adição de propilenoglicol
S-Zn: adição de zinco
kgPV^{0,75}: quilos de peso por unidade de tamanho metabólico
Zn: zinco
ZnSO₄.H₂O: Sulfato de zinco heptahidratado

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso sobre o consumo, emissão de metano, desempenho e nas características de carcaça. Os tratamentos foram compostos por aditivos, a saber: ausência de aditivo, controle (S-CT), adição de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (S-Zn), com disponibilidade de 22,5% de Zn adicionado no sal mineral para ovinos (com composição, Ca = 82,0 g, Co = 30,0 mg, Cu = 350 mg, Cr = 11,7 mg, S = 11,7 g, P = 60,0 g, I = 50,0 mg, Mn = 1200 mg, Mo = 180 mg, Se = 15 mg, Na = 132 g e Zn = 2600 mg, por kg de produto), e adição de propilenoglicol (PG; S-PG). As avaliações de consumo e mensuração da emissão de CH_4 foram realizadas em quatro períodos (meses de Março, Abril, Maio, Junho/2014) na estação chuvosa. Vinte e quatro ovinos, mestiços Santa Inês, machos, inteiros, peso inicial, $19,3 \pm 2,52$ kg, e com quatro meses de idade, sendo oito repetições por tratamento, foram usados em delineamento inteiramente casualizado. Não houve efeito dos aditivos na suplementação mineral e, interação aditivo x período para os consumos ($P > 0,05$). Entre os períodos, o CMO foi em média 23,9% superior no mês de março comparado a junho. Para CPB houve decréscimo no consumo mensalmente ($P < 0,05$). O consumo das frações fibrosas foi maior no mês de março ($P < 0,05$). Houve maior emissão $g CH_4 \text{ dia}^{-1}$ para S-PG comparado a S-CT e S-Zn ($P < 0,05$). Nos períodos, houve maior CMO e CFDN em março, e maior emissão $g CH_4 \text{ dia}^{-1}$ no mês de maio comparado a junho, assim como, para emissão de CH_4 em $g MO^{-1}$ ingerida ($g \text{ dia}^{-1}$ e $g \text{ kgPV}^{0,751}$; $P < 0,05$). Os aditivos não afetaram o desempenho, parâmetros de carcaça, e cortes comerciais da carcaça ($P > 0,05$). Não houve efeito dos aditivos para características organolépticas e aspectos físico-químicos da carne ($P > 0,05$). O fornecimento dos aditivos Zn e PG não propicia incremento no consumo de nutrientes por ovinos em pastagem nativa da Caatinga. A pastagem nativa da Caatinga apresenta biomassa com elevados teores de proteína e matéria orgânica digestível no período chuvoso. No entanto, há diminuição do consumo por ovinos devido ao declínio da qualidade, principalmente da matéria orgânica digestível e, na disponibilidade do pasto, que foi afetada pela estiagem nos últimos meses. A técnica do duplo indicador LIPE[®] e LK, no modelo proposto propicia adequada estimativa do consumo diferenciado. Os resultados deste estudo sugerem que os aditivos não apresentam efeito benéfico para mitigar a emissão de CH_4 por ovinos. As emissões de CH_4 por ovinos terminados em pastagem nativa da Caatinga sofrem alterações no período chuvoso devido a flutuações da disponibilidade e qualidade da

biomassa do pasto. Os aditivos, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ como fonte de Zn dietético e o PG não propiciam melhorias no desempenho e nas características de carcaça e da carne de ovinos terminados em pastagem nativa da Caatinga, durante o período chuvoso.

Palavras-chave: CH_4 , LIPE[®], pasto nativo, propilenoglicol, semiárido, zinco.

ABSTRACT

The aim was to evaluate the effect of additives at sheep in native pasture of Caatinga in the wet season on the intake, methane emission, performance and carcass characteristics. The treatments were composed by additives, to know: without additive, control; S-CT, addition of the $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ and availability of 22.5% of Zn (S-Zn) added on mineral salt (with composition, Ca = 82.0 g, Co = 30.0 mg, Cu = 350 mg, Cr = 11.7 mg, S = 11.7 g, P = 60.0 g, I = 50.0 mg, Mn = 1200 mg, Mo = 180 mg, Se = 15 mg, Na = 132 g e Zn = 2600 mg, by kg of product) and addition of propylene glycol (PG; S-PG). Evaluation of consumptions and measurement of the methane enteric emissions in four periods (months, March, April, May, June/2014) on the rainfall season, were carried. Twenty-four sheep, crossbreed Santa Ines, males, weight initial 19.3 ± 2.52 kg, 4-mo old, being 8-replications by treatments, assigned in a randomized design, were used. There was no effect of the additives, and additive x period interaction for the consumptions ($P > 0.05$). Between periods, the OM intake was in average 23.9% higher in March compared to June. For CP intake there was a decrease in consumption, month to month ($P < 0.05$). The intake of fibrous fractions in the periods was higher in March ($P < 0.05$). There was a higher CH_4 emission $g d^{-1}$ to S-PG compared to S-CT and S Zn ($P < 0.05$). In the periods, there was higher OMI and NDFI in March, and higher CH_4 emission $g day^{-1}$ in the month of May compared to June, well as, CH_4 emission in $g OM^{-1}$ ingested ($g day^{-1}$ and $g kgLW^{0.75} d^{-1}$; $P < 0.05$). The additives did not affect the performance, and the parameters of carcass and cuts commercials ($P > 0.05$). There was not effects of the additives for organoleptic traits, and aspects physic-chemical of the meat ($P > 0.05$). The supply of the additives Zn and PG, does not provide increase on nutrient's intake by sheep in Caatinga native pasture. The Caatinga native pasture presents biomass with high contents of crude protein and organic matter digestible, on rainfall season. However, there is a decrease of the intake by the sheep, due the decline of the quality, mainly of digestible organic matter and, in

the availability of the pasture, which was affected by drought in the last months. The technique of the double-marker, LIPE® and lignin Klason on the model proposed provides adequate estimates of the intake differentiated. The results of this study suggest that the additives do not show a beneficial effect to mitigate the CH₄ emission by sheep. The CH₄ emissions by sheep finished in native pasture of the Caatinga are affected by the rainfall season due to the fluctuations, in both, availability and in quality of the pasture. The additives, ZnSO₄·7H₂O, like source of dietetic zinc and the PG do not provide improvement on performance and in the meat and carcass characteristics of sheep finished in native pasture of Caatinga.

Keywords: CH₄, LIPE®, native pasture, propylene glycol, semiarid, zinc

INTRODUÇÃO GERAL

A disponibilidade de alimentos destinados à alimentação de pequenos ruminantes em regiões semiáridas é caracterizada na maioria dos sistemas de produção, pela sazonalidade na produção de forragens ao longo do ano. No bioma Caatinga, a oferta de forragem é afetada pelas estações chuvosa e seca. No período chuvoso, o alimento disponível é abundante e de elevada qualidade nutritiva. No período seco, ambos, disponibilidade e qualidade, apresentam perdas acentuadas, em virtude do aumento da fração fibrosa e lignificação da parede celular, com redução no teor de proteína. Contudo, estratégias de manipulação das pastagens, e.g. raleamento e rebaixamento, elevam à produção de forragem do estrato herbáceo implicando em melhorias no aproveitamento do pasto pelo animal.

Para conhecimento da contribuição das pastagens nativas para alimentação de pequenos ruminantes faz-se necessário à utilização de ferramentas que propiciem gerar informações da composição botânica ingerida e das espécies de maior predileção em condições de pastagens nativas. Portanto, o entendimento do hábito de pastejo, aliado a metodologias para quantificar a composição botânica em áreas heterogêneas de espécies forrageiras, podem indicar a contribuição real dessas espécies na fração dietética dos animais. Isto permite realizar ajustes na taxa de lotação, indicações de espécie animal a ser utilizada na área, e no atendimento das exigências nutricionais, com suplementações estratégicas, propiciando maior produtividade nos sistemas pecuários e eficiência de uso dos recursos naturais de forma sustentável.

Nesse sentido, vários estudos foram realizados apontando alternativas para determinar o consumo de forma mais detalhada e menos invasiva por ruminantes em pastagens. O uso de indicadores, e.g. os *n-alcanos*, e, estudos realizados na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (Rodriguez et al., 2006; Silva, 2007; Saliba e Rodriguez, 2009; Saliba et al., 2015), têm visado validar o uso da lignina purificada e enriquecida (LIPE[®]) e sugerindo em conjunto à lignina Klason para estimativas do consumo diferenciado.

Ressalte-se ainda, que a terminação de pequenos ruminantes mesmo em condições de menores níveis de suplementação pode proporcionar produção de carne de forma eficiente em termos de aproveitamento dos nutrientes dietéticos. Nesse contexto, também em situações elevada disponibilidade de pasto, pode haver ineficiência do uso de energia pelos ruminantes através da emissão de metano entérico.

Dessa forma, o uso de suplementações, principalmente, energética, e.g. propilenoglicol e minerais, e.g. zinco, podem melhorar o aproveitamento dos constituintes dietéticos e elevar a produção por animal e por área, com benefícios econômicos para os sistemas pecuários, e, por sua vez, reduzindo as emissões de metano. Objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o efeito de aditivos na suplementação de ovinos nos diferentes meses do período chuvoso sobre o consumo, emissão de metano, desempenho e características da carcaça e da carne.

DESENVOLVIMENTO

REVISÃO DE LITERATURA

1. CAPÍTULO 1

1.1. Metano, ambiente e produção animal

O setor pecuário no mundo passa por transformações impulsionadas pela elevada demanda por carne e leite. Estimativas sugerem que a demanda poderá dobrar nas próximas duas décadas nos países em desenvolvimento (Makkar e Vercoe, 2007). As atividades agropecuárias apresentam-se como as principais emissoras, diretas e indiretas, de gases de efeito estufa (GEE) por diversos processos, tais como: fermentação entérica nos herbívoros ruminantes, produção de dejetos de animais, preparo convencional do solo, cultivo de arroz inundado, queima de resíduos agrícolas, além do uso de fertilizantes nitrogenados, queima de combustíveis fósseis, produção e transporte de produtos agrícolas e utilização de insumos.

A pecuária mundial desponta como um dos setores de maior produção de GEE (dióxido de carbono - CO₂, CH₄ e óxido nitroso - N₂O). Estima-se que o setor pecuário produz 7,1 Gt de equivalente dióxido de carbono (CO₂-eq) ou 18% do total de emissões globais de GEE de origem antropogênica (Steinfeld et al., 2006). Entre os animais, a produção de CH₄ é maior em ruminantes, com microrganismos metanogênicos capazes de produzir CH₄ através do processo normal da digestão dos alimentos. O CH₄, oriundo da fermentação entérica em ruminantes contribui com 22% (70 a 100 milhões de toneladas/ano) destes gases. Contudo, os ruminantes apresentam um importante papel em humanos na produção de alimentos, convertendo material de plantas não aproveitados por humanos a produtos de alta qualidade nutricional, e.g., leite e carne. As várias ações, além de algumas mudanças nas pesquisas visam obter práticas de mitigar a emissão CH₄, sem comprometer a eficiência de utilização de alimentos vegetais por ruminantes na conversão de alimentos destinados a alimentação de humanos.

A produção de CH₄ por ruminantes é um resultado natural e inevitável da fermentação ruminal. Pesquisas vêm avançando no sentido de reduzir as emissões de CH₄, uma vez que, permitiria uma maior retenção de energia pelos animais, energia esta que pode ser utilizada para elevar a produção de alimentos de forma mais eficiente. Além disso, a produção de CH₄

tem relação direta com a eficiência da fermentação ruminal. Devido à perda de carbono, essas perdas energéticas podem corresponder de 6-8% da energia bruta da dieta ingerida, implicando em menor desempenho animal (Cotton e Pielke, 1995; Hook et al., 2010).

1.1.1. Fermentação entérica e produção de CH₄

A eructação é a principal via de eliminação dos gases produzidos no processo de fermentação ruminal. O CH₄ produzido no rúmen e no intestino grosso do animal é formado por microrganismos pertencentes ao grupo *Archaea*, conhecidas coletivamente como metanogênicas.

Aproximadamente 28 gêneros e 113 espécies de metanogênicas estão presentes na natureza, no entanto, somente sete dessas espécies têm sido comumente desenvolvidas no rúmen. Essas são *Methanobacterium formicicum*, *Methanobacterium bryantii*, *Methanobrevibacter ruminantium*, *Methanobrevibacter millerae*, *Methanobrevibacter olleyae*, *Methanomicrobium mobile*, e *Methanoculleus olentangyi*. A *Methanosarcina* spp tem sido também, isoladas através de culturas do ambiente ruminal, mas normalmente não representa maioria da comunidade *Archaea*.

Nesse contexto, o CH₄ é produzido por dois tipos de metanogênicas. Estudos baseados em análise molecular revelaram que os membros da família *Methanobacteriaceae* (onde incluem as *Methanobrevibacter* spp., *Methanobacterium* spp. e *Methanosphaera* spp.) são espécies dominantes (30-90%) do grupo das *Archaea* no rúmen (McAllister et al. 1996; Janssen e Kirs, 2008). Destacam-se também as bactérias de crescimento lento (tempo de geração cerca de 130 horas) que produzem CH₄ a partir do acetato. Por outro, lado, as metanogênicas de crescimento rápido (tempo de geração 4-12 horas), utilizam o hidrogênio (H₂) que é reduzido com o CO₂, sendo responsáveis pela principal via da metanogênese no rúmen, pois, a retenção ruminal também é curta para permitir o estabelecimento das espécies de crescimento lento (Patra, 2012).

A produção de CH₄ diminui a concentração de H₂ no rúmen. Cada molécula de CO₂ reduzida capta quatro moléculas de H₂, propiciando crescimento de outras espécies bacterianas e maior eficiência na fermentação. Além disso, a emissão de CH₄ do rúmen representa perdas de energia dietética, que poderiam ser potencialmente usadas para produção

de leite e carne, e depende, por exemplo, do tipo de dieta, nível de alimentação e característica do animal, como tamanho, idade e espécie (Eckard et al., 2010, Abdalla et al., 2012).

1.1.2. Técnicas de mensuração de CH₄

O entendimento sobre a precisão e as limitações das técnicas de mensuração de CH₄ faz-se importante para examinar e traçar práticas de mitigações eficazes. Ao longo dos últimos 100 anos, vários métodos têm sido desenvolvidos com a finalidade de medir e estimar as emissões de CH₄ dos ruminantes. Estes métodos apresentam vários escopos de aplicação com vantagens e desvantagens. Destacam-se alguns fatores limitantes, como orçamentária, e aplicação somente para tipos de experimentações específicas (a pasto ou confinamento), além de limitações quanto ao número de animais. Estes aspectos podem afetar as mensurações e interpretações dos resultados obtidos (Storm et al., 2012).

1.1.2.1. Respirometria

Entre os principais métodos para mensurar a produção de CH₄ destaca-se as câmaras respirométricas, que é o método *in vivo* referência para quantificar a produção de CH₄ entérico, onde os animais são alocados e os gases emitidos são coletados, sendo adotado pelos principais grupos de pesquisa no mundo (Rodriguez et al., 2007). Os sistemas de câmaras podem ser usados para avaliações de praticamente todos os aspectos nutricionais, e essa técnica apresenta resultados obtidos dia-a-dia com o coeficiente de variação podendo ser inferior a 10%, mas esta variação é dependente, por exemplo, do nível de alimentação. O desenho e a montagem adequada das câmaras podem implicar em diminuição dos riscos de interferência de redução do nível de ingestão (Storm et al., 2012).

Por mensurar com precisão a emissão total de CH₄ entérico (respiração, eructação e ejeção retal), a respirometria é utilizada como padrão para validar e desenvolver fatores de correção para outras técnicas *in vivo* (Machado et al., 2011). Desta forma, não há dúvidas que este sistema resulta em mensurações quantitativas de emissões de CH₄ com baixas interferências. Entretanto, a necessidade de grande investimento para implantação da estrutura física, equipamentos e mão-de-obra, a restrição à movimentação dos animais e a limitação do

sistema quanto à capacidade do número de animais usados experimentalmente, são apontados como principais desvantagens (Johnson et al., 1994; Machado et al. 2011).

1.1.2.2. Técnica do gás traçador SF₆

A técnica do gás traçador SF₆ tem sido utilizada, principalmente, para mensurar a emissão de CH₄ em animais sob pastejo (Johnson et al., 1994; Woodward et al., 2006). A técnica consiste na utilização de cápsula de permeação contendo SF₆, com taxa de liberação conhecida inserida no rúmen do animal. O ar expirado pelo animal é captado através de um tubo capilar conectado a um compartimento submetido à pressão negativa, e armazenado.

As concentrações de CH₄ e SF₆ são determinadas por cromatografia gasosa. A partir da taxa conhecida de liberação do SF₆ no rúmen e das concentrações de CH₄ e SF₆ nas amostras de gás medidas, pode ser calculado o fluxo de CH₄ liberado pelo animal, tendo como vantagem não ser necessário à contenção do animal, permitindo que este se mova e pasteje.

Entretanto, esta técnica tem sido criticada pela maior variabilidade nas mensurações de CH₄ em relação às outras técnicas estabelecidas para mensurar a produção de CH₄, e.g., câmaras respirométricas. Essas variações inerentes à técnica do gás traçador SF₆ decorrem: extrapolação e o adequado desempenho da permeação do tubo, variações na eficiência de coleta de respiração durante todo período estabelecido (importância maior, caso ocorra também variação na produção de CH₄).

Além disso, outros fatores, incluindo a taxa de permeação, a retenção do traçador no trato digestivo e o diferente comportamento dos gases traçador *versus* traçado também podem afetar as mensurações de CH₄ com a técnica do SF₆ (Pinares-Patino e Clark, 2008; Lassey et al, 2011).

McGinn et al. (2006) e Clark (2010), por exemplo, encontraram correlação significativa em grupos de animais em que foram mensurados a emissão de CH₄ utilizando-se dos métodos SF₆ e câmara respirométrica, contudo, a variabilidade foi maior com a técnica do SF₆ (Clark, 2010). A correlação entre valores de emissão obtidos a partir de animais individualmente e a repetibilidade nas taxas estimadas também foi baixa para o método de SF₆ (Clark, 2010).

Mensurações em bovinos de corte e ovinos indicaram que as estimativas da produção de CH₄ pela técnica do gás traçador SF₆ correspondeu a 93-95% daquela mensurada em câmaras respirométricas (Johnson et al., 1994; McGinn et al., 2006). Aspectos relativos às alterações

do comportamento ingestivo do animal decorrentes do uso dos aparatos de coleta, e perdas de dados da proporção do CH₄ expelido via reto (não detectado pela técnica), podem ser responsáveis por esses menores valores determinados pela técnica do gás traçador SF₆ (Lassey, 2007).

Grainger et al. (2007) compararam as emissões de CH₄ por vacas leiteiras medidas pelas técnicas SF₆ e câmara respirométrica e observaram paridade entre os valores obtidos 331 e 322 g vaca⁻¹ dia⁻¹ de CH₄, respectivamente. Conforme os autores, considerando-se as mensurações nos animais e os diferentes dias de coletas de CH₄, foram obtidos maiores variações pela técnica do gás SF₆, com coeficientes de variação de 6,10 a 19,6%, comparados à câmara respirométrica, com coeficiente de variação de 4,30 a 17,8%.

1.1.2.3. Técnica de produção de gases *in vitro*

As emissões de CH₄ podem ser mensuradas, utilizando-se metodologias *in vivo* e *in vitro*. O uso e manutenção de animais experimentais representam custos elevados. Conseqüentemente, os métodos *in vitro* apresentam-se como opção inicial para a avaliação de estratégias de redução ou inibição da produção de CH₄ (Machado et al., 2011).

Destaca-se o uso da técnica de produção de gás *in vitro*, como ferramenta para predição da produção de CH₄ ruminal *in vivo*. Nesse tocante, o sistema de produção de gás *in vitro* tem sido modificado para mensurações de CH₄ (Pellikaan et al., 2011; Navarro-Villa et al, 2011), mas com desvantagens que são inerentes as técnicas *in vitro*.

A viabilidade da técnica pode ser destacada por propiciar uma alternativa para avaliações preliminares de vários alimentos com suas infinitas combinações entre as diferentes classes de alimentos e aditivos. Podem ser realizadas avaliações do potencial de dietas antes de experimentações *in vivo* e posteriormente à utilização destas nos sistemas de produção (Makkar e Vercoe, 2007; Machado et al. 2011).

A técnica de gás *in vitro* possibilita ainda, estimar a potencialidade nutritiva em termos de degradação da matéria seca e orgânica, além do conhecimento dos produtos finais produzidos durante os processos fermentativos, diretamente, através da produção de gases (CH₄ e CO₂), que poderão ser emitidos pelos ruminantes, ou indiretamente, através dos AGV's. Todos estes aspectos apresentam-se como as principais vantagens da técnica de produção de gás *in vitro* (Guimarães Júnior et al., 2008).

Nesse contexto, o ambiente físico, químico e microbiológico pode ter melhor controle, mantendo-se constante entre as repetições *in vitro*, quando comparado com animais avaliados individualmente em câmaras ou pela técnica do SF₆. No entanto, este método simula unicamente a fermentação ruminal, e nas estimativas da medição de CH₄, não são considerados aspectos físicos importantes, como a taxa de passagem da digesta ou a forma física da ração (Storm et al., 2012), sendo essas características indicadas como as principais desvantagens da técnica.

1.1.3. Estratégias para redução da produção de CH₄ por ruminantes

As indicações para redução das emissões de CH₄ pela pecuária estão ligadas à melhoria da dieta que podem ser embasadas na melhoria e recuperação das pastagens, bem suplementações com concentrado e/ou aditivos que impliquem em melhorias dos processos fermentativos. Além disso, o melhoramento genético, e.g., animais selecionados a ambientes com melhores ofertas de alimentos, bem como, outras medidas que melhorem a eficiência produtiva que possam reduzir o impacto ambiental nos sistemas de produção (Pedreira e Primavesi, 2011). A estratégia de mitigação deve possibilitar aumento rentável da produção de leite e/ou carne. Destaca-se ainda, a maximização do uso de energia alimentar para promover redução persistente da emissão de CH₄ entérico (Grainger et al., 2010, Hristov et al., 2013), ou seja, uso de aditivos e suplementações que favoreçam alterações nas vias de fermentação, sem que estes apresentem-se ineficazes ao longo dos ciclos produtivos em decorrência de processos adaptativos dos microrganismos a esse tipo de estratégia.

Várias possibilidades para redução das emissões de CH₄, principalmente, em animais em pastejo têm sido sugerida. Destas, incluem redução do número de animais improdutivos, aumento da produtividade animal⁻¹ área⁻¹, melhoramento genético, aditivos alimentares antimetanogênicos, imunização, manipulação do ecossistema microbiano contido no rúmen e manipulação no manejo agropecuário (O'Hara et al., 2003). A pecuária contribui com parcela significativa na emissão de GEE, e as abordagens devem ser acompanhadas com cuidado, apresentando-se dados que mostrem a importância deste setor para sociedade.

1.1.4. Alternativas relacionadas a ações no animal

1.1.4.1. Produtividade dos animais

O abate de animais não produtivos e/ou de baixa produção é, muitas vezes, defendido nos países nos países desenvolvidos como forma de reduzir a emissão de CH₄ (Patra, 2012). Por outro lado, os animais mais produtivos são mantidos nos rebanhos, e, mesmo elevando-se a produção total de CH₄, quando expressa por unidade de produto produzido, essas emissões são diminuídas. Estas situações podem ser importantes para suprirem a crescente demanda de produtos de origem animal nos próximos anos, ao mesmo tempo, reduzir o impacto das emissões. A produção de CH₄ é diretamente proporcional ao número de animais.

O manejo adequado nos sistema de produção da pecuária, particularmente, inseridos nos países em desenvolvimento, como redução de problemas sanitários e reprodutivos, pode mitigar a emissão de CH₄ em um rebanho para cada unidade de produção (Barioni et al., 2007; Eckard et al. 2010). Estimativas realizadas por Barioni et al. (2007) demonstraram que, o aumento da taxa de natalidade de 55 para 68%, a redução na idade de abate de 36 para 28 meses e ainda a diminuição na mortalidade até um ano de sete para 4,5%, permitiria que em 2025 as emissões de CH₄ em relação ao equivalente carcaça produzido, fossem reduzidas em 18%. Isso seria possível mesmo com incremento estimado em 25,4% na produção de carne.

Portanto, o aumento na produtividade dos animais, podem também diminuir as emissões de CH₄, pois ações visando melhoria na eficiência do sistema de produção reduz proporcionalmente a emissão de CH₄, uma vez que, mais produtos (carne, leite, lã e outros) serão produzidos em relação aos recursos utilizados (Guimarães Júnior et al., 2010). Neste contexto, várias opções podem ser utilizadas para atingir melhores índices produtivos como suplementações proteicas e energéticas, notadamente, quando há forragens de baixa qualidade, além do uso de aditivos, ionóforos, somatotropina bovina e adequações nas formulações das dietas (Moss et al., 2000).

Outro aspecto relevante, principalmente, nos rebanhos dos países em desenvolvimento, é a não expressão do potencial genético dos animais, devido à nutrição inapropriada. Nesse contexto, a adequação das práticas de alimentação, reduzem substancialmente às emissões de CH₄. O uso de tecnologias comprovadas e economicamente viáveis propicia mitigar a produção de CH₄, além de elevar os índices de produtividade, pois o adequado manejo

alimentar, e o incremento no número de animais mais produtivos, implicam em menores emissões de CH₄ sem prejudicar a produção do total de produtos de origem animal (Patra et al., 2012).

1.1.4.2. Seleção genética de animais para diminuição das emissões de CH₄

Recentes estudos demonstraram que a produção de CH₄ por diferentes animais, sob mesma condição de alimentação, pode sofrer variações entre os animais. Dois aspectos do melhoramento genético podem ser considerados acerca da emissão de CH₄, melhoria na eficiência da conversão alimentar, e diferença genética para variação da produção de CH₄, sob mesma condição de consumo alimentar (O'Hara et al., 2003).

Em avaliações com ovinos em pastejo foram identificados animais mais emissores de CH₄ por unidade de alimento ingerido em relação a outros (Pinares-Patiño et al., 2003). Ainda nesse estudo, as diferenças nas emissões persistiram por mais quatro mensurações num período de cinco meses, quando a mesma dieta foi ofertada. A razão das variações não parece clara, mas acredita-se ser decorrente da quantidade de metanogênicas entre os animais (Patra, 2012). Essas ponderações sugerem a possibilidade das diferenças genéticas entre os animais na produção de CH₄, e isto, pode ser usado como ferramenta para selecionar animais menos emissores. Outros estudos indicaram que ruminantes com baixo consumo alimentar residual (CAR, diferença entre o consumo real e o esperado da exigência de consumo para manutenção e produção) emitem menos CH₄ do que animais com maior CAR (Hegarty et al., 2007; Patra, 2012).

Nesse sentido, o CAR pode ser uma importante ferramenta para selecionar animais com estas características sem comprometer a produtividade. Ressalte-se, que a mitigação de CH₄ poderia ser alcançada mesmo com dietas de baixa digestibilidade, selecionando-se animais com baixo CAR (Hegarty et al., 2007). Em condições tropicais, onde geralmente os ruminantes são submetidos à alimentação de baixa qualidade, poderia ser estrategicamente vantajosa (Pinares-Patiño et al., 2003; Hegarty et al., 2007; Patra, 2012).

1.1.5. Alternativas relacionadas à manipulação dietéticas

1.1.5.1. Suplementação

Nos países em desenvolvimento os animais ruminantes são alimentados em pastos e/ou com resíduos de culturas de baixa qualidade, onde os nutrientes apresentam-se deficientes e indisponíveis, principalmente, proteínas, minerais e vitaminas. As estratégias de suplementação para corrigir essa deficiência com suplementos energéticos e proteicos de qualidade favorecem melhorias da eficiência da fermentação ruminal e pode reduzir as emissões de CH₄ (Van Soest, 1994; Patra 2012; Hristov et al., 2013).

Importante ressaltar, que as consequências do aumento da densidade de energia dietética devem ser consideradas sob uma visão holística e sistemática. Em termos de eficiência de utilização dos alimentos que compõe a dieta, uma porcentagem da energia ingerida é perdida na forma de CH₄, onde essa perda pode ser reduzida gradualmente à medida que é elevado o consumo de energia metabolizável. Nesse contexto, as emissões de GEE como CO₂ e N₂O, que são emitidos nos processos de produção, colheita e transporte dos grãos podem superar uma possível redução na emissão de CH₄ pelos animais, mesmo quando submetidos à inclusão desses alimentos concentrados na dieta (Machado et al., 2011).

1.1.5.2. Espécies forrageiras e aspectos qualitativos

Algumas espécies forrageiras mostraram-se eficazes para diminuir produção de CH₄ em ruminantes. Nas espécies leguminosas, a diminuição pode está associada à presença de taninos condensados, baixo teor de fibra, aumento da ingestão de MS (considerando-se a produção de CH₄ por quantidade de MS ou matéria orgânica (MO) ingerida), e rápida taxa de passagem pelo rúmen (Beauchemin et al., 2008).

A relação parede celular:conteúdo celular, atrelado à constituição da parede celular das plantas forrageiras, são os principais fatores envolvidos na produção de CH₄ (Pedreira et al., 2009). Nesse sentido, existe um comportamento diferente entre plantas forrageiras de clima tropical (C₄) e de clima temperado (C₃). As características das gramíneas C₄ podem conduzir a diferentes interpretações quanto ao potencial de fornecimento de substrato para fermentações que geram CH₄ no rúmen (Berchielli et al., 2012).

As forrageiras C₄ possuem maiores proporções de fibra em relação às aquelas de metabolismo C₃, favorecendo a fermentação acética, com maior produção de CH₄ g dia⁻¹. Por outro lado, essa fibra apresenta baixa digestibilidade e menor velocidade de fermentação, comparada às plantas de clima temperado (Van Soest, 1994).

Nesse contexto, a produção de CH₄ grama kg⁻¹ de MO digestível aumenta com a idade de rebrota devido ao incremento de material lignocelulósico. Práticas de manejo das pastagens que melhorem a produtividade do pasto e a qualidade da forragem produzida, podem também reduzir significativamente as emissões de CH₄ entérico, além de potencializar o sequestro de carbono pelo sistema radicular.

Em avaliações com bovinos alimentados com gramíneas de clima tropical fornecidos na forma de feno, capim de Rhodes – *Chloris gayana* (feno de alta qualidade) e capim Angleton – *Dicanthium aristatum* (feno de baixa qualidade) *ad libitum*, e 2 kg de leucena mais dieta de alto grão *ad libitum* foi observado 75,4, 64,6 e 32,1 g de CH₄ kg⁻¹ de MO digestível ingerida, respectivamente (Kurihara et al., 1999). Ainda conforme os pesquisadores foram obtidos valores de perdas de energia de 10,4% para animais alimentados com feno de baixa qualidade, 11,4% para feno de alta qualidade, 6,7% na forma de metano do total da energia bruta ingerida MJ dia⁻¹.

1.1.6. Compostos secundários

São compostos que ocorrem naturalmente nas plantas forrageiras parecem ter propriedades antimetanogênica (O'Hara et al., 2003). Os metabólitos bioativos das plantas têm sido pesquisados com intuito de buscar substitutivos aos aditivos alimentares químicos. As saponinas, taninos e os óleos essenciais e outros compostos são ainda desconhecidos, devido à ampla quantidade de espécies de plantas, podem ter potencial para mitigação de CH₄ (Kamra et al., 2008; Patra et al., 2008).

1.1.6.1. Saponinas

Alguns resultados têm sugerido que à adição de saponinas na dieta pode reduzir a produção de CH₄ por diminuir o número de protozoários e/ou atividade metanogênicas *archaeal*. A atividade inibitória de algumas saponinas na metanogênese é dependente da

composição dietética e dos teores de saponinas nas dietas (Patra, 2012). As saponinas reduzem a degradação de proteínas favorecendo a síntese de proteína e biomassa microbiana, processos estes que resultam em menor disponibilidade de H_2 para a metanogênese. No entanto, a ação principal do mecanismo parece ser mesmo antimetanogênica das saponinas, relacionado ao efeito tóxico sobre os protozoários ciliados, provocando emulsificação dos lipídeos da membrana celular, mudanças na permeabilidade e morte celular (Martin et al., 2009).

1.1.6.2. Taninos

A atividade antimetanogênica dos taninos presentes nas plantas tem sido atribuída ao grupo de taninos condensados. Taninos hidrolisáveis, embora também afetem a metanogênese, são considerados mais tóxicos para os animais (Van Soest, 1994). Os taninos formam complexos, com proteínas e, em menor grau, com íons metálicos, aminoácidos e polissacarídeos, reduzindo a digestibilidade. A presença de baixas concentrações de taninos na dieta pode ser utilizada como potencial modulador da fermentação ruminal (Morais et al., 2011). A ação dos taninos condensados na metanogênese está atribuída a um efeito indireto, reduzindo a produção de H_2 , como consequência da redução na digestibilidade da fibra e por efeito inibitório direto na população metanogênica (Woodward et al., 2001).

1.1.6.3. Óleos essenciais

A maior parte da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais está associada aos compostos fenólicos. A utilização dos óleos essenciais é baseada na redução do número de bactérias gram (+) e consequente aumento da produção de propionato. Além disso, ocorre estímulo à produção de bactérias consumidoras de ácido lático reduzindo os riscos de distúrbios digestivos, como a acidose ruminal. Este efeito antimicrobiano está relacionado à alteração da permeabilidade e integridade da membrana celular bacteriana (Lambert et al., 2001).

1.1.7. Minerais

1.1.7.1. Zinco

Os minerais são responsáveis por importantes funções no ambiente ruminal, alterando algumas condições deste ambiente, tais como pressão osmótica, capacidade de tamponamento e a taxa de diluição. O zinco é um mineral traço essencial para todas as formas de vida porque apresenta papel fundamental na expressão de genes, desenvolvimento e replicação celular, bem como fazendo parte da constiuição de muitas enzimas (Eryavuz e Dehority, 2009). Nos ruminantes, e.g. vacas em lactação, o Zn é essencial como componente dos ossos, pele, pêlos, insulina, e em muitas metaloenzimas que estão envolvidas no metabolismo de proteínas e carboidratos, e funções de melhorias da digestão (Jung et al., 2013). O Zn também apresenta uma função de cofator para muitas proteínas e enzimas no sistema imune, estimulando cicatrização de ferimentos, redução no número de células do corpo no leite, e recuperação de prodridão no casco.

Estudos têm sugerido que a suplementação de Zn bem acima da exigência poderia alterar a fermentação ruminal, e maximizar a captura de energia alimentar como os AGV, com ação direta no aumento da proporção do propionato, trazendo efeitos positivos no rúmen, por ser uma via competitiva de uso de H₂ (Hungate, 1966; Arelovich et al., 2000; Bateman et al., 2004; Eryavuz e Dehority, 2009). Estes aspectos propiciam menor produção de CH₄ através da metanogênese, que podem implicar em ganhos produtivos, uma vez que, há aumento eficiência de uso da energia dos alimentos. Além disso, esses resultados demonstram que ruminantes podem ser alimentados com dietas contendo alto zinco sem efeitos adversos. Em adição, estudos recentes apontaram que suplementações com combinações de zinco orgânico e inorgânico aumentam o desempenho, e melhoram a saúde e reprodução dos ruminantes, quando estes foram suplementados em cerca de seis vezes o nível de recomendação da exigência de ovinos, caprinos e vacas de leite (Hatfield et al., 1995; Eryavuz et al., 2002; Arelovich et al., 2000; Eryavuz e Dehority, 2009).

Em pesquisa sobre o efeito de fontes de zinco e suplementação proteica nos parâmetros de fermentação de ovinos, alimentados com feno de baixa qualidade, a suplementação proteica, com ou sem a adição de Zn não aumentou a ingestão da dieta basal, atribuindo-se ao elevado teor de FDN (Arelovich et al., 2014). Conforme estes autores, a suplementação

proteica contendo a fonte de Zn (ZnSO_4) ao invés de ZnCl implicou em aumento da digestibilidade da MS (>30%) do volumoso da dieta basal em relação ao tratamento contendo somente mistura de sal mineral (controle). Suplementações com Zn propicia condições de manutenção de maiores concentrações de amônia nas primeiras 12 horas após a ingestão, particularmente, ZnSO_4 (4 horas pós-prandial) (Arelovich et al., 2014), sendo este fato verificado em estudos anteriores (Arelovich et al., 2000). Esse aspecto melhora a disponibilidade de N para fermentação ruminal, e, conseqüente eficiência no aproveitamento de forragens com elevado teor de fibra.

Ainda nesse estudo não foi observado efeitos da adição de Zn sobre a produção de ácidos graxos voláteis (AGV). No entanto, ensaios anteriores evidenciaram maior produção de AGV (Arelovich et al., 2000), e que a adição de ZnSO_4 pode ter impacto na eficiência energética quando da ingestão de volumoso de baixa qualidade. Ressalta-se o cuidado com elevadas ingestões de Zn, uma vez que, a retenção e absorção de outros minerais podem ser afetadas, necessitando-se de cuidado no balanceamento deste com outros minerais, por exemplo, o cobre. Por fim, na ótica desses resultados citados, mais pesquisas que enfatizem esses aspectos ainda são necessários para elucidar as condições nutricionais e fisiológicas da atuação do Zn e seu papel e desempenho na manipulação da fermentação ruminal (Arelovich et al., 2014).

1.1.8. Aumento no consumo e eficiência alimentar

A eficiência em termos de emissão de CH_4 está relacionada com as exigências de manutenção e consumo do animal. A exigência de manutenção do animal consiste na quantidade mínima de energia (ou de ingestão de nutrientes) necessária para manter o equilíbrio energético ($\text{ER}=0$), isto é, o peso corporal constante, sem produção.

Importante ressaltar, que essa manutenção deve ser atendida a partir da dieta, antes que o animal entre em fase de produção, embora possam ocorrer exceções, como mobilização de reservas a partir dos tecidos corporais, em situações de balanço energético negativo, como em vacas no início da lactação (NRC, 2001; O'Hara et al., 2003). Portanto, existe emissão de CH_4 associada à exigência de manutenção do animal.

O aumento no consumo diminui a emissão de CH_4 por unidade alimento ingerido. Isso pode também ser visto em termos de produção: produção de leite ou ganho de peso vivo no

caso de bovinos e ovinos de corte. Desta forma, ocorre diminuição assintótica da emissão de CH₄ por unidade produto. Esse efeito do aumento no consumo, principalmente MS digestível, da mesma dieta para uma vaca, implica em aumento na produção de leite, porém diminui o CH₄ emitido por unidade de leite.

A partir do fator de emissão 26 g kg⁻¹ MS digestível, foram mensurados as produções de CH₄ pela técnica do SF₆, onde a emissão de CH₄ em condições de manutenção seria 18g d⁻¹ para ovelha de 50 kg de PV, 80 g dia⁻¹ e 105 g dia⁻¹ para bovinos de corte e leite, respectivamente, ambos de 450 kg de PV (O'Hara et al., 2003). Desta forma, os animais poderiam emitir essas quantidades de CH₄ sem associá-las com qualquer produção. As maiores ingestões acima da manutenção ou elevando-se o nível de produção, menor poderá ser a emissão de CH₄ por unidade de produto, e assim, maior a eficiência em relação ao CH₄ produzido (O'Hara et al., 2003).

Em termos econômicos, a emissão de CH₄ expressa em animal⁻¹ hectare⁻¹ faz-se importante com intuito de observar a eficiência dos sistemas de produção. Por exemplo, em condições de alta taxa de lotação, que ao mesmo tempo propicie nível elevado de produção por animal e por área, pode diminuir a produção de CH₄ hectare⁻¹, mediante diluição das exigências de manutenção por incremento no consumo, acarretando em maior eficiência produtiva.

1.1.9. Desempenho animal

O desempenho mais elevado dos animais pode diminuir a emissão de CH₄, consequência da redução no número de animais no sistema de produção. Em criações que visam à produção de carne, o acréscimo no desempenho dos animais resultará em menor permanência do animal no sistema, diminuindo a produção de CH₄ durante o ciclo de vida (Moss e Givens, 2002).

Em simulação em que foram considerados o efeito da redução da idade de abate por meio da intensificação dos sistemas de produção de bovinos de corte Chizzotti et al. (2011) realizaram verificaram o efeito da melhoria da eficiência alimentar sobre o impacto ambiental da atividade pecuária. Entre outros fatores, foram considerados ainda à emissão de CH₄ entérico e a excreção urinária de nitrogênio.

Os pesquisadores consideram diferentes cenários de sistemas de produção, como a idade de abate dos animais aos 44, 30, 26, 20 ou 14 meses de idade. Contudo, devido à escassez de dados referentes à emissão de equivalente CO₂ pelos principais insumos utilizados na pecuária, não foram considerados os custos energéticos da produção de insumos utilizados na alimentação e manejo das pastagens, ressaltando que estes são importantes custos quando se adota o critério de utilização de sistemas altamente intensivos. Nesse contexto, foi verificado quando foi reduzida a idade de abate de 44 até os 30 meses de idade, observou-se marcante redução no consumo de recursos naturais e também no impacto ambiental da atividade. Nesta situação, o CMS total, do nascimento ao abate foi reduzido de 6258 para 4832 kg de alimentos. Ao mesmo tempo, isso implicou em uma redução na excreção fecal de 2986 kg para 2166 kg. Em relação à produção de CH₄ total observou-se redução de 23% (Chizzotti et al. 2011).

Destaca-se que os objetivos das atuações zootécnicas, que resultam em intensificação dos sistemas de produção, são reduzir a remessa de CH₄ por kg de peso vivo através do aumento do ganho de peso diário dos animais. Um animal, que se desenvolve mais rápido, atingirá o peso de abate precocemente. Nessa premissa, menos alimento é utilizado na manutenção do animal, e as emissões totais de CH₄, no ciclo de vida serão reduzidas, o que resulta em menor produção de CH₄ por kg de peso vivo ou por kg de carne bovina produzida (Berchielli et al., 2012).

A adoção de estratégias eficientes de manejo, quando associadas à utilização de tecnologias mais limpas podem conferir produção de maneira mais eficiente e sustentável, com redução da excreção de poluentes por unidade de produtos (carne, leite e outros) produzidos. Diante disso, visto que, nos próximos anos, a demanda por produto de origem animal poderá ser dobrada, a redução do ciclo de produção, por meio da nutrição intensiva quer seja em pasto ou confinamento, será decisiva para a sustentabilidade dos sistemas pecuários no Brasil e no mundo.

1.2. Aspectos sobre a Caatinga

1.2.1. Classificação, caracterização botânica e sítios ecológicos

A Caatinga é o principal bioma no Semiárido brasileiro e abrange 10% do território nacional e aproximadamente 80% da área geográfica do Nordeste, com cerca de 970 mil km² de extensão territorial. Está presente em todos os estados do Nordeste e no norte de Minas Gerais, sendo habitada por mais de 20 milhões de pessoas (Brasil, 2006; Araújo Filho, 2013). A região da Caatinga é um bioma exclusivo do Brasil, caracterizada por apresentar condições edafoclimáticas distintas, e formando unidades de paisagens ou sítios ecológicos diferenciados, o que propicia uma vegetação diversificada e rica em espécies endêmicas (Maia, 2004; Nunes et al., 2015).

Além disso, a vegetação da Caatinga caracteriza-se por conter diversos fatores geográficos, geológicos (solo) e climáticos. Devido a esses fatores, a maior dificuldade na classificação dos tipos de vegetação da Caatinga está relacionada com a variação de sua fisionomia, resultante da interação do solo e clima, além da interferência antrópica. Esta última, por sua vez, é apontada por influenciar as várias facetas da vegetação. Desta forma, a classificação pode ser baseada, especialmente, em critérios fisionômicos e florísticos que são delimitados por cinco unidades de vegetação e doze tipos de comunidades na Caatinga (Andrade-Lima, 1981). Esse pesquisador afirmou ainda que as unidades e tipos não foram mapeados em função de passarem de um tipo para outro de forma gradual, apesar de muitos serem constituídos por uma área de ocorrência, e que podem ser descritas com maior ou menor precisão.

Nesse sentido, há necessidade em distinguir entre os sistemas de classificação da vegetação que empregam atributos de composição de espécies, formas de vida, características foliares e mecanismos de dispersão daqueles sistemas de classificação de ecossistemas, que empregam dados das principais características ambientais, como solos, hidrologia, relevo e cobertura vegetal (Lima et al. 2009).

Botanicamente, a Caatinga é um complexo de vegetação formada por espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas de pequeno porte, principalmente, espécies com presença de espinhos e caducifólias. Para entendimento e avaliação adequada da pastagem nativa é necessário identificar e caracterizar os sítios ecológicos. Estes consistem numa unidade da

pastagem com comunidade vegetal clímax característica e associada a fatores uniformes de clima, solo e topografia. A diferenciação entre dois sítios ecológicos consiste nas espécies botânicas, composição florística e potencial de produção da comunidade vegetal (Araújo Filho, 2013).

1.2.2. Metodologias para identificação do consumo quali-quantitativo por ovinos

Os procedimentos para coleta de dados do campo incluem o uso de imagens de satélite e/ou fotografias aéreas para localização dos pontos de amostragem ou estações. As observações em cada ponto amostral são obtidas a partir de macroparcelas com dimensões bem definidas ou dimensionadas em função das diferenças naturais e facilmente observáveis que coincidem com os limites do sítio ecológico. As variáveis medidas ou avaliadas por reconhecimento ocular constam de características do solo, topografia, posição na vertente, fisionomia e estratificação da vegetação. Por outro lado, a densidade, a frequência e o índice de abundância das espécies botânicas, a cobertura do solo e a produção de fitomassa são obtidas a partir de microparcelas estabelecidas nas macroparcelas (Araújo Filho, 2013).

Para levantamento da vegetação, entre os objetivos estão incluídos a caracterização botânica sistemática da vegetação, o monitoramento a médio e longo prazo das mudanças da cobertura florística induzidas pelo uso, à determinação do potencial de produção de forragem e a capacidade de suporte. Para que tais objetivos sejam alcançados, a quantificação dos parâmetros da vegetação é fundamental. Características quantitativas são utilizadas para determinar a estrutura da comunidade vegetal e suas possíveis modificações ao longo do tempo. A estrutura da comunidade florística é definida pelo número e pela distribuição dos indivíduos que a compõem, volume expresso pela cobertura e produção de fitomassa. Estratégias metodológicas aplicadas para levantamento da composição vegetal das pastagens nativas da Caatinga são descritas por Araújo Filho (2013).

Considerando as características quantitativas e qualitativas, a Caatinga oferece condições para o pastejo de ovinos, principalmente durante o período chuvoso. Nos primeiros meses do período seco a Caatinga também permite ganho de peso animal. Porém, são necessários manejos estratégicos que favoreçam a presença de plantas de valor forrageiro e que a taxa de lotação animal utilizada considere as variações da oferta e qualidade da forragem para a busca da sustentabilidade na pecuária em área de Caatinga (Oliveira, 2012).

Estudos desenvolvidos no Nordeste brasileiro evidenciaram que 70% das espécies botânicas da Caatinga participam da composição da dieta dos ruminantes domésticos. Gramíneas e leguminosas perfazem cerca de 80% da dieta durante o período chuvoso. No período seco, com a queda das folhas da vegetação de porte mais alto, as espécies arbustivas e arbóreas tornam-se importantes, particularmente, na dieta de caprinos (Santos et al. 2008).

Entre as ferramentas para determinar a composição botânica da dieta selecionada pelos animais, tem sido utilizado o uso de animais fistulados no esôfago (Pfister, 1983; Guessous et al., 1991; Araújo Filho et al., 1996; Santos et al., 2008) para obtenção de amostras representativas do pasto, uma vez que, há uma heterogeneidade de espécies forrageiras e potencialmente consumíveis. Os animais fistulados, depois de um jejum de 14 horas, são direcionados para a pastagem durante 40 minutos, dotados de bolsa coletora confeccionada em lona impermeável, com tela de náilon ao fundo para saída do excesso de saliva. A obtenção da extrusa pode ser realizada também através do esvaziamento total do rúmen de animais dotados de cânula e adotado o mesmo manejo (jejum e tempo de pastejo). A técnica utilizando animais fistulados no rúmen comparado aos fistulados no esôfago possibilita minimizar possíveis problemas e complicações em termos de saúde nestes animais, pois o manejo em termos de manipulação e limpeza na região da fistula é conduzido de forma menos laboriosa e sem maiores danos ao animal (Olson, 1991; Santos et al., 2008).

Para determinar a composição botânica da extrusa pode ser utilizada a técnica do ponto microscópio, descrita por Heady e Torrel (1959). Outras técnicas para determinação da composição botânica dietética por ruminantes em áreas contendo espécies vegetais heterogêneas são detalhadas por Holechek et al., (1982) e Sorder et al., (2009).

Nesse sentido, a técnica micro-histológica, para avaliação em condições de pastagem da Caatinga (Soares, 2001; Oliveira, 2012), permite conhecer, através das fezes dos animais, a composição centesimal das forrageiras consumidas, e, com isso, o perfil qualitativo da dieta consumida. A técnica micro-histológica permite avaliar os hábitos comportamentais dos animais em pastejo, consoante a identificação de descritores anatômicos na epiderme presentes nas plantas forrageiras ingeridas, previamente definidas, que serão utilizados como referência aos descritores para serem identificados nas fezes dos ovinos (Araújo, 2015). Assim, é possível qualificar a dieta pela identificação das organelas presentes no tecido epidérmico vegetal presente nas fezes. Apesar da análise micro-histológica fecal apresentar limitações na identificação de determinadas espécies forrageiras, decorrentes da digestão e

discernibilidade diferenciada, esta técnica é de baixo custo e permite avaliar animais criados extensivamente sem interferir no comportamento de pastejo (Santos et al., 2002; Araújo, 2015). Porém, esta técnica apresenta-se como laboriosa sendo necessário realizar treinamentos para consolidar de forma acurada o protocolo para identificação das espécies de plantas contidas na extrusas e nas fezes mediante organelas específicas.

Alternativas têm sido buscadas para determinar o consumo de forma detalhada por ruminantes em pastagens heterogêneas. Destaca-se, o uso de indicadores, como os *n*-alcanos (Doves e Mayes, 1991). A técnica dos *n*-alcanos tem-se mostrado laboriosa, onerosa e com baixa repetibilidade (Rodriguez et al. 2006). Estudos recentes realizados por pesquisadores da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais têm visado validar o uso de indicadores para quantificar o consumo diferenciado por ruminantes em pastagens contendo várias espécies potencialmente forrageiras (Silva, 2007; Saliba e Rodriguez, 2009; Saliba et al., 2015). A proposta consiste no uso da lignina purificada e enriquecida (LIPE[®] - indicador externo) em conjunto com o uso da lignina Klason (LK - indicador interno) numa adaptação da fórmula dos *n*-alcanos descrita por Doves e Meyes (1991), e sugerido por Silva (2007) em um primeiro estudo.

Posteriormente, foi realizada uma tentativa de validação para uso da LIPE[®] em conjunto com a LK para estimar o consumo diferenciado em pasto nativo da Caatinga (Chaves, 2012). O autor pontuou que a metodologia proposta para determinar o consumo diferenciado implicou, em um dos períodos avaliados em resultados não coerentes com estudos anteriores, uma vez que, o consumo estimado considerando somente as plantas dos componentes da Caatinga enriquecida foi superior ao consumo total observado. No entanto, mesmo diante dos resultados obtidos, o autor afirmou que para estimativas de consumo diferenciado, a metodologia apresentou bom potencial, sendo necessária a elaboração de estudos mais detalhados.

LITERATURA CITADA

- ABDALLA, A.L.; LOUVANDINI, H.; SALLAM, S.M.A.H. et al. *In vitro* evaluation, in vivo quantification, and microbial diversity studies of nutritional strategies for reducing enteric methane production. *Trop. Anim. Health Prod.*, v.44, p.953-964, 2012.
- ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. *Rev.Bras. Bot.*, v.4, p.149-153, 1981.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; GADELHA, J.A.; LEITE, E.R. et al. Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. *Rev. Bras. Zootec.*, v.25, p.383-395, 1996.
- ARAÚJO FILHO, J.A. Manejo pastoril sustentável da Caatinga. 1.ed. Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200p.
- ARAÚJO, A.R. *Composição botânica e qualidade do pasto selecionado por ovelhas em caatinga raleada e enriquecida*. 2015. 125f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- ARELOVICH, H.M.; OWENS, F.N.; HORN, G.W.; VIZCARRA, J.A. Effects of supplemental zinc and manganese on ruminal fermentation, forage intake, and digestion by cattle fed prairie hay and urea. *J. Anim. Sci.*, v.78, p.2972-2979, 2000.
- ARELOVICH, H.M.; AMELA, M.I.; MARTÍNEZA, M.F. et al. Influence of different sources of zinc and protein supplementation on digestion and rumen fermentation parameters in sheep consuming low-quality hay. *Small Rum. Res.*, v.121, p.175-182, 2014.
- BARIONI, L.G.; LIMA, M.A. DE ZEN, S. et al. Abaseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 2007, Christchurch, New Zealand. *Proceedings...* Christchurch, 2007.
- BATEMAN II, H.G.; WILLIAMS, C.C.; GANTT, D.T. et al. Effects of zinc and sodiummonensin on ruminal degradation of lysine-HCl and liquid 2-hydroxy-4-methylthiobutanoic acid. *J. Dairy Sci.*, v.87, p.2571-2577, 2004.
- BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; MCALLISTER, T.A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Aust. J. Exp. Agric.*, v.48, p.21-27, 2008.
- BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J.D.; CANESIN, R.C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.13, p.954-968, 2012.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Brasília: MIN. Nova delimitação do semiárido brasileiro; 2006.
- CLARK, H. Animal vs measurement technique variability in enteric methane production – Is the measurement resolution sufficient? In MCGEOUGH, E.J.; MCGINN, S.M. (Eds.).

Proceedings of 4th International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture. Canada: Banff, AB, 2010.

CHAVES, D.F. Estimativas de consumo total e diferenciado de ovinos Morada Nova utilizando o LIPE[®]. 2012. 43f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró.

CHIZZOTTI, M.L.; LADEIRA, M.M.; MACHADO NETO, O.R.; LOPES, L.S. Eficiência da produção de bovinos e o impacto ambiental da atividade pecuária. In: VII SIMPEC - VII Simpósio de Pecuária de Corte e II Simpósio Internacional de Pecuária de Corte, 2011, Lavras - MG. VII Simpósio de Pecuária de Corte e II Simpósio Internacional de Pecuária de Corte. Visconde do Rio Branco: Suprema Editora e Gráfica, 2011. p.37-60.

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

DOVE, H., MAYES, R.W. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Aust. J. Agric. Res.*, v.42, n.6, p.913-952, 1991.

ECKARD, R.J., GRAINGER, C.; DE KLEIN, C.A.M. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. *Livest. Sci.*, v.130, p.47-56, 2010.

ERYAVUZ, A.; DURGUN, Z.; KESKIN, E. Effects of ration supplemented with zinc on some rumen and blood parameters, mohair production and quality in faunated and defaunated Angora goats. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, v.26, p.753-760, 2002.

ERYAVUZ, A.; DEHORITY, B.A. Effects of supplemental zinc concentration on cellulose digestion and cellulolytic and total bacterial numbers *in vitro*. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.151, p.175-183, 2009.

GRAINGER, C.; CLARKE, T.; MCGINN, S.M. et al. methane emissions from dairy cows measured using the sulfur hexafluoride (SF₆) tracer and chamber techniques. *J. Dairy Sci.*, v.90, p.2755-2766, 2007.

GRAINGER, C.; WILLIAMS, R.; ECKARD, R. J.; HANNAH, M. C. A high dose of monensina does not reduce methane emissions of dairy cows offered pasture supplemented with grain. *J. Dairy Sci.*, v.93, p.5300-5308, 2010.

GUESSOUS, F; LUEINBUHLB, J.M.; RIHANI, N.; POND, K.R. Influence of supplementation on the performance of gestating ewes grazing wheat stubble pastures. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.35, p.95- 103, 1991.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; CABRAL FILHO, S.L.S.; FERNANDES, F.D. et al. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases na Embrapa Cerrados. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 8p. (Embrapa Cerrado. Comunicado Técnico, 144).

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARCHAO, R.L.; VILELA, L.; PEREIRA, L.G.R. Produção animal na integração lavoura-pecuária. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 5., 2010, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFMG, 2010. p.111-123.

HATFIELD, P.G.; SNOWDER, G.D.; HEAD, W.A. et al. Production by ewes rearing single or twin lambs: effects of dietary crude protein percentage and supplemental zinc methionine. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.1227–1238, 1995.

HEADY, H. F.; TORELL, D. T. Forage preferences exhibited by sheep with esophageal fistulas. *J. Range Manag.*, v. 12, p. 28-33, 1959.

HEGARTY, R.S.; GOOPY, J.P., HERD, R.M.; McCORKELL, B. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. *J. Anim. Sci.*, v.85, p.1479-1486, 2007.

HOLECHEK, J.L.; VAVRA, M.; PIEPER, R.D. Botanical composition determination of range herbivore diets: a review. *J. Range Manage.*, v.35, p.309–315, 1982.

HOOK, S.E.; WRIGHT, A.G.; MCBRIDE, B.W. Methanogens: Methane Producers of the Rumen and Mitigation Strategies. *Archaea*, v.2010, p.1-11, 2010.

HRISTOV, A.N.; OH, J.; FIRKINS, J.L. et al. SPECIAL TOPICS - Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *J. Anim. Sci.*, v.91, p.5045–5069, 2013.

HUNGATE, R.E. Quantities of carbohydrates fermentation products. IN: HUNGATE, R.E. (Ed.). *The rumen and its microbes*. New York: Academic Press Inc. (London). 1966. pp. 245-280.

JANSSEN, P.J.; KIRS, M. Structure of the archaeal community of the rumen. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.74, p.3619–3625, 2008.

JOHNSON, K.; HUYLER, M.; WESTBERG, H. et al. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF₆ tracer technique. *Environ. Sci. Technol.*, v.28, p.359-362, 1994.

JUNG, K.J; KO, Y.H.; BAE, G.S. et al. Effect of chelated zinc or copper on ruminal fermentation characteristics and milk production in lactating Holstein cows. *J. Ani. Veterin. Adv.*, v.12, p.1048-1054, 2013.

KAMRA, D.N.; PATRA, A.K.; CHATTERJEE, P.N. et al. Effect of plant extract on methanogenesis and microbial profile of the rumen of buffalo: A brief overview. *Aust. J. Exp. Agr.*, v.48, p.175-178, 2008.

KURIHARA, M.; MAGNER, T.; HUNTER, R.A.; MCCRABB, G.J. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. *Brit. J. Nutr.*, v.81, p.227, 1999.

- LAMBERT, R.J.W.; SKANDAMIS, P.N.; COOTE, P.J. A Study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Applied Microbiol.*, v.91, p.453-462, 2001.
- LASSEY, K.R. Livestock methane emission: From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. *Agr. Forest Meteorol.*, v.142, p.120-132, 2007.
- LASSEY, K.R., PINARES-PATIÑO, C.S., MARTIN, R.J. et al. Enteric methane emission rates determined by the SF6 tracer technique: Temporal patterns and averaging periods. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.166-167, p.183-191, 2011.
- LIMA, J.R.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N.; ARAÚJO, F.S. Composição florística da floresta estacional decídua montana de Serra das Almas, CE, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v.23, p.756-763, 2009.
- MACHADO, F.S.; PEREIRA, L.G.R.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011. 92p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 147).
- MAIA, G.N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: Dandz. Computação Gráfica e Editora; 2004.
- MAKKAR, H.P.S. VERCOE, P.E. (Eds). Measuring methane production from ruminants. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2007. 141p.
- MARTIN, C.; MORGAVI, D.P.; DOREAU, M. Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. *Animal*, v.4, p.351-365, 2009.
- McALLISTER, A.T., OKINE, E.K., MATHISON, G.W.; CHENG, K.J. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. *Can. J. Anim. Sci.*, v.76, p. 231-243, 1996.
- McGINN, S.M.; BEAUCHEMIN, K.A.; IWAASA, A.D.; McALLISTER, T.A. Assessment of the sulphur hexafluoride (SF6) tracer technique for measuring enteric methane emissions from cattle. *J. Environ. Qual.*, v.35, p.1686-1691, 2006.
- MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. IN: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). 2Ed. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p.565-591.
- MOSS, A.R.; JOUANY, J.P.; NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Ann. Zootech.* v.49, p.231-253, 2000.
- MOSS, A.R.; GIVENS, D.I. The effect of supplementing grass silage with soya bean meal on digestibility, *in sacco* degradability, rumen fermentation and methane production in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.97, p.127-143, 2002.

NAVARRO-VILLA, A.; O'BRIEN, M.; LOPEZ, S. et al. Modifications of a gas production technique for assessing *in vitro* rumen methane production from feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.* v.166–167, p.163–174, 2011.

NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington D.C., USA: National Academy Press, 2001. 362p.

NUNES, A.T.; LUCENA, R.F.P; SANTOS, M.V.F. et al. Local knowledge about fodder plants in the semi-arid region of Northeastern Brazil. *J. Ethnobiol Ethnomed*, v.11. p.1-12, 2015.

O'HARA, P.; FRENEY, J.M.; ULYATT, M. Abatement of agricultural non-carbon dioxide greenhouse gas emissions. A study of research requirements. Wellington: New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry, 2003. 171p.

OLIVEIRA, O.F. *Caracterização da vegetação, desempenho e seletividade de ovinos em Caatinga raleada sob lotação contínua, Serra Talhada-PE*. 102f. 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

OLSON, K.C. Diet sample collection by esophageal fistula and rumen evacuation techniques. *J. Range Manag.*, v.44, n.5, p.515-519, 1991.

PATRA, A.K. Enteric methane mitigation technologies for ruminant livestock: a synthesis of current research and future directions. *Environ. Monit. Assess.*, v.184, p.1929–1952, 2012.

PATRA, A.K.; KAMRA, D.N.; AGARWAL, N. Effect of leaf extracts on fermentation of feeds and methanogenesis with rumen liquor of buffalo. *Ind. J. Ani. Sci.*, v.78, p.91-96, 2008.

PEDREIRA, M.S.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M.A. et al. Ruminant methane emission by dairy cattle in southeast Brazil. *Sci. Agric.*, v.66, p.742-750, 2009.

PEDREIRA, M.S. PRIMAVESI, O. Aspectos ambientais na bovinocultura. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2011. p.521-536.

PELLIKAAN, W.F.; HENDRIKS, W.H.; UWIMANA, G. et al. A novel method to determine simultaneously methane production during *in vitro* gas production using fully automated equipment. *Anim. Feed Sci. Technol.* v.168, p.196–205, 2011.

PFISTER, J.D. *Nutrition and feeding behaviour of goats and sheep grazing deciduous shrub-woodland in Northeastern Brazil*. 1983. 130f. Thesis (Ph.D. in Range Science) - Utah State University, Logan.

PINARES-PATIÑO, C.S.; ULYATT, M.J.; LASSEY, K.R. Persistence of differences between sheep in methane emission under generous grazing conditions. *J. Agr. Sci.*, v.140, p.227–233, 2003.

PINARES-PATIÑO, C.S.; CLARK, H. Reliability of the sulphur hexafluoride tracer technique for methane emission measurement from individual animals: an overview. *Aust. J. Exp. Agric.*, v.48, p.223–229, 2008.

RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Uso de Indicadores para Estimativas de consumo a pasto e digestibilidade. In: 43 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 2006. v.35. p.323-352.

RODRÍGUEZ, N.M.; CAMPOS, W.E.; LACHICA, M.L. et al. A calorimetry system for metabolism trials. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.2, p.495-500, 2007.

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M. Uso de indicadores na avaliação da digestibilidade em ruminantes. In: SILVA, L.F.S.; RENNÓ, F.P. (Org.). II Simpósio Internacional Avanços em técnicas de pesquisa em nutrição de ruminantes. 1ed. Pirassununga: USP, 2009, v.1, p. 50-67.

SALIBA, E.O.S.; FARIA, E.P.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Use of Infrared Spectroscopy to Estimate Fecal Output with Marker Lipe. *Int. J. Food Sci. Nutr. Diet.*, v.4, p.1-10, 2015.

SANTOS, S.A.; COSTA, C.; SOUZA, G.S. et al. Identificação da composição botânica da dieta de bovinos em pastagem nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 31, n. 4, p. 1648-1662, 2002.

SANTOS, G.F.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A. et al. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. *R. Bras. Zootec.*, v.37, p.1876-1883, 2008.

SILVA, J.J. *Indicadores de consumo total, consumo diferenciado e de cinética ruminal em bovinos leiteiros*. 2007. 78f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOARES, J.G.G. Composição botânica da dieta de bovinos em vegetação típica de caatinga sob diferentes taxas de lotação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001. 20p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 54).

SODER, K.J.; GREGORINI, P.; SCAGLIA, G.; ROOK, A.J. Dietary Selection by Domestic Grazing Ruminants in Temperate Pastures: Current State of Knowledge, Methodologies, and Future Direction. *Rangeland Ecol Manage*, v.62, p.389-398, 2009.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; HAAN, C. (Eds.). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome: Food and Agriculture Organization, Animal Production and Health Division, 2006. 408p.

STORM, I.M.L.D.; HELLWING, A.L.F.; NIELSEN, N.I.; MADSEN, J. Methods for measuring and estimating methane emission from ruminants. *Animals*, v.2, p.160-183, 2012.

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

WOODWARD, S.L.; WAGHORN, G.C.; ULYATT, M.J.; LASSEY, K.R. Early indications that feeding *Lotus* will reduce methane emissions from ruminants. *Proc. New Zeal. Soc. An.*, p.23-26, 2001.

WOODWARD, S.L.; WAGHORN, G.C.; THOMSON, N.A. Supplementing dairy cows with oils to improve performance and reduce methane – does it work? *Proc. New Zeal. Soc. Anim.*, v.66, p.176–181, 2006.

CAPÍTULO 2

2. EFEITO DE ADITIVOS EM OVINOS EM PASTAGEM NATIVA DA CAATINGA NO PERÍODO CHUVOSO: I. CONSUMO TOTAL E DIFERENCIADO, DIGESTIBILIDADE

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso sobre o consumo total e diferenciado, e na digestibilidade de nutrientes. Os tratamentos foram compostos por aditivos, a saber: ausência de aditivo, controle (S-CT), adição de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (S-Zn), e adição de propilenoglicol (PG; S-PG), e quatro períodos (meses) de avaliações. Foram utilizados vinte e quatro ovinos, mestiços Santa Inês, machos, inteiros, peso inicial de $19,3 \pm 2,52$ kg, com quatro meses de idade, sendo oito repetições por tratamento, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso. Quatro ensaios de consumo e digestibilidade foram realizados no período chuvoso entre os meses de março a junho/2014, com intervalo de 28 dias entre os períodos. Evidenciou-se alteração na qualidade da composição das extrusas obtidas do pasto para PB (19,2% a 13,1%), DIVMS (53,7% a 44,1%) e DIVMO (46,8% e 35,9%) em março e junho, respectivamente. Não houve efeito dos aditivos, e interação aditivos x períodos sobre os CMO, CPB e frações fibrosas (CFDN, CFDA, CCEL), $g\ dia^{-1}$, $g\ kgPV^{0,75-1}$ e em %PV ($P > 0,05$). O CMO foi em média 23,9% superior no mês de março comparado ao de junho. Para CPB houve decréscimo no consumo mensalmente ($P < 0,05$). O consumo das frações fibrosas nos períodos foi maior no mês de março ($P < 0,05$), e foi observado declínio com diminuição de 34,8% (CFDN), 33,3% (CFDA) e de 39,4% (CCEL) no mês de junho, quando comparado a março. Para consumo diferenciado não houve efeito do tratamento ($P > 0,05$) para seleção das espécies. Ao mesmo tempo, entre os períodos houve alteração da proporção das espécies consumidas ao longo dos meses ($P < 0,05$). Foram obtidos maiores consumos no mês de abril, comparado a maio, exceto para consumo de juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), que foi maior em março ($P < 0,05$). O fornecimento dos aditivos Zn e PG não propicia incremento no consumo de nutrientes por ovinos em pastagem nativa da Caatinga. A pastagem nativa da Caatinga apresenta biomassa com elevados teores de proteína e matéria orgânica digestível no período chuvoso. No entanto, há

diminuição do consumo por ovinos devido ao declínio da qualidade, principalmente da matéria orgânica digestível e, na disponibilidade do pasto, que foi afetada pela estiagem nos últimos meses. A técnica do duplo indicador LIPE[®] e LK, no modelo proposto propicia adequada estimativa do consumo diferenciado.

Palavras-chave: lignina Klason, LIPE[®], propilenoglicol, semiárido, Zn

ABSTRACT

The aim was to evaluate the effect of additives at sheep in native pasture of Caatinga in the wet season on total and differentiated intake and digestibility of nutrients. The treatments were composed by additives, to know: without additive, control; S-CT, addition of the ZnSO₄.7H₂O (S-Zn), and addition of propylene glycol (PG; S-PG), and 4-periods (months) of evaluation. Twenty-four sheep, crossbreed Santa Ines, males, entire, weight initial of 19.3 ± 2.52 kg, and 4-mo old, being 8 replications by treatments, assigned in a randomized design, were used. Four-assays of intake and digestibility were realized at wet season, March-June/2014, with intervals of 28-d between periods. There were changes on quality of the chemical composition of the extrusas obtained of the pasture for CP (19.2% a 13.1%), IVDMD (53.7% a 44.1%) and IVOMD (46.8% e 35.9%), in March and June, respectively. There was no effect of the additives, additives x period interaction, on the OMI, CPI and intake of the fibrous fractions (NDF, ADF, CEL), g d⁻¹, g kgLW^{0.75} d⁻¹ and %LW (P>0.05). The OM intake was on average 23.9% higher in March compared to June. For CP intake there was a decrease in consumption monthly (P<0.05). The intake of fibrous fractions in the periods was higher in March (P<0.05), and was observed decline with decrease of 34.8% (NDF), 33.3% (ADF) and 39.4% (C) on the intake, in the month of June when compared to March. The differentiated intake there was no affected by the treatment (P>0.05) to selection of the species forages. At the same time, between the periods, were changed the proportions of the species ingested over of the months (P<0.05). Higher intake were obtained in April when compared to May, except, to intake of the juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), that was higher in month of March (P<0.05). The supply of the additives Zn and PG, does not provide increase on nutrient's intake by sheep in Caatinga native pasture. The Caatinga native pasture presents biomass with high contents of crude protein and organic matter digestible, on rainfall

season. However, there is a decrease of the intake by the sheep, due the decline of the quality, mainly of digestible organic matter and, in the availability of the pasture, which was affected by drought in the last months. The technique of the double-marker, LIPE® and lignin Klason on the model proposed provides adequate estimates of the intake differentiated.

Keywords: lignin Klason, LIPE®, propylene glycol, semiarid, Zn

2.1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é a vegetação predominante do Semiárido do Brasil. Caracteriza-se pela diversidade de espécies forrageiras nos diferentes estratos (herbáceo, arbustivo e arbóreo), com 70% das espécies constituindo a fração dietética de ruminantes (Pfister e Malechek, 1986; Kawas et al., 1999; Santos et al., 2008; Araújo Filho, 2013). A disponibilidade de alimentos para produção de pequenos ruminantes no semiárido brasileiro é caracterizada pela sazonalidade da produção de forragem ao longo do ano. Como as chuvas são concentradas em um curto período (fevereiro a junho), ambos, disponibilidade e a qualidade das forragens tornam-se comprometidas quando o pastejo estende-se para o período seco. O uso de suplementações, principalmente, energética, e.g. propilenoglicol e minerais, e.g. zinco para ovinos em pastagem nativa, propiciam melhorias na eficiência de aproveitamento dos nutrientes, e.g. proteínas, além de minimizar as perdas energéticas, energia esta que pode ser direcionada para atender exigências de manutenção e exigências voltadas à atividade de pastejo e produção.

Alguns minerais têm importantes funções no ambiente ruminal, além de contribuir para alterações das condições ruminais, tais como, pressão osmótica, capacidade de tamponamento e a taxa de diluição. Em pesquisa verificando-se a influência de diferentes fontes de zinco (Zn) em suplementos proteicos na fermentação de ovinos alimentados com feno de baixa qualidade, foi observado que a adição ou não de Zn não aumentou o consumo da dieta basal, provavelmente devido ao alto teor de FDN (Arelovich et al., 2014). Contudo, no mesmo estudo a suplementação proteica contendo a fração Zn oriunda do $ZnSO_4$ quando comparada com o $ZnCl$ implicou em aumento da digestibilidade da MS (>30%) do volumoso da dieta basal.

O propilenoglicol (PG) tem sido utilizado para incremento do aporte energético e como precursor gliconeogênico em ruminantes. Este é metabolizado pela microbiota ruminal e reduzido a n-propanol ou formando lactato, sendo inicialmente convertido a propionaldeído por processos de desidratação. O fornecimento de PG aumenta a concentração de propionato no rúmen, de forma indireta através da formação de lactato, em seguida podendo ser convertido em glicose (Kristensen et al., 2002; Kim et al., 2005). A fermentação do PG no rúmen caracteriza-se ainda por produzir CO_2 e inibição significativa da produção de metano, implicando em menor perda de energia (Czerkawski e Breckkerindge, 1973).

Para determinar a composição botânica em pastos com elevada diversidade de espécies forrageiras, pode ser utilizada a técnica do ponto microscópico, descrita por Heady e Torrel (1956). Além disso, destaca-se o uso da técnica micro-histológica em avaliações em pastagens nativas que possibilita determinar a composição centesimal das forrageiras consumidas, e o perfil qualitativo da dieta consumida a partir de análise das fezes dos animais (Holechek et al., 1982). Outras metodologias para determinação da composição botânica dietética por ruminantes em áreas contendo espécies vegetais heterogêneas são detalhadas por Sorder et al., (2009).

Mais alternativas têm sido buscadas para determinar o consumo de forma detalhada e menos invasiva por ruminantes em pastagens. Destaca-se, o uso de indicadores, como os *n*-alcanos (Doves e Mayes, 1991). Estudos recentes realizados por pesquisadores da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais têm utilizado indicadores para quantificar o consumo diferenciado por ruminantes com elevada diversidade de espécies (Rodriguez et al., 2006; Silva, 2007; Saliba e Rodriguez, 2009; Saliba et al., 2015). A proposta consistiu no uso da lignina purificada e enriquecida (LIPE[®] - indicador externo) em conjunto com o uso da lignina Klason (LK - indicador interno) em uma adaptação da fórmula dos *n*-alcanos descrita por Doves e Mayes (1991) conforme sugerido por Silva (2007) em um primeiro estudo. Objetivou-se avaliar o efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso sobre o consumo total e diferenciado e na digestibilidade de nutrientes.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Declaração de ética no uso de animais

Todos os procedimentos e manuseio de todos os animais experimentais foram realizados de acordo com os protocolos aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Minas Gerais (CEUA/UFMG, n°321/2013).

2.2.2. Local e caracterização da área experimental

A pesquisa foi conduzida no Setor de Doenças de Ovinos e Caprinos (SEDOC), Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, no Nordeste do Brasil, $3^{\circ}45'51.59''S$ e $40^{\circ}21'04.24''O$, a 92 m de altitude acima do nível do mar. Foram utilizados oito hectares de uma área de pastagem nativa da Caatinga, manipulada através de raleamento conforme Silva et al. (2007). Os solos dominantes na área foram os litólicos distróficos, planossolos e brunos não-cálcicos. Os ensaios foram realizados no período chuvoso (Março a Junho/2014), com precipitação de 514 mm (Figura 2), temperatura e umidade relativa do ar média de $26,5^{\circ}C$ e 78,0%, respectivamente.

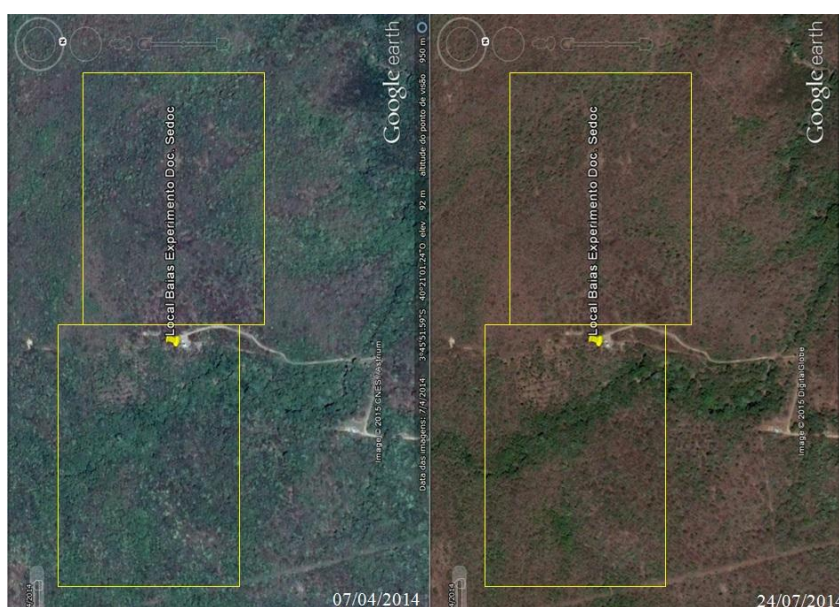


Figura 1. Visão por satélite da área experimental (Fonte: Google Earth)

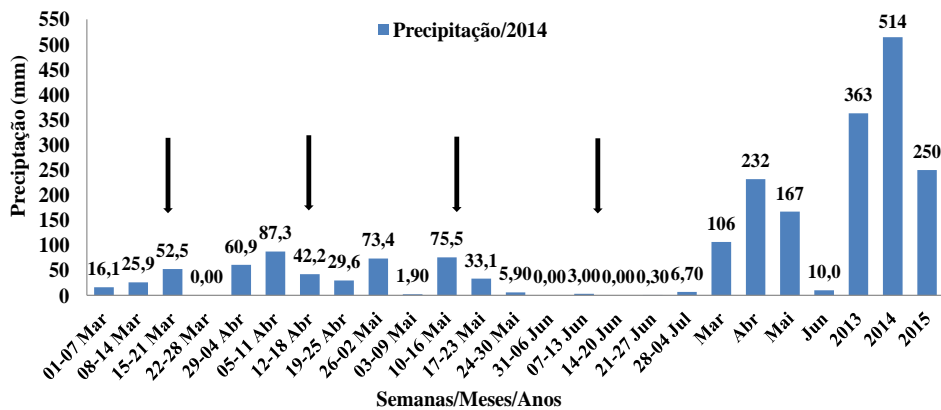


Figura 2. Precipitação semanal, mensal (Março/Junho, 2014) e anual de 2013, 2014 e 2015

†Setas indicam as semanas de coletas em cada mês

Fonte: INMET (2015).

2.2.3. Tratamentos e animais experimentais

Os tratamentos foram compostos por aditivos, a saber: ausência de aditivo, controle (S-CT); adição de sulfato zinco heptahidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) com disponibilidade de 22,5% de Zn, (S-Zn); e adição de propilenoglicol (Lote 55065-USP) (PG; S-PG) e quatro períodos (meses) de avaliação. Foi fornecido sal mineral para ovinos com composição conforme especificação do fabricante (Ca = 82,0 g, Co = 30,0 mg, Cu = 350 mg, Cr = 11,7 mg, S = 11,7 g, P = 60,0 g, I = 50,0 mg, Mn = 1200 mg, Mo = 180 mg, Se = 15 mg, Na = 132 g e Zn = 2600 mg), por kg de produto, para todos os tratamentos. A quantidade inicial de sal fornecida para os animais foi de 30 g animal⁻¹ dia⁻¹ realizando-se ajuste da partir de observação residual no cocho. Para fornecimento de Zn foram adotados os procedimentos descritos por Arelovich et al. (2000) e o nível máximo de toxidez tolerável para ovinos conforme o NRC (2005). Para fornecimento total de 300 mg de Zn dia⁻¹ a quantidade de Zn foi estabelecida considerando-se a concentração no sal mineral e acrescido $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. O PG foi fornecido em 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ (Kim et al., 2005) misturado diretamente no concentrado. O ajuste do PG foi realizado semanalmente de acordo com o peso médio em kgPV^{0,75} do grupo (n=8). Todos os animais foram suplementados em grupo em baias coletivas.

Foram utilizados vinte e quatro ovinos, mestiços Santa Inês, machos, peso inicial, 19,3 ± 2,52 kg, quatro meses de idade, oito repetições por tratamento, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso. Os animais foram mantidos em lotação contínua e

pesados semanalmente para acompanhamento do ganho de peso diário e ajuste da suplementação.

Foi adotado taxa de lotação de 0,4 ha cabeça⁻¹ considerando animal de 30 kg de PV (Araújo Filho, 1990). Os animais foram direcionados para o pasto às 7:00h e recolhidos ao aprisco às 16:00h, e divididos em baias coletivas conforme seus respectivos tratamentos. Em seguida, foram suplementados com concentrado em 0,7% do PV médio de cada lote de acordo com os diferentes tratamentos. O concentrado foi à base de milho, farelo de soja e calcário, formulados conforme recomendações do NRC (2007), para categoria de terminação e previsão de ganho de peso médio de 150 g dia⁻¹.

Foi realizado acompanhamento sanitário dos animais por meio de uso do método famacha, e foram vermifugados conforme os procedimentos descritos por Molento et al. (2004).

2.2.4. Mensurações da frequência das espécies e disponibilidade de forragem

As ocorrências dos principais grupos e espécies forrageiras foram determinadas através do método de ranqueamento, avaliando-se a frequência das espécies herbáceas e a disponibilidade de matéria seca (MS). Para ocorrência, as espécies foram amostradas a partir da observação em um quadrante de 0,25 m², lançada de forma sistemática ao longo de linhas, a cada 4 m, totalizando 50 pontos de amostragens (Araújo Filho, 2013). Foi analisado o percentual das principais espécies forrageiras do estrato herbáceo na área, e as espécies identificadas pelo nome vulgar e científico. A frequência foi obtida para o período total do ensaio nos meses de março e abril.

Para estimativa da disponibilidade de forragem em peso foi realizado a coleta da forragem do estrato herbáceo contido dentro do perímetro do quadrante a cada 12 m. O material foi pesado logo em seguida à amostragem, e pré-seco em estufa a 55°C por 72 horas, e pesado novamente para determinar a disponibilidade de MS ha⁻¹.

2.2.5. Determinação do consumo total e diferenciado, e da digestibilidade

Quatro ensaios de consumo e digestibilidade foram realizados na época chuvosa nos meses de março a junho, com intervalo de 28 dias entre os períodos. Foi determinado o consumo total de nutrientes, e foi proposto determinar o consumo diferenciado das principais forrageiras contidas na área. Para determinação do consumo total foi utilizado o indicador externo LIPE[®] (patente n° BR0304736-9) administrado oralmente pela manhã, 0,25 g animal dia⁻¹, por um período de sete dias. Os dois dias iniciais constituíram o período de adaptação e estabilização do indicador pelo trato gastrintestinal, e por cinco dias, realizado as coletas de fezes diretamente da ampola retal (Saliba et al., 2015). As amostras de fezes foram acondicionadas e identificadas em sacos plásticos e congeladas em *freezer* à -20°C. Amostras compostas por animal, por período, foram pré-secas a 55,0 °C por 72 horas, e moídas para determinação do teor de LIPE[®] nas fezes e estimativa da produção fecal (PF) animal⁻¹ dia⁻¹ (Saliba et al., 2015), onde:

$$\text{Produção fecal (g dia}^{-1}\text{)} = \frac{\text{LIPE}^{\text{®}} \text{ fornecido (g)}}{\text{LIPE}^{\text{®}} \text{ nas fezes (g)}} (\text{x MS fecal})$$

Para coleta de extrusa ruminal e obtenção de amostras mais fidedignas do pasto, foram utilizados dois animais dotados de cânulas no rúmen do setor de Nutrição de Ruminantes da Embrapa Caprinos e Ovinos, regulamentado pelo CEUA/UVA protocolo n° 011.12, para esse tipo de procedimento experimental. As amostras de extrusa ruminal do pasto foram coletadas mensalmente para determinação da digestibilidade e composição química do pasto.

O procedimento de coleta consistiu do esvaziamento de todo o conteúdo ruminal, que foi armazenado em recipientes plásticos limpos. Em seguida, os animais foram direcionados para pastejo por uma hora, e coletada a amostra de extrusa. Foi verificado líquido presente na amostra de extrusa não sendo removido, contudo, o excesso de líquido que permaneceu no rúmen não foi coletado após remoção da amostra sólida (Olson, 1991). Após esse processo, o conteúdo ruminal inicialmente retirado foi devolvido para o rúmen. A coleta de extrusa foi realizada por cinco dias, iniciando-se um dia antes da coleta de fezes nos animais utilizados para determinar o consumo.

O consumo total de MO foi calculado usando a produção de MS fecal estimada por meio de indicador LIPE[®] (Saliba et al., 2015). A digestibilidade considerada na equação foi a DIVMO determinada de acordo com Tilley e Terry (1963), onde:

$$\text{Consumo (g MS dia}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Produção de MS fecal (g dia}^{-1}\text{)}}{(1 - \text{Digestibilidade}/100)}$$

Para estabelecer o consumo diferenciado por ovinos e determinar as principais espécies consumidas foi utilizado o procedimento de marcador duplo (LIPE[®], externo; e lignina Klason - LK, interno) em uma adaptação da fórmula dos *n-alcanos* usada por Doves e Meyes (1991) conforme Silva (2007).

Foi adotado como critério o uso de espécies-chave para inserção no modelo utilizado para quantificar o consumo diferenciado. As espécies-chave consistem em um conjunto característico de espécies presentes em um ecossistema, fornecendo uma estrutura apropriada de comunidade florística da área, constituindo-se do maior número possível de espécies nativas.

Na escolha das espécies-chave considerou-se o levantamento das principais espécies herbáceas a partir da obtenção das frequências, sendo selecionadas as espécies com maior distribuição na área, e relevância forrageira. A partir de observações do comportamento ingestivo dos animais verificou-se a predileção do estrato herbáceo e porções comestíveis de espécies de plantas arbóreo-arbustivas, como folhas e talos e selecionas as espécies arbóreas. Foi realizado levantamento de estudos fitossociológico, e de pesquisas que determinaram a composição botânica da dieta selecionada por ovinos em áreas de pastagem nativa da Caatinga (Pfister, 1983; Kirmse, 1984; Pfister e Malecheck, 1986; Pimentel et al., 1992; Kawas, et al., 1999; Moreira et al., 2006; Santos et al., 2008, Araújo, 2015) também como critério para selecionar as principais espécies-chaves. Foram selecionadas 19 espécies classificadas em gramíneas (n=3) e leguminosas (n=13), ambas, do estrato herbáceo, e espécies arbóreas (n=3).

Tabela 1. Composição bromatológica das espécies potencialmente forrageiras da pastagem na área experimental

Espécies plantas (Nome Vulgar/Científico)	Nutrientes, %									
	MS ^B	MO	PB	EE	FDN	FDA	HCEL	CEL	LDA	LK
<i>Gramíneas</i>										
Barba de bode (<i>Cyperus unciualatus</i>)	43,8	91,6	10,2	5,32	66,7	37,3	29,5	34,8	2,14	17,0
Gramínea Nativa (<i>Cynodon</i> sp.)	42,0	86,7	8,71	5,83	62,5	33,2	29,2	28,1	4,48	15,6
Milhã (<i>Digitaria Sanguinalis</i> (L.). Scop)	28,2	93,5	9,70	5,54	69,6	35,1	34,5	27,1	25,8	16,6
<i>Leguminosas</i>										
S/N (<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze)	17,7	78,3	18,5	6,65	48,6	34,7	13,9	21,1	12,9	25,5
Amendoim bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i> L.)	38,2	93,0	12,5	6,73	36,9	28,9	8,03	21,8	21,0	17,5
Amendoim forrageiro (<i>Arachis dardani</i>)	36,3	92,9	14,8	5,3	47,1	32,9	14,3	25,8	16,8	19,2
Azedinho (<i>Oxalis corniculata</i> L.)	17,2	93,0	19,7	7,04	45,8	32,4	13,4	23,6	22,4	25,7
Bamburral (<i>Hyptis suaveolens</i>)	14,4	89,0	17,5	8,60	54,4	36,8	17,7	17,6	21,9	41,0
Beldroega (<i>Sesuvium portulacastrum</i>)	10,6	79,2	24,6	4,66	34,7	19,6	15,1	8,35	4,15	14,9
Bredo (<i>Amaranthus blitum</i>)	16,7	86,0	25,6	7,64	53,9	24,1	29,7	12,7	11,4	26,9
Cabeça branca (<i>Alternanthera tenella</i> Colla)	17,1	88,5	16,1	5,30	54,2	35,2	19,1	28,2	26,9	17,9
Camará (<i>Aspilia martii</i> Baker)	25,1	89,6	18,4	7,40	50,1	35,9	14,3	23,0	20,6	26,8
Centrosema (<i>Centrosema Pascuorum</i>)	22,0	93,0	22,3	6,61	48,2	35,2	13,0	26,0	24,2	27,1
Ervanço (<i>Alternanthera brasiliiana</i>)	13,5	84,2	21,3	4,65	48,8	27,0	21,8	18,7	7,66	17,6
Erva de ovelha (<i>Stylosanthes humilis</i>)	17,1	87,7	18,0	7,0	43,0	28,5	14,4	20,3	16,1	21,4
Crista-de-galo (<i>Heliontopium</i> sp.)	15,1	79,8	29,5	4,41	43,6	28,9	14,7	19,8	18,5	33,6
Jitirana (<i>Merremia aegyptia</i>)	20,6	89,5	19,8	5,00	49,9	37,3	12,6	21,7	13,0	33,9
Marianinha (<i>Commelina diffusa</i>)	14,9	84,9	21,4	6,10	53,1	32,8	20,3	24,4	16,6	19,4
Paco-paco (<i>Wissadula rostrata</i>)	26,7	90,1	19,3	7,00	50,5	27,0	23,5	30,4	18,2	23,3
Vassourinha de botão (<i>Borreria verticillata</i>)	38,7	90,4	13,2	4,89	42,8	34,7	8,10	29,1	6,70	19,8
<i>Arbustivas e arbóreas</i>										
Angico (<i>Anadenanthera colubrina</i>)	59,8	93,1	9,60	4,90	22,9	15,7	7,14	20,2	13,1	39,5
Catingueira (<i>Caesalpineia pyramidalis</i>)	39,4	93,5	16,6	8,00	38,3	23,0	15,3	20,8	9,20	18,3
Juazeiro (<i>Zizyphus joazeiro</i>)	47,2	93,4	17,7	4,48	60,9	36,8	24,1	20,7	16,0	32,5
Jucá (<i>Libidibia ferrea</i>)	42,7	9,52	21,0	15,7	29,4	19,7	9,69	21,8	7,79	16,8
Jurema preta (<i>Mimosa tenuiflora</i>)	36,8	90,5	18,1	8,50	53,3	37,6	15,6	18,1	21,5	43,9
Marmeleiro (<i>Croton sonderianus</i>)	29,7	92,0	17,1	8,40	49,6	34,8	14,8	19,4	16,9	41,2
Mofumbo (<i>Combretum leprosum</i>)	34,5	94,1	11,8	8,54	68,4	48,7	19,7	28,8	17,0	53,8
Pau branco (<i>Auxemma oncocalix</i>)	36,6	87,8	20,1	5,40	67,4	47,9	19,5	22,6	23,4	36,2
Sabiá (<i>Mimosa caesalpinifolia</i>)	36,1	93,8	19,1	11,5	64,2	40,3	23,8	19,3	21,2	50,5

^BMS = Matéria seca em base de matéria natural; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; HCEL = Hemiceluloses; CEL = Celulose; LDA = Lignina em detergente ácido; LK = Lignina Klason.

O consumo diferenciado foi determinado considerando-se a quantidade de LIPE[®] fornecido, sugerido como indicador externo, e a concentração deste nas fezes. Foi considerada a concentração de LK nas diferentes espécies potencialmente forrageiras contidas na área experimental e a concentração desta nas fezes, sendo a LK sugerido como marcador interno, pela adaptação da fórmula dos alcanos, descrita por Doves e Meyes (1991), conforme sugestão de Silva (2007):

$$\text{Consumo (g MS dia}^{-1} \text{ kg}^{-1}) = \frac{\text{LIPE}^{\text{®}} \text{ forn (g dia}^{-1} \text{ kg}^{-1})}{\left(\frac{\text{LIPE}^{\text{®}} \text{ fez (g dia}^{-1} \text{ kg}^{-1})}{\text{LK fez (g dia}^{-1} \text{ kg}^{-1}) - \text{LK for (g dia}^{-1} \text{ kg}^{-1})} \right) \times \text{LK for (g dia}^{-1} \text{ kg}^{-1})}$$

Em que, LIPE[®] forn: foi à quantidade de LIPE[®] administrado aos animais – 0,25 g animal⁻¹ dia⁻¹; LIPE[®] fez: a quantidade de LIPE[®] recuperada nas fezes de cada animal⁻¹ dia⁻¹; LK fez: Lignina Klason determinada em cada amostra fecal; LK forragem: Lignina Klason determinada em cada amostra de forragem.

Para determinação dos coeficientes de digestibilidade (%) foram utilizados os dados de consumo e produção fecal. A digestibilidade dos nutrientes foi obtida conforme recomendações de Silva e Leão (1979) e Maynard et al (1984).

2.2.6. Análises químicas

As análises químico-bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos. Amostras das espécies forrageiras, extrusas e fezes foram pré-secas a 55°C por 72 horas, e juntamente com o concentrado foram moídas em moinho de facas dotado de peneiras de 1 mm. Foram analisadas para MS (método 934.01; AOAC, 1990), cinzas (método; 938.08; AOAC, 1990), PB (método 968.06; AOAC, 1990) em aparelho Leco[®] (CN628, St. Josesh, MI, EUA) e EE (método 920.39; AOAC, 1990). A MO foi calculada como a diferença entre a MS e o teor de cinzas. Para FDN e FDA foram analisadas conforme Van Soest et al. (1991) com adaptação para análise em autoclave conforme Senger et al. (2008). O teor de LDA (método 973.18D; AOAC, 1990). A LK foi analisada por meio de hidrólise ácida de acordo com Hatifield et al. (1994).

2.2.7. Procedimentos de análise estatística

Para avaliação dos parâmetros de consumo (total e diferenciado) e digestibilidade foram analisados segundo o delineamento inteiramente ao acaso. As diferenças estatísticas dos parâmetros de aditivos e nos períodos foram determinadas utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + AD_i + a_{ij} + P_k + (AD*P)_{ik} + e_{ijkl}$$

Em que, μ = média geral; AD_i = efeito fixo dos aditivos ($i = S-CT; S-Zn; S-PG$); a_{ij} = efeito residual aleatório associado ao animal; P_k = efeito fixo de período ($k = \text{março; abril; maio; junho}$); $(AD*P)_{ik}$ = interação aditivo*período; e_{ijkl} = erro experimental associado à observação do animal em cada mês.

As médias foram comparadas utilizando-se o teste *Tukey-Kramer* admitindo significância de 0,05. Utilizou-se o procedimento *Proc GLM* do *Statistical Analysis System - SAS*® 9.0.

Foi realizada uma análise descritiva para as avaliações de disponibilidade e frequência das espécies herbáceas.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição das espécies do estrato herbáceo foi de 28,0% de gramíneas, e em maior parte de leguminosas, 72,0% (Tabela 2). A área de pastagem no início do estudo apresentou disponibilidade de MS total do estrato herbáceo de 1897 kg hectare⁻¹, sendo favorecidos pela boa média de precipitação de chuvas nos primeiros meses do período chuvoso (Tabela 2; Figura 2).

Tabela 2. Disponibilidade do estrato herbáceo, expresso em MS, e composição florística da pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso

Disponibilidade de MS kg ha ⁻¹			Composição florística, %	
Leguminosas	Gramíneas	Total	Leguminosas	Gramíneas
1364	533	1897	71,9	28,1

Kawas et al. (1999) determinaram a disponibilidade de biomassa e a composição florística do estrato herbáceo em pastagem nativa da Caatinga, em meados da estação chuvosa, na região de Sobral, com composição da vegetação do pasto formado por 43,1% de gramíneas, 52,6% de dicotiledôneas e 1,1% de espécies arbustivas.

As espécies herbáceas mais frequentes na área foram o amendoim forrageiro (*Arachis dardani* Krapov., & W.C. Greg.), azedinho (*Oxalis corniculata* L.) bamburral (*Hyptis suaveolens*), cabeça branca (*Alternanthera tenella* colla), cachinho (*Acalypha communis*), camará (*Aspilia martii* Baker), centrosema (*Centrosema Pascuorum* Mart. Ex Benth.), ervaço (*Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze), erva de ovelha (*Stylosanthes humilis*), jitirana (*Merremia aegyptia*), marianinha (*Commelina diffusa*), milhã (*Digitaria Sanguinalis* (L.) Scop), paco-paco (*Wissadula rostrata*) destacaram-se os teores de PB das leguminosas com variações de 12,5 a 29,5% de PB (Tabelas 1 e 3).

Tabela 3. Frequência das principais espécies herbáceas potencialmente forrageiras em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso

<i>Espécies de plantas</i>	Frequência	
	Absoluta	Relativa
Amendoim forrageiro (<i>Arachis dardani</i> Krapov. & W.C. Greg.)	23	3,69
Azedinho (<i>Oxalis corniculata</i> L.)	92	14,7
Bamburral (<i>Hyptis suaveolens</i>)	84	13,5
Cabeça branca (<i>Alternanthera tenella</i> colla)	03	0,481
Cachinho (<i>Acalypha communis</i>)	88	14,1
Camará (<i>Aspilia martii</i> Baker)	20	3,21
Centrosema (<i>Centrosema Pascuorum</i> Mart. Ex Benth.)	59	9,46
Ervanço (<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze)	41	6,57
Erva de ovelha (<i>Stylosanthes humilis</i>)	10	1,60
Jitirana (<i>Merremia aegyptia</i>)	49	7,85
Marianinha (<i>Commelina diffusa</i>)	46	7,37
Milhã (<i>Digitaria Sanguinalis</i> (L.). Scop)	54	8,65
Paco-paco (<i>Wissadula rostrata</i>)	55	8,81
Total	624	100

Para caracterizar melhor o pasto foi determinado à composição de nutrientes dietéticos das extrusas nos diferentes meses do período experimental (Tabela 4). Evidenciaram-se variações na qualidade da composição das extrusas durante os meses para proteína bruta (19,2% a 13,1%), digestibilidade da matéria seca (53,7% a 44,1%) e orgânica (46,8% e 35,9%) nos meses de março e junho, respectivamente (Tabela 4).

Em pesquisa com caprinos suplementados na fase de terminação em pastagem nativa da Caatinga Carvalho Júnior et al. (2011) observaram relação na composição de matéria seca e proteína bruta com o período chuvoso, em maio e junho, e no final, em julho, acarretando em diminuição dos teores destas frações. Pfister e Malechek (1986) reportaram declínio gradual nos teores de PB de dietas selecionadas por ovinos e caprinos no período chuvoso 18% de PB em maio até o período seco 12% de PB em dezembro em pastagem de Caatinga. Ainda nesta pesquisa, no início do período chuvoso (janeiro) os teores de PB foram próximos de 25%, em seguida diminuíram (17% PB) em meados do período chuvoso (abril). Araújo Filho (2013) reportou valores médios no período chuvoso e seco de 17,0% e 11,7% de PB, respectivamente, em dieta obtida por ovinos. Os valores obtidos nesta pesquisa (Tabela 4) parecem satisfatórios para atender as exigências de proteína de animais criados nesse tipo de pastagem, ressaltando-se observar a disponibilidade para degradação no rúmen para o aproveitamento pelos microrganismos.

Tabela 4. Composição da extrusa ruminal[†] coletada em ovinos, obtidas em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso

Variáveis	Períodos				
	Março	Abril	Mai	Junho	Concentrado ^β
MS, [¥] %	11,8	12,8	14,2	15,8	87,7
% MS					
MO	81,9	81,0	79,8	81,9	91,3
PB	19,2	18,7	17,6	13,1	25,4
NIDN	5,64	4,98	4,60	3,73	20,3
NIDN, % do nitrogênio total	51,8	56,7	59,8	52,9	17,5
Extrato etéreo	7,60	7,65	8,68	11,1	6,40
FDN	59,8	65,6	67,5	61,7	13,7
FDNcp [‡]	49,4	56,1	58,2	52,6	10,9
FDA	49,0	53,2	53,7	51,4	12,1
Hemiceluloses	10,7	12,7	13,8	9,40	6,49
Celulose	25,3	24,9	24,7	24,9	5,32
Lignina em detergente ácido	21,3	19,3	17,5	21,4	1,30
Lignina Klason	36,2	38,9	37,1	40,7	4,10
DIVMS [†]	53,7	40,8	42,4	44,1	95,4
DIVMO	46,8	33,3	35,3	35,9	93,9

[†]Extrusas coletadas com prévio esvaziamento do rúmen após uma hora de pastejo em área de Caatinga raleada; ^βMilho, farelo de soja e calcário; [¥]Matéria seca em base de matéria natural; [‡]FDNcp = FDN corrigido para cinzas e proteína; [†]Conforme Tilley e Terry (1963).

Ruminantes em livre pastejo são seletivos quanto à escolha do que consumir e, em geral, selecionam uma dieta com melhor qualidade (elevada digestibilidade e teor de proteína, e menos compostos secundários) do que a média da biomassa vegetal em oferta (NRC, 2007). Dessa forma, mesmo no período chuvoso onde há maior oferta de massa forrageira constituída por uma variada quantidade de espécies, naturalmente ocorrem alterações na proporção e qualidade dos constituintes dietéticos obtidos por ovinos em pastejo ao longo desse período.

Não houve efeito dos aditivos e interação aditivo x período para CMO e CPB (g dia⁻¹, g kgPV^{0,75-1} e %PV; P>0,05; Tabela 5). Para CMO nos diferentes períodos foram obtidas maiores ingestões no início do período chuvoso (março) comparado aos demais meses. O CMO foi 23,9% superior no mês de março comparado a junho. Para CPB houve decréscimo mensal no consumo, com maior diferença entre os meses do início e o final do período estudado, sendo 54,5% menor no mês de junho comparado a março (P<0,05; Tabela 5).

Tabela 5. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso no consumo de nutrientes

Variáveis	Aditivos [‡]			Períodos ^β				EPM [¥]	Valor- <i>p</i> [†]		
	S-CT	S-Zn	S-PG	Mar	Abr	Mai	Jun		AD	P	ADxP
<i>Matéria orgânica</i>											
g dia ⁻¹	537	537	546	628 ^a	551 ^b	503 ^b	502 ^b	5,71	0,56	<,0001	0,57
g kgPV ^{0,75-1}	58,1	55,3	56,0	68,0 ^a	57,9 ^b	52,0 ^c	49,7 ^c	0,21	0,49	<,0001	0,93
%PV	2,75	2,60	2,63	3,24 ^a	2,74 ^b	2,44 ^{bc}	2,30 ^c	0,05	0,52	<,0001	0,97
<i>Proteína bruta</i>											
g dia ⁻¹	75,5	74,7	71,7	101 ^a	82,1 ^b	62,6 ^c	49,5 ^d	1,03	0,33	<,0001	0,58
g kgPV ^{0,75-1}	7,62	7,13	7,38	11,0 ^a	8,56 ^b	6,44 ^c	4,88 ^d	0,06	0,41	<,0001	0,82
%PV	0,36	0,33	0,35	0,52 ^a	0,40 ^b	0,30 ^c	0,23 ^d	0,01	0,44	<,0001	0,89

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de *Tukey-Kramer* ($P < 0,05$).

[‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de ZnSO₄.7H₂O para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado. ^βMar=Março; Abr=Abril; Mai=Maio; Jun=Junho;

[¥]EPM=Erro padrão da média; [†]AD=Aditivo; P=Período; AD x P=interação entre aditivos e períodos.

O NRC (2007) preconiza para cordeiros de peso vivo similares aos desta pesquisa consumo de 64,5 g de MS kgPV^{0,75-1}. Considerando-se o valor médio de MO (81,0%) da dieta selecionada nos diferentes períodos, e, que desse total, a exigência de MO seria de 52,2 g kgPV^{0,75-1}, foi verificado um déficit desse consumo apenas no fim do período chuvoso (junho). Para CPB a recomendação é de 11,7 g PB kgPV^{0,75-1}. Conforme verificado na composição protéica das extrusas e o consumo de PB g kgPV^{0,75-1} observado neste estudo (Tabelas 4 e 5), as exigências de PB foram supridas apenas no mês de março.

A menor ingestão nos períodos finais está relacionada às alterações do comportamento de pastejo, sendo afetada pela maior concentração de chuva nos meses de abril e maio e, em adição, à baixa disponibilidade e qualidade nutricional da biomassa do pasto no mês de junho notadamente a DIVMO (Tabela 4). Além disso, as alterações nos consumos podem ser afetadas pela pressão de pastejo, uma vez que, os animais permaneceram na área durante toda a fase de terminação, mas também podem ser causadas por menor disponibilidade de espécies de maior predileção pelos animais e, ou, pela baixa qualidade da dieta ingerida (Pimentel et al., 1992) como ocorreu nesta pesquisa no mês de junho comparado a março.

Em estudo em pastagem nativa da Caatinga raleada e enriquecida com capim massai, nos períodos das águas, transição e seca, Araújo (2015) avaliou o consumo de ovelhas Somalis com suplementação em níveis crescentes de concentrado, e obteve consumo de MS

médio de 675 g dia⁻¹ e 53,9 g kgPV^{0,75-1}, nos períodos águas-transição. Considerando-se somente o consumo médio do pasto, foram obtidos valores 412 g MS dia⁻¹, e 80,2 g PB dia⁻¹ neste mesmo período. Em pesquisa (Kawas et al., 1999) sobre o efeito da suplementação com grãos no consumo e digestibilidade do pasto e dietas por caprinos em pastagem da Caatinga, no período chuvoso, foi observado CMO total para animais não suplementados e suplementados (0,6 %PV, valor próximo desta pesquisa) de 325 e 377 g dia⁻¹ e de 50,5 e 54,4 g kgPV^{0,75-1}, respectivamente.

Estudos indicaram que o consumo de PB por ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso não foi condição limitante no atendimento da demanda dos animais (Pfister, 1983; Pfister e Malechek, 1986). Contudo, quando considerado o teor de proteína do pasto em termo bruto, faz-se necessário quantificar a disponibilidade para devido aproveitamento pelos microrganismos. Este fato denota que o aproveitamento das frações proteicas está relacionado às características como disponibilidade e/ou fatores ligantes associadas às essas proteínas, como, compostos secundários, ligninas, afetando a degradação e liberação dos constituintes protéicos no rúmen e absorção pelo animal (Makkar, 2003). Estes aspectos quando não levando em consideração, pode implicar em falha acerca de indicações sobre o adequado aproveitamento do pasto da Caatinga, e a necessidade de suplementações estratégicas para complementar e maximizar o consumo e, conseqüente, desempenho dos animais.

Algumas espécies contidas na área estudada e coletadas nos dois meses iniciais apresentaram elevados teores de PB, entre as quais [Gramíneas - milhã (*Digitaria Sanguinalis* (L.). Scop)], e [Leguminosas - cabeça branca (*Alternathera tenella* Colla), Marianinha (*Commelina diffusa*) vassourinha de botão (*Borreria verticillata*), erva de ovelha (*Stylosanthes humilis*), paco-paco (*Wissadula rostrata*) e azedinho (*Oxalis corniculata* L.)], porém, também com altos teores de lignina (Tabela 1). Durante os meses do período chuvoso ocorrem mudanças na composição química das plantas, com aumento da formação de ligações PB-lignina o que pode implicar em ineficiência no aproveitamento da PB da dieta pelo animal (no rúmen) devido à diminuição da digestibilidade ao longo dos meses (Tabela 4).

A alteração na composição botânica de parte da dieta nesse período é decorrente da menor disponibilidade e qualidade das frações herbáceas, e porções comestíveis dos arbustos e árvores. Contudo, parte da dieta, principalmente, no fim do período chuvoso, apresenta em sua composição folhas de espécies caducifólias, por conta do declínio da biomassa disponível (Pfister e Malechek, 1986). Embora não usualmente considerado como forragem nos

tradicionais inventários de plantas para pastejo, a serrapilheira é constituída de folhas de árvores caducifólias (como, pau-branco, sabiá e juazeiro), sendo importante componente dietético de ovinos em pastejo, principalmente no fim do período chuvoso e estendendo-se até o período seco (Pfister et al., 1983). Provavelmente, essas condições podem também ter favorecido a diminuição do CMO e CPB e consequente digestibilidade, assim como, das frações fibrosas.

Não houve efeito dos aditivos, e interação aditivo x período para consumo das frações fibrosas (CFDN, CFDA, CCEL) em g dia^{-1} , $\text{g kgPV}^{0,75-1}$ e %PV ($P>0,05$; Tabela 6). O consumo das frações fibrosas nos períodos foi maior no mês de março ($P<0,05$; Tabela 6). No mês de junho o consumo foi inferior em relação ao período inicial (março) com diminuição do CFDN (em 34,8%), CFDA (33,3%) e CCEL (39,4%). Ao mesmo tempo, seguiu-se um padrão de diminuição do consumo para os demais períodos (abril e maio) em relação ao período inicial, contudo, sendo mais evidenciado no mês de junho.

O consumo é inversamente relacionado com o teor de FDN em dietas com valores de proteína de 6-8% e FDN superior a 60% (Van Soest, 1994; Coelho da Silva, 2011), uma vez que, existe correlação da FDN e o volume e/ou densidade energética dos alimentos. Por outro lado, o consumo por animais em pastejo também é influenciado pela digestibilidade da dieta ingerida (Mertens, 1994; Coelho da Silva, 2011). Assim, o consumo está limitado pela demanda de energia e não pelo efeito de enchimento do alimento quando a FDN for abaixo de 50% a 60%. Nesta pesquisa, não foi verificada maiores alterações nos teores de FDN obtida do pasto no decorrer dos períodos com valor médio de 63,7%, contudo houve diminuição da DIVMO (23,3%; Tabela 4) do início do período chuvoso em relação aos meses de abril, maio e junho, o que implicou em diminuição do consumo nestes períodos ($P<0,05$; Tabelas 5 e 6).

Tabela 6. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso no consumo das frações fibrosas

Variáveis	Aditivos [‡]			Períodos ^β				EPM [¥]	Valor-p [†]		
	S-CT	S-Zn	S-PG	Mar	Abr	Mai	Jun		AD	P	ADxP
<i>Fibra em detergente neutro</i>											
g dia ⁻¹	246	234	243	290 ^a	239 ^b	231 ^b	203 ^c	3,17	0,33	<,0001	0,52
g kgPV ^{0,75-1}	25,5	23,9	24,7	31,4 ^a	25,0 ^b	23,8 ^b	20,0 ^c	0,13	0,39	<,0001	0,82
%PV	1,21	1,12	1,16	1,50 ^a	1,18 ^b	1,12 ^b	0,93 ^c	0,03	0,42	<,0001	0,89
<i>Fibra em detergente ácido</i>											
g dia ⁻¹	207	197	205	251 ^a	205 ^b	181 ^c	173 ^{cd}	2,68	0,35	<,0001	0,53
g kgPV ^{0,75-1}	21,4	20,1	20,8	27,1 ^a	21,4 ^b	18,7 ^c	17,1 ^c	0,12	0,40	<,0001	0,82
%PV	1,01	0,94	0,98	1,29 ^a	1,01 ^b	0,88 ^c	0,79 ^c	0,03	0,42	<,0001	0,89
<i>Celuloses</i>											
g dia ⁻¹	106	101	105	130 ^a	107 ^b	97,7 ^c	84,3 ^d	1,39	0,35	<,0001	0,53
g kgPV ^{0,75-1}	11,01	10,32	10,67	14,0 ^a	11,1 ^b	9,95 ^b	8,32 ^c	0,08	0,40	<,0001	0,82
%PV	0,52	0,49	0,50	0,67 ^a	0,53 ^b	0,47 ^b	0,39 ^c	0,06	0,42	<,0001	0,89

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de *Tukey-Kramer* (P<0,05).

[‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de ZnSO₄.7H₂O para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado. ^βMar=Março; Abr=Abril; Mai=Maio; Jun=Junho;

[¥]EPM=Erro padrão da média; [†]AD=Aditivo; P=Período; AD x P=interação entre aditivos e períodos.

Os maiores consumos de nutrientes dietéticos no período chuvoso, em pastagens nativas do semiárido, são favorecidos pela quantidade e qualidade do pasto nos meses compreendidos entre o início e meados do período chuvoso. Além disso, devido à efemeridade de algumas espécies, há mudança na constituição do dossel das pastagens, e sucessão por outras espécies. Áreas de pastagem nativa com manejo apropriado (taxa de lotação) propicia condição de seletividade para adequado consumo de nutrientes, com possibilidade de atender às exigências nutricionais dos ovinos, principalmente da PB, ressaltando-se os aspectos de disponibilidade dessa fração ao ataque microbiano.

Foi verificada maior digestibilidade da matéria orgânica (DMO) para S-PG. Para DFDA foi obtido maiores coeficientes para S-CT e S-PG (P<0,05; Tabela 7). Considerando-se os coeficientes de digestibilidade nos períodos verificaram-se maiores valores em março, ao mesmo tempo, com redução da digestibilidade da PB (em 57,0%), e das frações fibrosas (FDN, 39,7%; FDA, 36,4%; CEL, 46,5%) no mês de junho (P<0,05; Tabela 7).

Tabela 7. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso na digestibilidade de nutrientes

Variáveis [£]	Aditivos [‡]			Períodos ^β				EPM [¥]	Valor-p [†]		
	S-CT	S-Zn	S-PG	Mar	Abr	Mai	Jun		AD	P	ADxP
<i>Coefficiente de digestibilidade, %</i>											
DMO [£]	54,7 ^b	53,5 ^b	56,2 ^a	59,8 ^a	54,5 ^b	53,8 ^b	51,1 ^c	0,35	0,01	<,0001	0,83
DPB	36,0	36,1	40,2	52,6 ^a	40,8 ^b	33,7 ^c	22,6 ^d	0,87	0,09	<,0001	0,87
DFDN	47,9	44,9	48,0	56,9 ^a	47,2 ^b	49,2 ^b	34,3 ^c	0,58	0,05	<,0001	0,73
DFDA	50,0 ^a	46,6 ^b	50,3 ^a	60,9 ^a	48,3 ^b	48,0 ^b	38,7 ^c	0,55	0,01	<,0001	0,46
DCEL	41,1	39,8	40,8	53,8 ^a	39,3 ^b	40,3 ^b	28,8 ^c	0,79	0,80	<,0001	0,57

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de *Tukey-Kramer* ($P < 0,05$).

[‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml $kgPV^{0,75-1}$ animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado. ^βMar=Março; Abr=Abril; Mai=Maio; Jun=Junho;

[£]DMO, DPB, DFDN, DFDA, DCEL = Digestibilidade da MO, PB, FDN, FDA e Celulose.

[¥]EPM=Erro padrão da média; [†]AD=Aditivo; P=Período; AD x P=interação entre aditivos e períodos.

Kawas et al. (1999) obtiveram DMO em caprinos em pastagem nativa da Caatinga sem ou com suplementação de 0,6 %PV de 49,6 e 56,4%, respectivamente, durante o período chuvoso. Em relação à composição química e a DIVMO em ovinos em pastagem nativa da Caatinga, foram observadas alterações na digestibilidade resultando em diminuição nos meses de abril (60,6%) para agosto (52,3%) (Pfister e Malecheck, 1986). Araújo (2015) verificou valores de digestibilidade da FDN (58,1 e 49,8%) e da FDA (58,9 e 40,6%) em ovelhas na caatinga sem suplementação no período das chuvas e transição, respectivamente, valores próximos aos obtidos nesta pesquisa.

A interação de alguns fatores podem explicar as diferenças no consumo e na digestibilidade entre os meses no período chuvoso. Primeiro, provavelmente, houve maior atividade seletiva pelos animais, com maior parte da composição dietética contendo um *blend* de algumas leguminosas herbáceas e partes de folhas de arbustos, principalmente, a partir dos meses de maio a junho, implicando em menor DIVMO. Pfister e Malechek (1986) reportaram que a digestibilidade desses constituintes selecionadas são moderadamente baixas. Segundo, os compostos polifenólicos secundários nestas espécies, como os taninos, também podem ter favorecido a redução na DIVMO e da DPB e DFDA (Pfister e Malechek, 1986).

A baixa ingestão de alimentos ricos em taninos é geralmente atribuída à adstringência, com conseqüente sensação de paladar desagradável ao ingerir a forragem. Além disso, a baixa taxa de digestão (maior preenchimento rúmen) na presença de taninos poderia ser responsável

pela menor ingestão de alimento. Outros estudos também sugeriram menor taxa de digestão de alimentos *in vivo* na presença de taninos condensados (Makkar, 2003).

Além disso, durante os períodos de coletas, foi visualizado na composição física das extrusas, mesmo não sendo realizada a quantificação botânica, que a partir do mês de maio, houve maior participação de frações oriundas de folhas de arbustos e árvores, além de folhas secas de pau-branco e sabiá. Essas frações, por exemplo, apresentaram maior lignificação, com teores de 23,4% (pau-branco) e 21,2% (sabiá) de lignina (Tabela 1), favorecendo para declínio nos teores de proteína e da digestibilidade. A redução é atribuída à maior participação de caule e de folhas de plantas lenhosas ricas em compostos secundários, que por sua vez, aumenta à medida que há maior participação de arbustos na dieta durante os meses finais do período chuvoso (Pfister et al., 1983; Moreira et al., 2006).

Para o consumo diferenciado foram consideradas somente as espécies-chave que de maior participação na dieta dos ovinos ao longo do período chuvoso selecionadas conforme os critérios citados anteriormente (Tabela 8). As principais espécies-chave estabelecidas foram subdivididas em gramíneas: barba de bode (*Cyperus unciulatus* Schrad. ex Ness), gramínea nativa (*Cynodon* sp.), milhã (*Digitaria Sanguinalis* (L.) Scop); leguminosas herbáceas: ervanço (*Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze), cabeça branca (*Alternanthera tenella* Colla), bredo (*Amaranthus blitum*), amendoim forrageiro (*Arachis dardani*), camará (*Aspilia martii* Baker), vassourinha de botão (*Borreria verticillata*), centrosema (*Centrosema pascuorum* Mart. Ex Benth.), marianinha (*Commelina diffusa*), S/N (*Delilia biflora* (L.) Kuntze), azedinho (*Oxalis corniculata* L.), beldroega (*Sesuvium portulacastrum*), erva-de-ovelha (*Stylosanthes humilis*), paco-paco (*Wissadula rostrata*); e as principais espécies leguminosas arbóreas: pau branco (*Auxemma oncoocalix*), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), totalizando 19 espécies (Tabela 8),.

Para consumo diferenciado não houve efeito dos aditivos ($P > 0,05$) para seleção das espécies. Nos períodos não houve maiores alterações na proporção das espécies ingeridas ao longo dos meses ($P < 0,05$; Tabela 8). De maneira geral, os resultados sugerem que a ingestão para cada espécie foi variável com os meses, porém entre as espécies o comportamento foi similar. Embora não determinado à composição florística em cada mês, pela comparação por espécie parece haver pouca variação. Foram obtidos maiores consumos no mês de abril comparado a maio, exceto, para o consumo de juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), que foi maior em março ($P < 0,05$; Tabela 8).

Tabela 8. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso sobre o consumo diferenciado

Consumo diferenciado, g dia ⁻¹ (em base de MS)	Aditivos [‡]			Períodos ^β				EPM [¥]	Valor-p [†]		
	S-CT	S-Zn	S-PG	Mar	Abr	Mai	Jun		AD	P	ADxP
<i>Gramíneas</i>											
Barba de bode (<i>Cyperus unciualatus</i> Schrad. ex Ness)	22,8	22,2	22,6	22,8 ^{ab}	23,4 ^a	21,6 ^b	22,2 ^{ab}	0,19	0,46	0,018	0,32
Gramínea Nativa (<i>Cynodon</i> sp.)	19,9	19,4	19,8	19,9 ^{ab}	20,4 ^a	18,9 ^b	19,5 ^{ab}	0,17	0,48	0,010	0,31
Milhã (<i>Digitaria Sanguinalis</i> (L.). Scop)	21,2	20,7	21,1	21,3 ^{ab}	21,8 ^a	20,1 ^b	20,8 ^{ab}	0,18	0,46	0,009	0,32
<i>Leguminosas herbáceas</i>											
Ervanço (<i>Alternanthera brasiliana</i> Mart.)	22,0	21,4	21,9	22,1 ^{ab}	22,6 ^a	20,9 ^b	21,5 ^{ab}	0,19	0,48	0,008	0,32
Cabeça branca (<i>Alternanthera tenella</i> Colla)	24,5	23,9	24,3	24,6 ^{ab}	25,2 ^a	23,2 ^b	23,9 ^{ab}	0,21	0,45	0,007	0,32
Bredo (<i>Amaranthus blitum</i>)	38,6	37,6	38,3	38,7 ^{ab}	40,0 ^a	36,7 ^b	37,3 ^b	0,33	0,47	0,002	0,32
Amendoim forrageiro (<i>Arachis dardani</i>)	24,2	23,6	24,1	24,3 ^{ab}	25,0 ^a	23,0 ^b	23,6 ^{ab}	0,21	0,46	0,007	0,32
Camará (<i>Aspilia martii</i> Baker)	26,8	26,8	27,3	27,6 ^{ab}	28,4 ^a	26,1 ^b	26,8 ^{ab}	0,24	0,46	0,006	0,33
Vassourinha de botão (<i>Borreria verticillata</i>)	25,8	25,1	25,6	25,8 ^{ab}	26,6 ^a	24,5 ^b	25,1 ^{ab}	0,22	0,47	0,007	0,31
Centrosema (<i>Centrosema</i> sp.)	38,2	37,2	38,0	38,3 ^{ab}	39,6 ^a	36,2 ^b	37,0 ^b	0,33	0,46	0,003	0,31
Marianinha (<i>Commelina diffusa</i>)	31,6	30,8	31,4	31,6 ^{ab}	32,7 ^a	30,0 ^b	30,7 ^b	0,27	0,46	0,004	0,32
S/N (<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze)	34,7	33,8	34,5	34,8 ^{ab}	36,0 ^a	33,0 ^b	33,6 ^b	0,30	0,47	0,003	0,31
Azedinho (<i>Oxalis corniculata</i> L.)	34,6	33,7	34,4	34,7 ^{ab}	35,9 ^a	32,9 ^b	33,5 ^b	0,29	0,47	0,003	0,31
Beldroega (<i>Sesuvium portulacastrum</i>)	19,7	19,2	19,5	19,7 ^{ab}	20,2 ^a	18,6 ^b	19,3 ^{ab}	0,17	0,46	0,010	0,33
Erva de ovelha (<i>Stylosanthes humilis</i>)	25,9	25,3	25,8	26,0 ^{ab}	26,7 ^a	24,6 ^b	25,3 ^{ab}	0,22	0,478	0,006	0,31
Paco-paco (<i>Wissadula rostrata</i>)	38,1	37,1	37,8	38,1 ^{ab}	39,5 ^a	36,2 ^b	36,8 ^b	0,33	0,46	0,007	0,31
<i>Leguminosas arbóreas</i>											
Pau branco (<i>Auxemma onocalix</i>)	49,6	48,3	49,3	49,7 ^{ab}	51,6 ^a	47,2 ^b	47,8 ^b	0,42	0,45	0,003	0,32
Sabiá (<i>Mimosa caesalpinifolia</i>)	24,1	23,4	23,9	24,1 ^{ab}	24,8 ^a	22,8 ^b	23,5 ^{ab}	0,21	0,46	0,001	0,329
Juazeiro (<i>Zizyphus joazeiro</i>)	35,5	34,6	35,5	46,3 ^a	33,1 ^b	30,4 ^c	31,1 ^{bc}	0,32	0,48	0,007	0,32
Consumo total	558	544	555	570^a	573^a	526^b	539^a	4,79	0,46	0,001	0,31

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de Tukey-Kramer (P<0,05).

[‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de ZnSO₄.7H₂O para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado. ^βMar=Março; Abr=Abril; Mai=Maio; Jun=Junho; [¥]EPM=Erro padrão da média; [†]AD=Aditivo; P=Período; AD x P=interação entre aditivos e períodos.

A elevada contribuição de plantas anuais, como as leguminosas herbáceas ocorre pela maior distribuição das espécies na área e, ao mesmo tempo, apresentam um ciclo fenológico mais prolongado quando comparadas as gramíneas, que são mais efêmeras. As gramíneas e as leguminosas herbáceas contribuem com cerca de 70% da dieta de ruminantes no período chuvoso, e, especificamente na dieta de ovinos, a participação de gramíneas e ervas de folha larga constituem 85,9% (Araújo Filho, 2013). Considerando-se a participação de cada planta na composição dietética do consumo diferenciado por ovinos nos quatro períodos, e, relacionando-a com a composição química (e.g., PB e FDN) foi observado que espécies de leguminosas herbáceas contribuíram em média com 73,4% do CPB e 61,7% do CFDN total na dieta ingerida pelos animais (Tabelas 1; 6 e 8). Este aspecto denota quando há disponibilidade do estrato herbáceo constituído por uma maior fração de leguminosas, implica numa maior condição de atendimento das exigências, e.g. PB, devido aos elevados teores deste nutriente contidos nestas espécies (12,5 a 29,5% de PB; Tabela 1) conforme este estudo. Contudo, são necessários que sejam atendidos os conceitos de disponibilidade e qualidade da pastagem nativa para fins pastoris. Desta forma, a proteína não parece ser o nutriente limitante, principalmente, no período chuvoso caso estes aspectos sejam respeitados.

Nesta pesquisa, mesmo diante da elevada concentração proteica nas espécies, durante os meses de abril, maio e junho o CPB foi abaixo de 11,7 g kgPV^{0,75-1} (NRC, 2007). Além disso, os baixos valores de digestibilidade durante esses meses também afetara o CPB.

A composição da dieta obtida foi influenciada pelo mês de coleta, uma vez que, há variação na composição dietética, diretamente relacionada à disponibilidade da forragem ao longo do ano, e regulada pela precipitação chuvosa, o que implica no desenvolvimento pleno das plantas em épocas distintas, sendo maior no período chuvoso (Santos et al., 2008). Neste período, os ovinos e caprinos selecionam dietas contendo leguminosas herbáceas, brotos e folhas de árvores e arbustos (Pfister e Malechek, 1986), situação semelhante a esta pesquisa.

Araújo (2015) determinou o consumo diferenciado por ovelhas no período chuvoso (em abril) em pastagem nativa da Caatinga, através de análises micro-histológicas nas fezes, e conforme o grau de consumo, para espécies preferidas e desejáveis, foi observado as seguintes espécies: bredo (*Amaranthus blitum*), cabeça branca (*Alternanthera tenella* Colla), ervanço (*Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze), pau branco (*Auxemma oncoalyx*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), jucá (*Libidibia ferrea*), jetirana (*Ipomoea* sp.), beldroega (*Sesuvium portulacastrum*), amendoim forrageiro (*Arachis* sp.), centrosema (*Centrosema* sp.), erva de

ovelha (*Stylosanthes humilis*), barba-de-bode (*Cyperus unciualatus* Schrad. ex Ness), capim gramão (*Cynodon dactylon*), malva branca (*Herissantia tiubae*, K.Schum. Brizicky), malva (*Melochia corchorifolia* L.), capa-bode (*Melochia pyramidata* L.), paco-paco (*Wissadula rostrata*), jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), sendo correspondente a 52,6% das espécies-chave que representaram a dieta dos ovinos neste estudo (Tabela 8).

Santos et al. (2008) ressaltaram que a proporção das espécies na dieta selecionada pelos animais apresenta percentuais diferentes da composição do pasto. A variação na composição botânica dietética de ovinos relaciona-se à estratégia alimentar em áreas de pastagem nativa, capacidade de selecionar a dieta em área de pastagem heterogênea, e, ao mesmo tempo, com elevada quantidade de espécies, aliado a habilidade de selecionar numa condição de elevada disponibilidade de forragem (Pimentel et al., 1992). Contudo, os autores ressaltaram a necessidade de pesquisas que possam detalhar a complexidade do comportamento ingestivo de ovinos em condições de pastagem da Caatinga para melhor entendimento desses fatores.

O consumo obtido a partir do somatório do consumo diferenciado foi em média de 552 g MS, verificando-se adequada estimativa do consumo diferenciado pelo uso do LIPE[®] e a LK. Contudo, foi observado que esses resultados foram satisfatórios e coerentes quando adotado o uso das principais espécies-chave ajustando-se ao modelo com o uso do marcador duplo (Doves e Mayes, 1991; Silva, 2007).

2.4. CONCLUSÕES

O fornecimento dos aditivos Zn e PG não propicia incremento no consumo de nutrientes por ovinos em pastagem nativa da Caatinga.

A pastagem nativa da Caatinga apresenta biomassa com elevados teores de proteína e matéria orgânica digestível no período chuvoso. No entanto, há diminuição do consumo por ovinos devido ao declínio da qualidade, principalmente da matéria orgânica digestível e, na disponibilidade do pasto, que foi afetada pela estiagem nos últimos meses.

A técnica do duplo indicador LIPE[®] e LK, no modelo proposto propicia adequadas estimativas do consumo diferenciado.

LITERATURA CITADA

AOAC. Official Methods of Analysis. 15.ed. Rev. Gaithersburg, Maryland, USA, 1990.

ARAÚJO FILHO, J.A. Manipulação da vegetação lenhosa da Caatinga para fins pastoris. Sobral-CE. Embrapa Caprinos. 1990. 18p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 11).

ARAÚJO FILHO, J.A. Manejo pastoril sustentável da Caatinga. 1.ed. Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200p.

ARAÚJO, A.R. *Composição botânica e qualidade do pasto selecionado por ovelhas em Caatinga raleada e enriquecida*. 2015. 125f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ARELOVICH, H.M.; OWENS, F.N.; HORN, G.W.; VIZCARRA, J.A. Effects of supplemental zinc and manganese on ruminal fermentation, forage intake, and digestion by cattle fed prairie hay and urea. *J. Anim. Sci.*, v.78, p.2972-2979, 2000.

ARELOVICH, H.M.; AMELA, M.I.; MARTÍNEZA, M.F. et al. Influence of different sources of zinc and protein supplementation on digestion and rumen fermentation parameters in sheep consuming low-quality hay. *Small Rum. Res.*, v.121, p.175-182, 2014.

CARVALHO JÚNIOR, A.M.; PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, R.M. et al. Effect of supplementation on the performance of F1 crossbred goats finished in native pasture. *R. Bras. Zootec.*, v.40, p.2510-2517, 2011.

COELHO DA SILVA, J.F. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) *Nutrição de Ruminantes*. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.61-82.

CZERKAWISK, J.W.; BRECKERINDGE, G. Dissimilation of 1,2-propanediol by rumen microorganisms. *Br. J. Nutr.*, v.29, p. 317-330, 1973.

DOVE, H., MAYES, R.W. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Aust. J. Agric. Res.*, v.42, p.913-952, 1991.

GOOGLE EARTH. Guia do usuário. Acesso em: 06 de Nov. 2015.

HATFIELD, R.D.; JUNG, H.G.; RALPH, J. et al. A comparison of the insoluble residues produced by the Klason lignin and acid detergent lignin procedures. *J. Sci. Food Agric.*, v.65, p.51-58, 1994.

HEADY, H.F.; TORELL, D.T. Forage preferences exhibited by sheep with esophageal fistulas. *J. Range Manage.*, v. 12, p. 28-33, 1959.

HOLECHEK, J.L.; VAVRA, M.; PIEPER, R.D. Botanical composition determination of range herbivore diets: a review. *J. Range Manage.*, v.35, p.309-315, 1982.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Dados históricos de Sobral, CE. INMET, 2015. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 06 de nov. 2015.

KAWAS, J.R.; SCHACHT, W.H.; SHELTON, J.M. et al. Effects of grain supplementation on the intake and digestibility of range diets consumed by goats. *Small Rum. Res.* v.34, p.49-56, 1999.

KIM, Y.K.; CHOI, H.; MYUNG, K.H. Effects of propylene glycol on carcass traits and its related gene expression in Korean native steers. *J. Anim. Sci.*, v.83, p.344–349, 2005.

KIRMSE, R.D. *Effects of clearcutting on forage production, quality and decomposition in the caatinga woodland of Northeast Brazil. implications to goat and sheep nutrition.* 1984. 150f. Dissertation (Master degree in Range Science) - Utah State University, Logan.

KRISTENSEN, N.B.; DANFÆR, A.; RØJEN, B.A. et al. Metabolism of propionate and 1,2-propanediol absorbed from the washed reticulorumen of lactating cows. *J. Anim. Sci.*, v.80, p.2168–2175, 2002.

MAKKAR, H.P.S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Rum. Res.* v.49, p.241-256, 2003.

MAYNARD, L.A.; LOOSLI, B.S.; HINTZ, H.F. et al. (Eds). *Nutrição Animal.* 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G.C. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, WI: Am Soc Agron, 1994. p.450-493.

MOLENTO, M.B.; TASCA, C.; GALLO, A. et al. Método Famacha como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. *Ciência Rural*, v.34, p.1139-1145, 2004.

MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.41; p.1643-1651, 2006.

NRC. Mineral tolerance of animals. 2.ed. Washington D.C.: The National Academies Press, 2005.

NRC. Nutrient of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

OLSON, K.C. Diet sample collection by esophageal fistula and rumen evacuation techniques. *J. Range Manag.*, v.44, n.5, p.515-519, 1991.

PFISTER, J.D. *Nutrition and feeding behaviour of goats and sheep grazing deciduous shrub-woodland in Northeastern Brazil*. 1983. 130f. Thesis (Ph.D. in Range Science) - Utah State University, Logan.

PFISTER, J.A.; QUEIROZ, J.A. KIRMSE, R.D.; MALECHEK, J.C. Rangeland and small ruminant production in Ceara' State, Northeastern Brazil. *Rangelands*, v.5, p.72-76, 1983.

PFISTER, J.A.; MALECHECK, J.C. The voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep in the semi-arid tropics of northeastern Brazil. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.1078-1086, 1986.

PIMENTEL, J.C.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ARAÚJO FILHO, J.A. et al. Consumo voluntário de matéria orgânica por ovinos da raça Morada Nova em área de Caatinga raleada no sertão centro-norte do Ceará. *Rev.Bras. Zootec.*, v.21, p.233-241, 1992.

RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Uso de Indicadores para Estimativas de consumo a pasto e digestibilidade. In: 43 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 2006. v.35. p.323-352.

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M. Uso de indicadores na avaliação da digestibilidade em ruminantes. In: SILVA, L.F.S.; RENNÓ, F.P. (Org.). II Simpósio Internacional Avanços em técnicas de pesquisa em nutrição de ruminantes. 1ed. Pirassununga: USP, 2009, v.1, p. 50-67.

SALIBA, E.O.S.; FARIA, E.P.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Use of Infrared Spectroscopy to Estimate Fecal Output with Marker Lipe. *Int. J. Food Sci. Nutr. Diet.*, v.4, p.1-10, 2015.

SANTOS, G.F.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A. et al. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. *R. Bras. Zootec.*, v.37, p.1876-1883, 2008.

SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V. SANCHEZ, L.M.B. et al. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.146, p.169-174, 2008.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. (Ed). Fundamentos da nutrição de ruminantes. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

SILVA, J.J. *Indicadores de consumo total, consumo diferenciado e de cinética ruminal em bovinos leiteiros*. 2007. 78f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SILVA, N.L.; ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B. Manipulação da vegetação da Caatinga para produção sustentável de forragem. Sobral, Ceará: Embrapa Ovinos e Caprinos, 2007. 11p. (Circular Técnica, 34).

SODER, K.J.; GREGORINI, P.; SCAGLIA, G.; ROOK, A.J. Dietary Selection by Domestic Grazing Ruminants in Temperate Pastures: Current State of Knowledge, Methodologies, and Future Direction. *Rangeland Ecol Manage*, v.62, p.389-398, 2009.

TILLEY, J.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, v.18, p.104-111, 1963.

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

CAPÍTULO 3

3. EFEITO DE ADITIVOS EM OVINOS EM PASTAGEM NATIVA DA CAATINGA NO PERÍODO CHUVOSO: II. EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de aditivos em ovinos no período chuvoso em pastagem nativa da Caatinga na emissão de CH₄. Os tratamentos foram compostos por aditivos, a saber: ausência de aditivo, controle (S-CT), adição de ZnSO₄.7H₂O (S-Zn), e adição de propilenoglicol (PG; S-PG), e quatro períodos (meses) de avaliações. Foram utilizados quinze ovinos, mestiços Santa Inês, machos, inteiros, peso inicial de 19,8 ± 1,64 kg, com quatro meses de idade, sendo cinco repetições por tratamento, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso. Quatro coletas de metano foram realizadas no período chuvoso entre os meses de março a junho/2014. A emissão do CH₄ entérico emitido pelos animais foi determinada mediante a técnica do gás traçador interno SF₆. Houve maior emissão g CH₄ dia⁻¹ para S-PG comparado a S-CT e S-Zn (P<0,05). Contudo, não foi verificado efeito de aditivo para CMO, CFDN e emissão de g CH₄ expressa em função dos CMO e CFDN (g dia⁻¹ e g kgPV^{0,75-1}; P>0,05). Nos períodos, houve maior CMO e CFDN em março, e maior emissão g CH₄ dia⁻¹ no mês de maio comparado a junho, assim como, para emissão de CH₄ em g MO⁻¹ ingerida (g dia⁻¹ e kgPV^{0,75-1}; P<0,05). Para emissão de CH₄ total em kg no período de março a junho, perfazendo 112 dias de avaliação, houve maior emissão para S-PG comparado a S-CT e S-Zn (P<0,05). Não houve efeito dos aditivos na emissão kg CH₄ por unidade de produto (P>0,05). Os resultados deste estudo sugerem que os aditivos não apresentam efeito benéfico para mitigar a emissão de CH₄ por ovinos. As emissões de CH₄ por ovinos terminados em pastagem nativa da Caatinga sofrem alterações no período chuvoso devido a flutuações da disponibilidade e qualidade da biomassa do pasto.

Palavras-chave: CH₄, pasto nativo, propilenoglicol, semiárido, SF₆, zinco

ABSTRACT

The aim was to evaluate the effect of additives at sheep in native pasture of Caatinga in the wet season on methane enteric emission. The treatments were composed by additives, to know: without additive, control; S-CT, addition of the $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (S-Zn), and addition of propylene glycol (PG; S-PG), and 4-periods (months) of evaluation. Fifteen sheep, crossbreed Santa Ines, males, entire, weight initial $19,8 \pm 1,64$ kg, 4-mo old, five replications by treatments, assigned in a randomized design, were used. Four-collects of methane enteric were realized, during the months March-June/2014, with intervals of 28-d between periods. Methane enteric produced and emitted by animals was performed by technique tracer gas, SF_6 . There was a higher CH_4 emission g d^{-1} to S-PG compared to S-CT and S-Zn ($P < 0.05$). Therefore, was no verified effect of additive for intake organic matter and neutral detergent fiber (OMI, NDFI) and g CH_4 emission expressed in CMO and NDFI (g d^{-1} and $\text{g kgLW}^{0.75} \text{d}^{-1}$; $P > 0.05$). In the periods, there was higher OMI and NDFI in March, and higher CH_4 emission g day^{-1} in the month of May compared to June, well as, CH_4 emission in g OM^{-1} ingested (g day^{-1} and $\text{g kgLW}^{0.75} \text{d}^{-1}$; $P < 0.05$). Total emission of CH_4 in kg, from March to June, to evaluated by 112-days, there was a greater flux of CH_4 by the S-PG compared to S-CT and S Zn ($P < 0.05$). There was no effects of additives on emission kg CH_4 when expressed by unit of product, in kg ($P > 0.05$). The results of this study suggest that the additives do not showed beneficial effect to mitigate the CH_4 emission by sheep. The CH_4 emissions by sheep finished in condition of native pasture of the Caatinga are affected by the rainfall season due the fluctuations, in both, availability and in quality of the pasture.

Keywords: CH_4 , native grass, propylene glycol, semiarid, SF_6 , zinc

3.1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de alimentos para produção de pequenos ruminantes no semiárido brasileiro é caracterizado pela sazonalidade da produção de forragem ao longo do ano. As chuvas são concentradas em curto período do ano (fevereiro a junho), ambos, disponibilidade e qualidade das forragens são comprometidos na estação seca. Contudo, mesmo no período de maior disponibilidade, ocorrem elevados gastos energéticos por ruminantes em pastejo, e conseqüente menor desempenho (Animut et al., 2005). O fornecimento do suprimento de nutrientes, como proteínas e minerais. e.g. zinco, e maior aporte energético, e.g. propilenoglicol podem melhorar a utilização dos alimentos minimizando perdas enérgicas.

A produção de CH₄ através da fermentação entérica é motivo de preocupação em todo o mundo por sua contribuição para acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, bem como, desperdício de energia alimentar pelo o animal, sendo que 5-9% da energia bruta dietética perdida nessa via (Blaxter e Clapperton, 1965; Hook et al., 2010). Portanto, o aumento na eficiência de utilização de energia pode incrementar a produtividade na pecuária, e diminuir as emissões de CH₄ por ruminantes. A manipulação do ambiente ruminal com diferentes aditivos pode melhorar a eficiência de fermentação e aumentar a produção animal (Arelovich et al., 2014).

Pesquisas anteriores indicaram, que a adição de 250 a 400 mg de Zn kg⁻¹ matéria seca, em animais alimentados com forragem de baixa qualidade e ureia, retarda o acúmulo de amônia e aumenta a proporção molar de propionato em bovinos de corte (Arelovich et al., 2000). Contudo, essa ação do Zn pode estar associada à qualidade da dieta, porque não foi evidenciado efeito significativo da adição de Zn sobre os parâmetros ruminais de bovinos alimentados com fontes proteicas oriundas do feno de alfafa, grãos de cevada e farelo de girassol em comparação a ureia (Arelovich et al., 2008).

O fornecimento de PG aumenta a concentração de propionato no rúmen (Kristensen et al., 2002; Kim et al., 2005). A fermentação do PG no rúmen pode implicar em inibição da produção de CH₄, com menores perdas de energia. Além disso, favorece um aumento de propionato no líquido ruminal implicando em efeitos benéficos acerca de menor energética, por ser uma via competitiva de uso de H₂ (Hungate, 1966), propiciando menor produção de CH₄ através da metanogênese. Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de aditivos em ovinos no período chuvoso em pastagem nativa da Caatinga na emissão de metano.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Declaração de ética no uso de animais

Todos os procedimentos e manuseio de todos os animais experimentais foram realizados de acordo com os protocolos aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Minas Gerais (CEUA/UFMG, n°321/2013).

3.2.2. Local e caracterização da área experimental

A pesquisa foi conduzida no Setor de Doenças de Ovinos e Caprinos (SEDOC), Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, no Nordeste do Brasil, 3°45'51.59"S e 40°21'04.24"O, a 92 m de altitude acima do nível do mar. Foram utilizados oito hectares de uma área de pastagem nativa da Caatinga, manipulada através de raleamento conforme Silva et al. (2007). Os solos dominantes na área foram os litólicos distróficos, planossolos e brunos não-cálcicos. Os ensaios foram realizados no período chuvoso (Março a Junho/2014), com precipitação de 514 mm, temperatura e umidade relativa do ar média de 26,5°C e 78,0%, respectivamente.

3.2.3. Tratamentos e animais experimentais

Os tratamentos foram compostos por aditivos, a saber: ausência de aditivo, controle (S-CT); adição de sulfato zinco heptahidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) com disponibilidade de 22,5% de Zn, (S-Zn); e adição de propilenoglicol (Lote 55065-USP) (PG; S-PG) e quatro períodos (meses) de avaliação. Foi fornecido sal mineral para ovinos com composição conforme especificação do fabricante (Ca = 82,0 g, Co = 30,0 mg, Cu = 350 mg, Cr = 11,7 mg, S = 11,7 g, P = 60,0 g, I = 50,0 mg, Mn = 1200 mg, Mo = 180 mg, Se = 15 mg, Na = 132 g e Zn = 2600 mg), por kg de produto, para todos os tratamentos. A quantidade inicial de sal fornecida para os animais foi de 30 g animal⁻¹ dia⁻¹ realizando-se ajuste da partir de observação residual no cocho. Para fornecimento de Zn foram adotados os procedimentos descritos por Arelovich et al. (2000) e o nível máximo de toxidez tolerável para ovinos conforme o NRC (2005). Para fornecimento total de 300 mg de Zn dia⁻¹ a quantidade de Zn foi estabelecida

considerando-se a concentração no sal mineral e acrescido $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. O PG foi fornecido em $2,5 \text{ ml kgPV}^{0,75^{-1}} \text{ animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Kim et al., 2005) misturado diretamente no concentrado. O ajuste do PG foi realizado semanalmente de acordo com o peso médio em $\text{kgPV}^{0,75}$ do grupo ($n=5$). Todos os animais foram suplementados em grupo em baias coletivas.

Foram utilizados quinze ovinos, mestiços Santa Inês, machos, peso inicial, $19,8 \pm 1,64$ kg, quatro meses de idade, cinco repetições por tratamento, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso. Os animais foram mantidos em lotação contínua e pesados semanalmente para acompanhamento do ganho de peso diário e ajuste da suplementação.

Foi adotado taxa de lotação de $0,4 \text{ ha cabeça}^{-1}$ considerando animal de 30 kg de PV (Araújo Filho, 1990). Os animais foram direcionados para o pasto às 7:00h e recolhidos ao aprisco às 16:00h, e divididos em baias coletivas conforme seus respectivos tratamentos. Em seguida, foram suplementados com concentrado em 0,7% do PV médio de cada lote de acordo com os diferentes tratamentos. O concentrado foi à base de milho, farelo de soja e calcário, formulados conforme recomendações do NRC (2007), para categoria de terminação e previsão de ganho de peso médio de 150 g dia^{-1} .

Foi realizado acompanhamento sanitário dos animais por meio de uso do método famacha, e foram vermifugados conforme os procedimentos descritos por Molento et al. (2004).

3.2.4. Mensurações da frequência das espécies e disponibilidade de forragem

As ocorrências dos principais grupos e espécies forrageiras foram determinadas através do método de ranqueamento, avaliando-se a frequência das espécies herbáceas e a disponibilidade de matéria seca (MS). Para ocorrência, as espécies foram amostradas a partir da observação em um quadrante de $0,25 \text{ m}^2$, lançada de forma sistemática ao longo de linhas, a cada 4 m, totalizando 50 pontos de amostragens (Araújo Filho, 2013). Foi analisado o percentual das principais espécies forrageiras do estrato herbáceo na área, e as espécies identificadas pelo nome vulgar e científico. A frequência foi obtida para o período total do ensaio nos meses de março e abril.

Para estimativa da disponibilidade de forragem em peso foi realizado a coleta da forragem do estrato herbáceo contido dentro do perímetro do quadrante a cada 12 m. O

material foi pesado logo em seguida à amostragem, e pré-seco em estufa a 55°C por 72 horas, e pesado novamente para determinar a disponibilidade de MS ha⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1. Disponibilidade do estrato herbáceo, expresso em MS, e composição florística da pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso

Disponibilidade de MS kg ha ⁻¹			Composição florística, %	
Leguminosas	Gramíneas	Total	Leguminosas	Gramíneas
1364	533	1897	71,9	28,1

3.2.5. Determinação do consumo de nutrientes e amostragens do pasto

Quatro ensaios de consumo e digestibilidade foram realizados na época chuvosa nos meses de março a junho, com intervalo de 28 dias entre os períodos. Foi determinado o consumo total de nutrientes, e foi proposto determinar o consumo diferenciado das principais forrageiras contidas na área. Para determinação do consumo total foi utilizado o indicador externo LIPE[®] (patente n° BR0304736-9) administrado oralmente pela manhã, 0,25 g animal dia⁻¹, por um período de sete dias. Os dois dias iniciais constituíram o período de adaptação e estabilização do indicador pelo trato gastrointestinal, e por cinco dias, realizado as coletas de fezes diretamente da ampola retal (Saliba et al., 2015). As amostras de fezes foram acondicionadas e identificadas em sacos plásticos e congeladas em *freezer* à -20°C. Amostras compostas por animal, por período, foram pré-secas a 55,0 °C por 72 horas, e moídas para determinação do teor de LIPE[®] nas fezes e estimativa da produção fecal (PF) animal⁻¹ dia⁻¹ (Saliba et al., 2015), onde:

$$\text{Produção fecal (g dia}^{-1}\text{)} = \frac{\text{LIPE}^{\text{®}} \text{ fornecido (g)}}{\text{LIPE}^{\text{®}} \text{ nas fezes (g)}} (\times \text{MS fecal})$$

Para coleta de extrusa ruminal e obtenção de amostras mais fidedignas do pasto, foram utilizados dois animais dotados de cânulas no rúmen do setor de Nutrição de Ruminantes da Embrapa Caprinos e Ovinos, regulamentado pelo CEUA/UVA protocolo n° 011.12, para esse tipo de procedimento experimental. As amostras de extrusa ruminal do pasto foram coletadas mensalmente para determinação da digestibilidade e composição química do pasto.

O procedimento de coleta consistiu do esvaziamento de todo o conteúdo ruminal, que foi armazenado em recipientes plásticos limpos. Em seguida, os animais foram direcionados para pastejo por uma hora, e coletada a amostra de extrusa. Foi verificado líquido presente na amostra de extrusa não sendo removido, contudo, o excesso de líquido que permaneceu no rúmen não foi coletado após remoção da amostra sólida (Olson, 1991). Após esse processo, o conteúdo ruminal inicialmente retirado foi devolvido para o rúmen. A coleta de extrusa foi realizada por cinco dias, iniciando-se um dia antes da coleta de fezes nos animais utilizados para determinar o consumo (Tabela 2).

Tabela 2. Composição da extrusa ruminal[†] coletada em ovinos, obtidas em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso

Variáveis	Períodos				
	Março	Abril	Mai	Junho	Concentrado ^β
MS, ^γ %	11,8	12,8	14,2	15,8	87,7
% MS					
MO	81,9	81,0	79,8	81,9	91,3
PB	19,2	18,7	17,6	13,1	25,4
NIDN	5,64	4,98	4,60	3,73	20,3
NIDN, % do nitrogênio total	51,8	56,7	59,8	52,9	17,5
Extrato etéreo	7,60	7,65	8,68	11,1	6,40
FDN	59,8	65,6	67,5	61,7	13,7
FDNcp [‡]	49,4	56,1	58,2	52,6	10,9
FDA	49,0	53,2	53,7	51,4	12,1
Hemiceluloses	10,7	12,7	13,8	9,40	6,49
Celulose	25,3	24,9	24,7	24,9	5,32
Lignina em detergente ácido	21,3	19,3	17,5	21,4	1,30
Lignina Klason	36,2	38,9	37,1	40,7	4,10
DIVMS [†]	53,7	40,8	42,4	44,1	95,4
DIVMO	46,8	33,3	35,3	35,9	93,9

[†]Extrusas coletadas com prévio esvaziamento do rúmen após uma hora de pastejo em área de Caatinga raleada; ^βMilho, farelo de soja e calcário; ^γMatéria seca em base de matéria natural; [‡]FDNcp = FDN corrigido para cinzas e proteína; [†]Conforme Tilley e Terry (1963).

O consumo total de MO foi calculado usando a produção de MS fecal estimada por meio de indicador LIPE[®] (Saliba et al., 2015). A digestibilidade considerada na equação foi a DIVMO determinada de acordo com Tilley e Terry (1963), onde:

$$\text{Consumo (g MS dia}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Produção de MS fecal (g dia}^{-1}\text{)}}{(1 - \text{Digestibilidade}/100)}$$

3.2.6. Determinação da emissão de metano entérico

Quatro coletas da emissão dos gases foram realizadas no período chuvoso nos meses de março a junho, com intervalo de 28 dias, subseqüente aos ensaios de consumo. A determinação do metano produzido e emitido pelos animais foi mediante a técnica do gás traçador interno SF₆ (Johnson e Johnson, 1995) com adequações para mensurações em ovinos. As cápsulas de liberação controlada de SF₆ foram introduzidas no rúmen por meio de deglutição forçada com uso de sonda esofágica, em cada animal, 28 dias antes da primeira coleta. A coleta foi realizada por dois períodos consecutivos de 48 horas, por animal, mensalmente. As cápsulas de SF₆ foram calibradas para liberar de 1-2 mg de SF₆ a cada 24 horas, sendo considerado que o SF₆ e o CH₄ seguiram padrões de emissão semelhantes. Os gases quantificados foram emitidos da boca e narinas do animal e misturados ao ar ambiente.

Com finalidade de evitar alterações do padrão de comportamento normal dos animais, deslocamento, apreensão e consumo de forragem, previamente, foram submetidos à adaptação aos aparatos utilizados para mensuração de CH₄. Os aparatos foram dotados de cabresto de *nylon* com três pontos de fixação (boca, ganacha e inserção do pescoço atrás das orelhas), válvula para controle de vazão, filtro de partículas, mangueira em espiral com reguladores de engate rápido em uma das extremidades e cilindro *inox* de 445 cm³. A outra extremidade da mangueira, responsável pela captação dos gases emitidos para armazenamento nos cilindros, foi fixada no cabresto do animal em aba de couro presa ao cabresto e sobreposta ao espelho nasal próximo às narinas e a boca do animal.

O cilindro foi acoplado num tipo de bolsa presa ao dorso do animal. O cilindro foi previamente limpo com nitrogênio puro 5.0 (grau de pureza: 99,999%, para aplicação em cromatografia com detector *Flame Ionization Detector* - FID), e esvaziado a vácuo para conter pressão negativa. O regulador de ingresso foi calibrado para cada período de coleta de quatro dias consecutivos. Dois cilindros (brancos) foram distribuídos na área em altura semelhante ao alcance de pastejo dos animais para correção dos gases contidos no ambiente. O fluxo de CH₄ emitido pelo animal foi calculado correlacionando-o ao fluxo de SF₆, uma vez que a taxa de liberação do gás traçador no rúmen foi determinada previamente (Johnson e Johnson, 1995).

Os valores da emissão de CH₄ foram calculados em g dia⁻¹. A partir destes resultados, realizaram-se interrelações com parâmetros produtivos, e determinado à emissão de CH₄ em

função dos consumos de MO e FDN (g dia^{-1} e $\text{g kgPV}^{0,75-1}$), emissão de CH_4 total em função do ganho de peso no período (GPP) e por kg de carcaça fria, em kg.

3.2.7. Análises químicas

As análises químico-bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos. Amostras das espécies forrageiras, extrusas e fezes foram pré-secas a 55°C por 72 horas, e juntamente com o concentrado foram moídas em moinho de facas dotado de peneiras de 1 mm. Foram analisadas para MS (método 934.01; AOAC, 1990), cinzas (método; 938.08; AOAC, 1990), PB (método 968.06; AOAC, 1990) em aparelho Leco[®] (CN628, St. Josesh, MI, EUA) e EE (método 920.39; AOAC, 1990). A MO foi calculada como a diferença entre a MS e o teor de cinzas. Para FDN e FDA foram analisadas conforme Van Soest et al. (1991) com adaptação para análise em autoclave conforme Senger et al. (2008). O teor de LDA (método 973.18D; AOAC, 1990). A LK foi analisada por meio de hidrólise ácida de acordo com Hatifield et al. (1994). As concentrações de CH_4 (ppm) e SF_6 (ppt) em cromatografia gasosa usando detectores com captura de elétrons (350°C) e chama de ionização (250°C), respectivamente (Pinares-Patiño et al., 2011). As análises foram realizadas na Embrapa Gado de Corte.

3.2.8. Procedimentos de análise estatística

Para avaliação da emissão de CH_4 (g dia^{-1}) e a emissão de CH_4 em função dos consumos de MO e FDN (g dia^{-1} e $\text{g kgPV}^{0,75-1}$) foram analisados segundo o delineamento inteiramente ao acaso. As diferenças estatísticas dos parâmetros de aditivos e nos períodos foram determinadas utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + AD_i + a_{ij} + P_k + (AD*P)_{ik} + e_{ijkl}$$

Em que, μ = média geral; AD_i = efeito fixo dos aditivos ($i = \text{S-CT; S-Zn; S-PG}$); a_{ij} = efeito residual aleatório associado ao animal; P_k = efeito fixo de período ($k = \text{março; abril; maio; junho}$); $(AD*P)_{ik}$ = interação aditivo*período; e_{ijkl} = erro experimental associado à observação do animal em cada mês.

Para avaliação da emissão de CH_4 em função dos parâmetros de produção, seguiu- o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + AD_i + a_{ij} + e_{ijk}$$

Em que, μ = média geral; AD_i = efeito fixo dos aditivos ($i = S-CT; S-Zn; S-PG$); a_{ij} = efeito residual aleatório associado ao animal; e_{ijk} = erro experimental associado à observação.

As médias foram comparadas utilizando-se o teste *Tukey-Kramer* admitindo significância de 0,05. Utilizou-se o procedimento *Proc GLM* do *Statistical Analysis System - SAS*[®] 9.0.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve maior emissão g CH₄ dia⁻¹ para S-PG comparado a S-CT e S-Zn (P<0,05). Contudo, não foi verificado efeito de tratamento para CMO, CFDN e emissão g CH₄ expressa em função dos CMO e CFDN (g dia⁻¹ e g kgPV^{0,75-1}; P>0,05; Tabela 3). Nos períodos, houve maior CMO e CFDN em março, e maior emissão g CH₄ dia⁻¹ no mês de maio comparado a junho, assim como, para emissão de CH₄ em g MO⁻¹ ingerida (g dia⁻¹ e g kgPV^{0,75-1}; P<0,05). Não houve efeito de período para emissão de CH₄ em função do CFDN (P>0,05; Tabela 3).

Considerando-se os períodos, os menores consumos de MO e fibra a partir do mês de abril foram afetados pela quantidade e qualidade do pasto, que apresentaram menores teores de digestibilidade *in vitro* da MS e da MO (Tabela 2). A maturação do pasto nativo da Caatinga durante o período chuvoso altera completamente a estrutura químico-física do ambiente de alimentação (Pfister et al., 1988). Segundo os autores há diminuição do estrato herbáceo, e, ao mesmo tempo, as espécies arbustivas anuais crescem durante os meses de janeiro a maio, a partir daí, tornando-se altamente lignificados, afetando a qualidade da dieta.

Tabela 3. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso na emissão de CH₄

Variáveis ^ε	Aditivos [‡]			Períodos ^β				EPM [¥]	Valor-p [†]		
	S-CT	S-Zn	S-PG	Mar	Abr	Mai	Jun		AD	P	ADxP
<i>Consumo, g dia⁻¹</i>											
MO	527	542	551	607 ^a	539 ^b	509 ^b	505 ^b	9,39	0,56	<,0001	0,57
FDN	231	236	246	279 ^a	233 ^b	235 ^b	204 ^c	5,47	0,33	<,0001	0,52
<i>Emissão de CH₄ em gramas (g)</i>											
dia ⁻¹	15,8 ^b	15,6 ^b	19,2 ^a	16,5 ^{ab}	17,2 ^{ab}	18,8 ^a	15,0 ^b	0,48	0,01	0,04	0,11
g MO ⁻¹	0,03	0,03	0,03	0,03 ^b	0,03 ^b	0,04 ^a	0,03 ^b	0,001	0,01	0,04	0,11
g MOkgPV ^{0,75-1}	0,29	0,30	0,35	0,27 ^b	0,31 ^b	0,37 ^a	0,31 ^b	0,01	0,09	0,04	0,12
g FDN ⁻¹	0,07	0,07	0,08	0,06	0,08	0,08	0,07	0,003	0,17	0,03	0,18
g FDNkgPV ^{0,75-1}	0,68	0,71	0,79	0,60	0,73	0,80	0,77	0,03	0,25	0,06	0,17

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de *Tukey-Kramer* (P<0,05).

[‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de ZnSO₄.7H₂O para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado. ^εMO=Matéria orgânica; FDN=Fibra em detergente neutro. ^βMar=Março; Abr=Abril; Mai=Maio; Jun=Junho; [¥]EPM=Erro padrão da média; [†]AD=Aditivo; P=Período; AD x P=interação entre aditivos e períodos.

Holter e Young (1992) reportaram a relação entre a produção de CH₄ e diversos fatores dietéticos como a composição química da dieta, ingestão de nutrientes e digestibilidade. Além disso, em decorrência da diminuição da qualidade do pasto (meses de abril a junho), que implicou em menor consumo, contribuiu para menor emissão de CH₄, principalmente no mês de junho (Tabela 3). Por outro lado, maiores ingestões favorecem a diminuição da emissão de CH₄ por unidade de alimento ingerido, o que está diretamente relacionado às alterações nas vias de fermentação e/ou diminuição do tempo de retenção (Kurihara et al., 1997). No mês de junho este último aspecto parece ter favorecido para menor emissão de CH₄.

Os minerais desempenham importante papel no ambiente ruminal, como nas mudanças na pressão osmótica, capacidade de tamponamento e taxa de diluição no rúmen. Foi demonstrado que a suplementação com ZnSO₄ em dietas de ruminantes em níveis superiores que 1000 ppm favoreceu para defaunação no rúmen (Kurihara et al., 1997). Os autores verificaram que a possível defaunação causada pela suplementação com ZnSO₄ pode resultar em diminuição da produção de CH₄. Além disso, pesquisas posteriores apontaram que maiores fornecimentos de Zn na dieta elevam a concentração de propionato e diminui a relação acetato:propionato (Arelovich et al., 2000; 2014).

Nesse sentido, essa menor relação também foi esperada nesta pesquisa e acreditava-se que a maior adição de Zn pudesse elavar a concentração de propionato no rúmen, considerada importante via competidora por hidrogênio (Hungate 1996). Contudo, foi observada emissão de CH₄ por ovinos do S-Zn semelhante a S-CT, não sendo verificado efeito do Zn na mitigação de CH₄ e, para ambos, foram obtidas menores emissões de CH₄ em relação a S-PG.

Em pesquisa avaliando o efeito da suplementação com ZnSO₄ em dietas contendo diferentes níveis de proteína (6,5 e 8,5% de PB, e 8,5% de PB + 35 g de ZnSO₄ animal⁻¹ dia⁻¹) para vacas leiteiras, foi observado que a possível defaunação ocasionada pelo sulfato de zinco diminuiu em 60% a emissão de CH₄, litro kg MS⁻¹ (P<0,01; Kurihara et al. 1997). Em estudo sobre o efeito da suplementação com fontes de zinco orgânico (ZnSO₄ e Zn-peptídios) para ovinos, foi observado que a suplementação com Zn-peptídios pode resultar em maior concentração de energia metabolizável dietética e produção de ácidos graxos de cadeia curta (Mallaki et al., 2015).

O PG é metabolizado no rúmen a lactato e propionato (Cozzi et al., 1996) o que possibilita captura de hidrogênio, e, conseqüente, diminuição na produção de CH₄. Contudo, a emissão de CH₄ para animais do S-PG foi 18,2% superior, fato não esperado. Em

contrapartida, nos meses, o maior consumo no mês de maio favoreceu uma maior emissão de CH₄ comparado a junho, devido provavelmente ao consumo de frações de baixa qualidade, implicando em maior retenção das frações fibrosas no rúmen. De maneira geral, as forrageiras tropicais apresentam maiores proporções de fibra comparadas às temperadas, contribuindo para fermentação acética, e maior produção de CH₄ g dia⁻¹. Ao mesmo tempo, esse tipo de fibra apresenta baixa digestibilidade, ao exemplo do observado neste estudo para composição do pasto, no final do período chuvoso (junho) (Tabela 2), com taxas de fermentação mais lenta, implicando em quantidades menores de substrato para os microrganismos metanogênicos (Van Soest, 1994).

O fluxo médio de emissão nesta pesquisa foi 16,9 g CH₄ animal dia⁻¹, considerando-se que os animais apresentaram 24,0 ± 1,81 kg de PV, com média de 540 g dia⁻¹ de CMO e 37,8% de DIVMO do pasto (Tabela 2 e 3), implicando em um fornecimento de 204 g MO digestível dia⁻¹. As emissões de CH₄ em função dos consumos de MO e FDN (0,03 e 0,07 g CH₄ dia⁻¹, respectivamente) não foram afetados pelos aditivos (Zn e PG), e os diferentes meses no período chuvoso, exceto no mês de maio onde houve maior emissão de CH₄. As taxas de emissão foram superiores aos observados por Leuning et al. (1999) com valores médios de 11,8 g CH₄ animal dia⁻¹. Ainda nesse estudo, os autores destacaram que as emissões foram relativas a ovinos com 27,0 kg de PV, CMS de 508 g animal⁻¹ dia⁻¹ e 69,5% a digestibilidade da MS do pasto.

Em avaliações do efeito da suplementação com leguminosas taniníferas tropicais como opção para mitigar a produção de CH₄ por ovinos, média de 27,9 ± 2,85 kg de PV, foram obtidas emissões com variações de 7,80 a 11,3 de g CH₄ dia⁻¹ (Moreira et al., 2013). Em outro estudo foi determinado o fluxo de CH₄ entérico por ovinos Somalis, média 26,8 ± 2,90 kg de PV, e observou-se valores de 14,9 e 11,4 g CH₄ animal dia⁻¹ alocados em áreas de Caatinga raleada enriquecida ou não, respectivamente (Mota, 2014). Ainda nesse estudo, foi observado fluxo de 0,013 g CH₄ g MO⁻¹ ingerida por animais em Caatinga raleada enriquecida, também no período chuvoso. Portanto, melhorias na eficiência de utilização de pastagens, bem como, uso de estratégias de suplementação podem diminuir as emissões de CH₄ por ovinos.

Não houve efeito dos aditivos para parâmetros de produção (P>0,05). Para emissão de CH₄ total em kg no período de março a junho, perfazendo 112 dias de avaliação, houve maior emissão para S-PG comparado a S-CT E S-Zn (P<0,05; Tabela 4). Não houve efeito dos aditivos na emissão kg CH₄ kg⁻¹ de ganho de peso no período, e kg CH₄ kg⁻¹ CF (P>0,05).

Tabela 4. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso na emissão de CH₄ em função de parâmetros de produção

Parâmetros	Aditivos [‡]			Valor- <i>p</i>	EPM [¥]
	S-CT	S-Zn	S-PG		
<i>Parâmetros de produção</i>					
Carcaça fria (CF, kg)	7,45	8,16	8,33	0,372	0,270
Ganho de peso no período (GPP, kg)	3,33	4,08	4,31	0,297	0,365
<i>CH₄, relação com parâmetros de produção</i>					
^β CH ₄ total, kg	1,81 ^b	1,71 ^b	2,20 ^a	0,013	0,057
kg CH ₄ kg GPT ⁻¹	0,688	0,411	0,700	0,087	0,072
kg CH ₄ kg PCF ⁻¹	0,248	0,209	0,271	0,012	0,009

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de *Tukey-Kramer* ($P < 0,05$).

[‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de ZnSO₄.7H₂O para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado.

^βCH₄ total=Emissão de metano total, em kg, durante o período chuvoso (março-junho por 112 dias). [¥]EPM=Erro padrão da média.

A emissão de CH₄ total foi 22,3% maior para os animais S-PG. Essa maior emissão não foi esperado, como mencionado anteriormente, pois o fornecimento do PG no concentrado poderia alterar o padrão de fermentação com menor produção de CH₄. Provavelmente, houve escape de PG da fermentação ruminal sendo absorvido através da parede do rúmen até o tratogastrointestinal e convertido em glicose pelo fígado (Cozzi et al., 1996).

A emissão média por kg de carcaça fria ou kg de produto, foi 0,243 kg CH₄. O conceito de intensidade de emissão de CH₄, que se baseia nas emissões por unidade de produto, parece refletir de forma mais precisa os efeitos de práticas de mitigação sobre o consumo, emissão de CH₄ e a produtividade animal (Hristov et al., 2013).

Os animais neste estudo apresentaram desempenho insatisfatório com ganhos de peso e produção de carcaça aquém do desejado. Contudo, a emissão de CH₄ baseada nos parâmetros produtivos não foi afetada pelos aditivos. A emissão de CH₄ correlacionada aos parâmetros produtivos faz-se importante, uma vez que alguns pesquisadores atribuem aos ruminantes criados em pastagens nativas, como os maiores emissores de gases de efeito estufa, CH₄. Por outro lado, para embasamento de inventários e estabelecimentos de práticas de mitigação, essas informações devem ser atreladas a pegada de carbono para produção de carne e outros produtos de origem animal.

3.4. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo sugerem que os aditivos não apresentam efeito benéfico para mitigar a emissão de CH₄ por ovinos. As emissões de CH₄ por ovinos terminados em pastagem nativa da Caatinga sofrem alterações no período chuvoso devido a flutuações da disponibilidade e qualidade da biomassa do pasto.

LITERATURA CITADA

ANIMUT, G.; GOETSH, A.L.; AIKEN, G.E. et al. Grazing behavior and energy expenditure by sheep and goats co-grazing grass/forb pastures at three stocking rates. *Small Rum. Res.*, v.59, p.191-201, 2005.

AOAC. Official Methods of Analysis. 15.ed. Rev. Gaithersburg, Maryland, USA, 1990.

ARAÚJO FILHO, J.A. Manipulação da vegetação lenhosa da Caatinga para fins pastoris. Sobral-CE. Embrapa Caprinos. 1990. 18p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 11).

ARAÚJO FILHO, J.A. Manejo pastoril sustentável da Caatinga. 1.ed. Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200p.

ARELOVICH, H.M.; OWENS, F.N.; HORN, G.W.; VIZCARRA, J.A. Effects of supplemental zinc and manganese on ruminal fermentation, forage intake, and digestion by cattle fed prairie hay and urea. *J. Anim. Sci.*, v.78, p.2972-2979, 2000.

ARELOVICH, H.M.; LABORDE, H.E.; AMELA, M.I. et al. Effects of dietary addition of zinc and (or) monensin on performance, rumen fermentation and digesta kinetics in beef cattle. *Span. J. Agric. Res.*, v.6, p.362-372, 2008.

ARELOVICH, H.M.; AMELA, M.I.; MARTÍNEZA, M.F. et al. Influence of different sources of zinc and protein supplementation on digestion and rumen fermentation parameters in sheep consuming low-quality hay. *Small Rum. Res.*, v.121, p.175-182, 2014.

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Brit. J. Nutr.*, v.19, p.511-522, 1965.

COZZI, G.; BERZAGHI, P. GOTTARDO, F. et al. Effects of feeding propylene glycol to mid-lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.64, p.43-51, 1996.

HATFIELD, R.D.; JUNG, H.G.; RALPH, J. et al. A comparison of the insoluble residues produced by the Klason lignin and acid detergent lignin procedures. *J. Sci. Food Agric.*, v.65, p.51-58, 1994.

HOLTER, J.B. and YOUNG, A.J. Methane prediction in dry and lactating Holstein cows *J. Dairy Sci.* v.75, p.2165-2175, 1992.

HOOK, S.E.; WRIGHT, A.D.G.; McBRIDE, B.W. Methanogens: Methane Producers of the Rumen and Mitigation Strategies. *Archaea*, v.2010, p.1-11, 2010.

HRISTOV, A.N.; OH, J.; FIRKINS, J.L. et al. SPECIAL TOPICS - Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *J. Anim. Sci.*, v.91, p.5045-5069, 2013.

HUNGATE, R.E. Quantities of carbohydrates fermentation products. IN: HUNGATE, R.E. (Ed.). The rumen and its microbes. New York: Academic Press Inc. (London). 1966. pp. 245-280.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Dados históricos de Sobral, CE. INMET, 2015. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 06 de nov. 2015.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane Emissions from Cattle. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.2483-2492, 1995.

KIM, Y.K.; CHOI, H.; MYUNG, K.H. Effects of propylene glycol on carcass traits and its related gene expression in Korean native steers. *J. Anim. Sci.*, v.83, p.344–349, 2005.

KRISTENSEN, N.B.; DANFÆR, A.; RØJEN, B.A. et al. Metabolism of propionate and 1,2-propanediol absorbed from the washed reticulorumen of lactating cows. *J. Anim. Sci.*, v.80, p.2168–2175, 2002.

KURIHARA, M.; SHIBATA, M. NISHIDA, T. et al. Methane production and its dietary manipulation in ruminants. In: ONODERA, R.; ITABASHI, H.; USHIDA, K. et al. (Eds). Rumen microbes and digestive physiology in ruminants. Tokyo: Japan Scientific Societies Press, Karger. 1997. p.199-208. (<http://core.ac.uk/download/files/379/11716425.pdf>).

LEUNING, R.; BAKER, S.K.; JAMIE, I.M. et al. Methane emission from free-ranging sheep: a comparison of two measurement methods. *Atmos. Environ.*, v.33, 1357-1365, 1999.

MOLENTO, M.B.; TASCA, C.; GALLO, A. et al. Método Famacha como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. *Ciência Rural*, v.34, p.1139-1145, 2004.

MALLAKI, M.; NOROUZIAN, M.A.; KHADEM, A.A. Effect of organic zinc supplementation on growth, nutrient utilization, and plasma zinc status in lambs. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, v.39, p.75-80, 2015.

MOREIRA, G.D.; LIMA, P.M.T.; BORGES, B.O. et al. Tropical tanniniferous legumes used as an option to mitigate sheep enteric methane emission. *Trop. Anim. Health Prod.*, v.45, p.879-882, 2013.

MOTA, C.M. *Fitossociologia e fluxo de emissão de metano entérico em áreas de Caatinga*. 2014. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral.

NRC. Mineral tolerance of animals. 2.ed. Washington D.C.: The National Academies Press, 2005.

NRC. Nutrient Requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

- OLSON, K.C. Diet sample collection by esophageal fistula and rumen evacuation techniques. *J. Range Manag.*, v.44, n.5, p.515-519, 1991.
- PFISTER, J.A.; MALECHECK J.C.; BALPH, D.F. Foraging behavior of goats and sheep in the *Caatinga* of Brazil. *J. Appl. Ecol.*, v.25, p.379-388, 1988.
- PINARES-PATIÑO, C.S.; LASSEY, K.R.; MARTIN, R.J. et al. Assessment of the sulphur hexafluoride (SF₆) tracer technique using respiration chambers for estimation of methane emissions from sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.166–167, p.201–209, 2011.
- SALIBA, E.O.S.; FARIA, E.P.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Use of Infrared Spectroscopy to Estimate Fecal Output with Marker Lipe. *Int. J. Food Sci. Nutr. Diet.*, v.4, p.1-10, 2015.
- SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B. et al. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.146, p.169–174, 2008.
- SILVA, N.L.; ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B. Manipulação da vegetação da *Caatinga* para produção sustentável de forragem. Sobral, Ceará: Embrapa Ovinos e Caprinos, 2007. 11p. (Circular Técnica, 34).
- TILLEY, J.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, v.18, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

CAPÍTULO 4

4. EFEITO DE ADITIVOS EM OVINOS EM PASTAGEM NATIVA DA CAATINGA NO PERÍODO CHUVOSO: III. DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso no desempenho e características da carcaça e da carne. Os tratamentos foram compostos por aditivos, a saber: ausência de aditivo, controle (S-CT), adição de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (S-Zn), e adição de propilenoglicol (PG; S-PG), e quatro períodos (meses) de avaliações. Foram utilizados vinte e quatro ovinos, mestiços Santa Inês, machos, inteiros, peso inicial de $19,3 \pm 2,52$ kg, com quatro meses de idade, sendo oito repetições por tratamento, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso. Foram avaliados desempenho, características de carcaça e componentes não carcaças, e parâmetros físico-químicos e atributos organolépticos na carne. Os aditivos não afetaram o desempenho e os parâmetros de carcaça em termos absoluto e relativo, a morfometria, e pesos dos cortes e seus rendimentos ($P > 0,05$). Não houve diferença nos pesos dos componentes não carcaças ($P > 0,05$), exceto para sangue e rins ($P < 0,05$). Os aditivos não afetaram as características organolépticas e aspectos físico-químicos da carne ($P > 0,05$), exceto cinzas ($P < 0,05$). Os aditivos, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ como fonte de Zn dietético e o PG não propiciam melhorias no desempenho e nas características de carcaça e da carne de ovinos terminados em pastagem nativa da Caatinga, durante o período chuvoso.

Palavras-chave: pasto nativo, propilenoglicol, semiárido, Zn

ABSTRACT

The aim was to evaluate the effect of additives at sheep in native pasture of Caatinga in the wet season on the performance and carcass and meat characteristics. The treatments were composed by additives, to know: without additive, control; S-CT, addition of the $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (S-Zn), and addition of propylene glycol (PG; S-PG), and 4-periods (months) of evaluation. Twenty-four sheep, crossbreed Santa Ines, males, entire, weight initial of 19.3 ± 2.52 kg, and 4-mo old, 8-replications by treatments, assigned in a randomized design, were used. Performance, carcass characteristics and non-carcass components, were evaluated. At meat, physical-chemical aspects and the organoleptic attributes. The additives did not affect the performance, parameters of carcass, in terms absolute and relative, carcass morphometric measurements, weight of the commercial cuts and yields ($P > 0.05$). There were not differences in the weights of non-carcass components ($P > 0.05$), except, for blood and kidneys ($P < 0.05$). The additives did not affect the organoleptic characteristics and physical-chemical aspects of the meat ($P > 0.05$), except for ash ($P < 0.05$). The additives, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, like source of dietetic zinc and the PG no provides improvement on performance and in the meat and carcass characteristics of sheep finished in native pasture of Caatinga.

Keywords: native pasture, propylene glycol, semiarid, Zn

4.1. INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga, caracterizado pela diversidade de espécies forrageiras nos diferentes estratos, herbáceo, arbustivo e arbóreo, é a vegetação predominante do semiárido do Nordeste brasileiro, onde 70% das espécies contidas neste bioma constituem a fração dietética dos ruminantes domésticos (Pfister e Malecheck, 1986).

Contudo, a alimentação de pequenos ruminantes nesta região, caracteriza-se na maioria dos sistemas de produção pela sazonalidade na produção de forragem ao longo do ano. Durante o período das chuvas, a biomassa forrageira da Caatinga é abundante e de elevada qualidade nutritiva, portanto, o aproveitamento dessa disponibilidade é favorável à terminação de pequenos ruminantes neste período. Na estação seca, há diminuição na disponibilidade e qualidade nutricional da fração fibrosa decorrente da lignificação da parede celular, e redução nos teores de proteína bruta, implicando em baixo desempenho animal.

Além disso, no período de maior disponibilidade de biomassa no pasto, pode haver perdas energéticas pelos ruminantes, fato que implica em baixo desempenho produtivo. Desta forma, a suplementação energético-proteica, além de outros constituintes dietéticos, como, propilenoglicol (Kim et al., 2005), eleva a eficiência no aproveitamento dos nutrientes, minimizando perdas energéticas, que poderá ser utilizada para elevar a produção de carne por animal e área.

Acredita-se que a suplementação mineral através do maior fornecimento de algumas frações de minerais, e.g. zinco, pode ser ferramenta importante no controle dos gastos energéticos de ruminantes, principalmente, com redução na produção de metano (Arelovich et al., 2014), contribuindo para aumento no desempenho produtivo destes animais.

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes aditivos na suplementação mineral em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso sobre o desempenho e características da carcaça e da carne.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Declaração de ética no uso de animais

Todos os procedimentos e manuseio de todos os animais experimentais foram realizados de acordo com os protocolos aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Minas Gerais (CEUA/UFMG, n°321/2013).

4.2.2. Local e caracterização da área experimental

A pesquisa foi conduzida no Setor de Doenças de Ovinos e Caprinos (SEDOC), Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, no Nordeste do Brasil, 3°45'51.59"S e 40°21'04.24"O, a 92 m de altitude acima do nível do mar. Foram utilizados oito hectares de uma área de pastagem nativa da Caatinga, manipulada através de raleamento conforme Silva et al. (2007). Os solos dominantes na área foram os litólicos distróficos, planossolos e brunos não-cálcicos. Os ensaios foram realizados no período chuvoso (Março a Junho/2014), com precipitação de 514 mm, temperatura e umidade relativa do ar média de 26,5°C e 78,0%, respectivamente.

4.2.3. Tratamentos e animais experimentais

Os tratamentos foram compostos por aditivos, a saber: ausência de aditivo, controle (S-CT); adição de sulfato zinco heptahidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) com disponibilidade de 22,5% de Zn, (S-Zn); e adição de propilenoglicol (Lote 55065-USP) (PG; S-PG) e quatro períodos (meses) de avaliação. Foi fornecido sal mineral para ovinos com composição conforme especificação do fabricante (Ca = 82,0 g, Co = 30,0 mg, Cu = 350 mg, Cr = 11,7 mg, S = 11,7 g, P = 60,0 g, I = 50,0 mg, Mn = 1200 mg, Mo = 180 mg, Se = 15 mg, Na = 132 g e Zn = 2600 mg), por kg de produto, para todos os tratamentos. A quantidade inicial de sal fornecida para os animais foi de 30 g animal⁻¹ dia⁻¹ realizando-se ajuste da partir de observação residual no cocho. Para fornecimento de Zn foram adotados os procedimentos descritos por Arelovich et al. (2000) e o nível máximo de toxidez tolerável para ovinos conforme o NRC (2005). Para fornecimento total de 300 mg de Zn dia⁻¹ a quantidade de Zn foi estabelecida

considerando-se a concentração no sal mineral e acrescido $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. O PG foi fornecido em $2,5 \text{ ml kgPV}^{0,75^{-1}} \text{ animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Kim et al., 2005) misturado diretamente no concentrado. O ajuste do PG foi realizado semanalmente de acordo com o peso médio em $\text{kgPV}^{0,75}$ do grupo ($n=8$). Todos os animais foram suplementados em grupo em baias coletivas.

Foram utilizados vinte e quatro ovinos, mestiços Santa Inês, machos, peso inicial, $19,3 \pm 2,52 \text{ kg}$, quatro meses de idade, oito repetições por tratamento, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso. Os animais foram mantidos em lotação contínua e pesados semanalmente para acompanhamento do ganho de peso diário e ajuste da suplementação.

Foi adotado taxa de lotação de $0,4 \text{ ha cabeça}^{-1}$ considerando animal de 30 kg de PV (Araújo Filho, 1990). Os animais foram direcionados para o pasto às 7:00h e recolhidos ao aprisco às 16:00h, e divididos em baias coletivas conforme seus respectivos tratamentos. Em seguida, foram suplementados com concentrado em $0,7\%$ do PV médio de cada lote de acordo com os diferentes tratamentos. O concentrado foi à base de milho, farelo de soja e calcário, formulados conforme recomendações do NRC (2007), para categoria de terminação e previsão de ganho de peso médio de 150 g dia^{-1} .

Foi realizado acompanhamento sanitário dos animais por meio de uso do método famacha, e foram vermifugados conforme os procedimentos descritos por Molento et al. (2004).

4.2.4. Amostragem e qualidade do pasto

Para coleta de extrusa ruminal e obtenção de amostras mais fidedignas do pasto, foram utilizados dois animais dotados de cânulas no rúmen do setor de Nutrição de Ruminantes da Embrapa Caprinos e Ovinos, regulamentado pelo CEUA/UVA protocolo nº 011.12, para esse tipo de procedimento experimental. As amostras de extrusa ruminal do pasto foram coletadas mensalmente para determinação da digestibilidade e composição química do pasto. O procedimento de coleta consistiu do esvaziamento de todo o conteúdo ruminal, que foi armazenado em recipientes plásticos limpos. Em seguida, os animais foram direcionados para pastejo por uma hora, e coletada a amostra de extrusa. Foi verificado líquido presente na amostra de extrusa não sendo removido, contudo, o excesso de líquido que permaneceu no rúmen não foi coletado após remoção da amostra sólida (Olson, 1991). Após esse processo, o

conteúdo ruminal inicialmente retirado foi devolvido para o rúmen. A coleta de extrusa foi realizada por cinco dias, iniciando-se um dia antes da coleta de fezes nos animais utilizados para determinar o consumo (Tabela 1).

Tabela 1. Composição da extrusa ruminal[†] coletada em ovinos, obtidas em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso

Variáveis	Períodos				
	Março	Abril	Maior	Junho	Concentrado ^β
MS, ^γ %	11,8	12,8	14,2	15,8	87,7
% MS					
MO	81,9	81,0	79,8	81,9	91,3
PB	19,2	18,7	17,6	13,1	25,4
NIDN	5,64	4,98	4,60	3,73	20,3
NIDN, % do nitrogênio total	51,8	56,7	59,8	52,9	17,5
Extrato etéreo	7,60	7,65	8,68	11,1	6,40
FDN	59,8	65,6	67,5	61,7	13,7
FDNcp [‡]	49,4	56,1	58,2	52,6	10,9
FDA	49,0	53,2	53,7	51,4	12,1
Hemiceluloses	10,7	12,7	13,8	9,40	6,49
Celulose	25,3	24,9	24,7	24,9	5,32
Lignina em detergente ácido	21,3	19,3	17,5	21,4	1,30
Lignina Klason	36,2	38,9	37,1	40,7	4,10
DIVMS [†]	53,7	40,8	42,4	44,1	95,4
DIVMO	46,8	33,3	35,3	35,9	93,9

[†]Extrusas coletadas com prévio esvaziamento do rúmen após uma hora de pastejo em área de Caatinga raleada; ^βMilho, farelo de soja e calcário; ^γMatéria seca em base de matéria natural; [‡]FDNcp = FDN corrigido para cinzas e proteína; [†]Conforme Tilley e Terry (1963).

O consumo total de MO foi calculado usando a produção de MS fecal estimada por meio de indicador LIPE[®] (Saliba et al., 2015). A digestibilidade considerada na equação foi a DIVMO determinada de acordo com Tilley e Terry (1963), onde:

$$\text{Consumo (g MS dia}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Produção de MS fecal (g dia}^{-1}\text{)}}{(1 - \text{Digestibilidade}/100)}$$

4.2.5. Análises químicas do pasto

As análises foram realizadas nos Laboratório de Nutrição Animal, Embrapa Caprinos e Ovinos. Amostras das extrusas foram pré-secas a 55°C por 72 horas, e juntamente com o concentrado foram moídas em moinho de facas dotado de peneiras de 1 mm. Foram analisadas para MS (método 934.01; AOAC, 1990), cinzas (método; 938.08; AOAC, 1990), PB (método 968.06; AOAC, 1990) em aparelho Leco[®] (CN628, St. Josesh, MI, EUA) e EE (método 920.39; AOAC, 1990). A MO foi calculada como a diferença entre a MS e o teor de cinzas. Para FDN e FDA foram analisadas conforme Van Soest et al. (1991) com adaptação para análise em autoclave conforme Senger et al. (2008). O teor de LDA (método 973.18D; AOAC, 1990). A LK foi analisada por meio de hidrólise ácida de acordo com Hatifield et al. (1994) (Tabela 1).

4.2.6. Desempenho e características da carcaça e da carne

Foi realizado acompanhamento do desempenho ponderal dos ovinos, para obtenção de ganho de peso médio diário (GPMD, g) e ganho total (GPT, kg). Os animais foram abatidos após 112 dias de terminação, com peso vivo médio 23,0 kg, no fim do período chuvoso.

Previamente aos procedimentos de abate, os animais foram submetidos a jejum de dieta sólida por 16 horas. Após o jejum, foram pesados, sendo obtido o peso vivo ao abate (PVA). A insensibilização foi realizada por concussão cerebral e em seguida realizada sangria conforme procedimentos comerciais e as normas de regulamentação de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA, Brasil, 1997). Após a evisceração, foram pesados os constituintes não carcaça. O peso do corpo vazio (PCVZ) foi determinado de acordo com Silva Sobrinho (2001). Na carcaça quente foi mensurado o pH inicial, em seguida esta foi pesada e acondicionada em câmara fria, à temperatura de 4°C, por 24 horas. Posteriormente, na carcaça fria foi mensurado o pH final, e peso.

A partir dos pesos da carcaça quente (PCQ) e fria (PCF) foram calculados parâmetros relacionados às carcaças, tais como: rendimento carcaça quente (RCQ) = $(PCQ/PVA) \times 100$; rendimento carcaça fria (RCF) = $(PCF/PCQ) \times 100$; perda por resfriamento (PR) = $[(PCQ - PCF)/PCQ] \times 100$, e; rendimento biológico verdadeiro (RBV) = $(PCQ/PCVZ) \times 100$.

Foram realizadas as medidas de conformação (Cezar e Sousa, 2007) e morfometria da carcaça (Osório et al., 1998). Foi calculado o índice de compacidade da carcaça (ICC) = PCF/Comprimento interno da carcaça. Em seguida, foi seccionada longitudinalmente e a hemi-carcaça esquerda pesada. Foram realizados os cortes comerciais, pesados, e determinado os rendimentos em relação ao peso da hemi-carcaça reconstituída (Silva Sobrinho, 2001).

No músculo *longissimus dorsi*, na altura da 12ª vértebra torácica, foi calculado a área de olho de lombo pelo padrão gabarito transparente quadriculado, 1 mm² célula⁻¹ (Cunha et al., 2001), e com uso de paquímetro digital mensurado a espessura de gordura subcutânea (EGS). A partir da amostra do músculo *longissimus dorsi* foram extraídos quatro sub-amostras de 2,5 cm de espessura, identificadas, embaladas individualmente e acondicionadas em *freezer* com temperatura a -20°C, para posteriores avaliações quantitativas e qualitativas da carne.

4.2.7. Avaliações quantitativas e qualitativas da carne

As análises foram realizadas nos Laboratório de Nutrição Animal, Embrapa Caprinos e Ovinos, e de Tecnologias de Produtos de Origem Animal, Universidade Estadual Vale do Acaraú. Na carne, foram determinados os teores de umidade (método 950.46), cinzas (método 920.153) e proteína (método 984.13; AOAC, 1990). Os lipídios totais foram determinados com clorofórmio e metanol 2:1 (Folch et al., 1957). A capacidade de retenção de água por pressão pela técnica de Weisner-Pedersen Grau e Hamm, modificado por Sierra (1973). A perda de peso por cocção conforme Duckett et al. (1998). Após a cocção, as amostras foram cortadas em dimensões 2x1x1 cm e submetidas à determinação da força de cisalhamento em texturômetro Warner-Bratzler-Shear (Wheeler et al., 1996). A análise sensorial foi determinada pelo teste da escala hedônica (Amarine et al., 1965; Larmond, 1979), sendo avaliados parâmetros sensoriais de dureza, suculência, sabor, aroma, aceitação global.

4.2.8. Procedimentos estatísticos

Para avaliação do desempenho e características de carcaça e da carne foi utilizado delineamento inteiramente ao acaso. As diferenças estatísticas dos parâmetros de aditivos e nos períodos foram determinadas utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + AD_i + a_{ij} + e_{ijk}$$

Em que, μ = média geral; AD_i = efeito fixo dos aditivos ($i = S-CT; S-Zn; S-PG$); a_{ij} = efeito residual aleatório associado ao animal; e_{ijk} = erro experimental associado à observação.

As médias foram comparadas utilizando-se o teste *Tukey-Kramer* admitindo significância de 0,05. Para variáveis, conformação e acabamento, e atributos organolépticos utilizou-se o teste *Kruskal-Wallis*. Utilizou-se o procedimento *Proc GLM* do *Statistical Analysis System - SAS® 9.0*.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi obtido para composição valores de proteína bruta (19,1% a 13,1%) e digestibilidade da matéria orgânica (46,8% e 35,9%), no início e fim do período chuvoso, respectivamente (Tabela 1). Os aditivos na suplementação mineral não afetaram o desempenho e os parâmetros de carcaça em termos absoluto e relativo ($P>0,05$; Tabela 2).

Tabela 2. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso no desempenho e características de carcaça

Variáveis	Aditivos [‡]			Valor- <i>p</i>	EPM [¥]
	S-CT	S-Zn	S-PG		
<i>Desempenho, kg</i>					
Consumo matéria orgânica	0,527	0,542	0,551	0,482	0,009
Ganho de peso médio diário	0,041	0,042	0,049	0,659	0,003
Ganho de peso total	4,59	4,75	5,52	0,659	0,324
Peso vivo ao abate	22,4	23,6	22,5	0,706	0,660
<i>Carcaça, kg</i>					
Peso do corpo vazio	13,2	14,2	14,0	0,596	0,430
Carcaça quente	7,51	7,95	8,02	0,740	0,269
Carcaça fria	7,36	7,84	7,85	0,717	0,267
<i>Rendimentos, %</i>					
Carcaça quente	33,5	33,7	35,4	0,140	0,403
Carcaça fria	32,8	33,2	34,7	0,173	0,403
Biológico verdadeiro	56,9	55,9	57,1	0,443	0,449
Perda por resfriamento	1,59	1,38	1,84	0,523	0,143

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de *Tukey-Kramer* ($P<0,05$).

[‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado. [¥]EPM=Erro padrão da média.

Contudo, foi esperado que o suprimento de proteína oriundo do pasto favorecesse ganhos em peso mais elevados pelos animais em pastejo, fato não observado. Provavelmente, mesmo com teores de PB acima de 13%, a ineficiência de utilização desta, está relacionada à disponibilidade desta fração proteica, aliado a sincronia com a energia disponível no pasto, que diminuiu nos meses de abril a junho (DIVMO, < 36%; Tabela 1), nestes meses. Em pastagens nativas do semiárido, a PB não é o fator limitante, contudo, o aporte de energia prontamente disponível contida nestas pastagens, em muitos casos, é o principal complicador para favorecer elevados consumos de nutrientes e o aproveitamento de forma eficiente.

Adicionalmente, a inclusão dos diferentes aditivos também não implicou em melhorias na eficiência de uso dos nutrientes dietéticos do pasto pelos animais, e que pudessem incrementar o ganho de peso diário (0,044 kg), peso carcaças quente e fria (7,83 e 7,68 kg, respectivamente) e os rendimentos das carcaças quente e fria (34,2 e 33,6%; Tabela 2). Em pesquisa avaliando os efeitos do cruzamento com raças nativas e do tipo de dieta para cordeiros, sendo a base dietética feno de pasto nativo, no semiárido da Etiópia, foi obtido ganho de peso médio 0,040 kg dia⁻¹, ao abate de 19,5 kg, e carcaças, quente e fria, 8,50 e 8,15 kg, respectivamente (Tsegay et al., 2013). Em estudo verificando-se o efeito da substituição do feno de Tifton 85 pelo feno de maniçoba no desempenho de cordeiros foi obtido peso final de 25,1 kg e médio diário de 0,120 kg, respectivamente (Lima Júnior et al., 2014). Ainda nessa pesquisa, os pesos da carcaça quente (12,0 kg) e fria (11,4 kg) foram 33,7% superior ao obtido neste estudo.

Acompanhando o comportamento dos parâmetros de carcaça, não houve efeito dos aditivos para peso dos cortes comerciais e seus rendimentos (P>0,05; Tabela 3).

Tabela 3. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso nos cortes comerciais e seus rendimentos

Variáveis	Aditivos [‡]			Valor-p	EPM [¥]
	S-CT	S-Zn	S-PG		
<i>Pesos cortes, kg</i>					
Costela	0,294	0,316	0,335	0,580	0,015
Lombo	0,302	0,360	0,329	0,338	0,016
Paleta	0,509	0,585	0,565	0,435	0,024
Pescoço	0,381	0,351	0,379	0,665	0,015
Serrote	0,910	0,976	0,964	0,742	0,036
Pernil	1,20	1,24	1,24	0,944	0,053
<i>Rendimentos cortes, %</i>					
Costela	8,13	8,32	8,90	0,524	0,287
Lombo	8,22	9,46	8,68	0,150	0,256
Paleta	14,1	15,2	15,0	0,465	0,371
Pescoço	10,7	9,17	10,0	0,039	0,231
Serrote	25,3	25,4	25,2	0,975	0,346
Pernil	33,5	32,4	32,2	0,442	0,438

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de *Tukey-Kramer* (P<0,05).

[‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de ZnSO₄.7H₂O para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado. [¥]EPM=Erro padrão da média.

Os baixos índices nos parâmetros de desempenho e carcaça prejudicaram também os pesos dos cortes comerciais, associados ao baixo percentual de suplementação fornecido nesse estudo (concentrado em 0,7% do PV), aliado a não efetividade dos aditivos fornecidos.

Concomitante a estes fatores, o desempenho também foi afetado, por ambos, disponibilidade e qualidade do pasto, mesmo sem diferenças para CMO (Tabela 2). No último mês do período chuvoso foi observado declínio nos teores de proteína e na digestibilidade da matéria orgânica, aliado a menor disponibilidade de espécies de maior predileção e baixa qualidade da dieta ingerida, conforme observado no mês de junho (Tabela 1), o que limitou o aproveitamento dos nutrientes. Portanto, para atingir ganhos em peso superiores é recomendado realizar correções das deficiências de nutrientes oriundos do pasto com suplementações em níveis mais elevados (Pimentel et al., 1992).

A morfometria da carcaça e as avaliações da área de olho de lombo (AOL) não foram afetadas pelos aditivos na suplementação mineral ($P>0,05$), contudo, foi verificada maior espessura de gordura para S-Zn ($P<0,05$; Tabela 4).

Tabela 4. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso na morfometria da carcaça

Variáveis	Aditivos [‡]			Valor- <i>p</i>	EPM [¥]
	S-CT	S-Zn	S-PG		
<i>Morfometria carcaça, cm</i>					
Comprimento da carcaça	52,0	52,2	52,4	0,945	0,512
Perímetro torácico	59,2	61,2	61,3	0,303	0,582
Perímetro da perna	14,6	14,6	14,5	0,913	0,212
Comprimento da perna	31,9	32,6	31,5	0,448	0,334
Comprimento interno da carcaça	51,5	54,0	53,1	0,294	0,649
Profundidade da carcaça	29,4	27,9	28,5	0,296	0,392
Largura da garupa	13,3	13,6	13,8	0,683	0,210
Índice de compactidade da carcaça (kg cm ⁻¹)	0,150	0,152	0,147	0,323	0,004
Conformação (1-5) ^{β,1}	1,93	1,64	1,42	0,423	0,111
Acabamento (1-5) ^{β,2}	1,93	2,29	1,71	0,376	0,127
Área de olho de lombo gabarito (cm ²)	6,25	6,50	5,60	0,538	0,339
Espessura de gordura (mm)	0,359 ^b	0,635 ^a	0,490 ^b	0,016	0,036

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de *Tukey-Kramer* ($P<0,05$) e ^β*Kruskal-Wallis*.
[‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de ZnSO₄.7H₂O para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado. [¥]EPM=Erro padrão da média.

Os animais nos diferentes tratamentos apresentaram pesos ao abate semelhantes, o que favoreceu para igualdade nas avaliações morfométricas. No entanto, o menor peso ao abate, e, conseqüente menor peso da carcaça fria, resultou em baixo índice de compacidade, com média de 0,150 kg cm⁻¹.

Os animais foram abatidos com 7-8 meses de idade, com peso médio 23,0 kg de PV (Tabela 2), e AOL média de 6,11 cm² (Tabela 4), fato que denota baixo desenvolvimento muscular, parte comercial mais valorizada, afetando as demais características de carcaça e cortes comerciais. Ressalta-se que os parâmetros de AOL e espessura de gordura também são utilizados como critérios para padronizar e classificar as carcaças em termos de conformação e acabamento nos grandes frigoríficos. Em pesquisa avaliando as características da carcaça de ovinos Santa Inês em pastejo na Caatinga observou-se que à medida que se elevaram os níveis de suplementação, houve maior índice de compacidade causado pelo influencia do maior peso da carcaça, por sua vez não foi observada variação do comprimento em função da suplementação (Dantas et al., 2008).

Não houve diferença para peso dos componentes não carcaças (P>0,05), exceto, para o peso do sangue e rins (P<0,05; Tabela 5).

Tabela 5. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso nos componentes não carcaças

Variáveis, em kg	Aditivos [‡]			Valor-p	EPM [¥]
	S-CT	S-Zn	S-PG		
<i>SPCP[#] e trato digestivo</i>					
Sangue	1,10 ^b	1,54 ^a	1,12 ^a	0,022	0,067
Pele	1,26	1,42	1,26	0,481	0,064
Cabeça	1,40	1,50	1,49	0,524	0,037
Patas	0,516	0,480	0,552	0,770	0,026
Trato gastrointestinal cheio	9,22	9,32	8,51	0,390	0,273
Trato gastrointestinal vazio	2,12	2,20	2,10	0,729	0,054
<i>Órgãos vermelhos</i>					
Pulmão+traqueia	0,427	0,383	0,467	0,402	0,023
Coração	0,083	0,089	0,083	0,556	0,003
Fígado	0,396	0,325	0,381	0,240	0,017
Rins	0,082 ^b	0,106 ^a	0,095 ^{ab}	0,043	0,004
Baço	0,031	0,032	0,034	0,906	0,002
Pâncreas	0,025	0,027	0,024	n.s.	0,002

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de *Tukey-Kramer* (P<0,05).

[‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de ZnSO₄.7H₂O para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado. [¥]EPM=Erro padrão da média.

[#]SPCP = Sangue, pele, cabeça e pastas.

Considerando-se somente os órgãos vermelhos esta representou 49,0% da fração que compõem os principais componentes não carcaças comestíveis, 32,8% do trato digestivo. Notadamente nas regiões semiáridas, a culinária utiliza-se dessas porções para confecção de pratos típicos, que são apreciados pela população local. O aproveitamento dos componentes não carcaças contribui para incremento dos valores obtidos por animal, por exemplo, pele, que pode representar de 10 a 12% (Oliveira et al., 2008) no mercado do processamento de peles.

Os diferentes aditivos não afetaram as características organolépticas da carne, e os aspectos físicos e químicos ($P>0,05$; Tabela 6), exceto, para cinzas ($P<0,05$). O valor de pH após 24 horas (5,85) foi adequado no período *post mortem*, decorrente da produção de ácido lático pela queima do glicogênio, propiciando adequado *rigor mortis* para transformação do músculo em carne, além de evitar proliferação de microrganismos indesejáveis que afetam a qualidade da carne (Lawrie, 2005).

Tabela 6. Efeito de aditivos em ovinos em pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso nas características da carne

Variáveis	Aditivos [‡]			Valor- <i>p</i>	EPM [¥]
	S-CT	S-Zn	S-PG		
<i>Aspectos físicos</i>					
pH após 24 horas	5,83	5,98	5,73	0,409	0,073
Temperatura após 24 horas (°C)	14,9	13,1	15,8	0,237	0,649
Capacidade de retenção de água (%)	54,9	58,8	60,7	0,099	1,15
Perda por cocção (%)	53,6	53,9	54,3	0,970	0,698
Força de cisalhamento (kgf cm ²⁻¹)	7,25	7,79	7,54	0,060	0,133
<i>Aspectos químicos, %</i>					
Umidade	79,2	78,5	77,7	0,141	0,318
Cinzas	0,911 ^b	1,15 ^a	0,921 ^b	0,036	0,035
Proteína	27,0	26,6	28,9	0,138	0,460
Lipídios	0,597	0,878	0,647	0,409	0,063
<i>Atributos organolépticos^β</i>					
Dureza	4,04	3,52	3,87	0,755	0,285
Suculência	4,77	4,25	4,26	0,629	0,250
Sabor	4,78	4,14	4,39	0,512	0,227
Aroma	3,49	3,59	3,42	0,959	0,246
Aceitação	4,91	4,53	4,37	0,705	0,265

^aMédias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes pelo teste de *Tukey-Kramer* ($P<0,05$) e ^β*Kruskal-Wallis*. [‡]S-CT=ausência de aditivo; S-Zn= adição de ZnSO₄.7H₂O para fornecimento de 300 mg Zn dia⁻¹ no sal; S-PG= adição de 2,5 ml kgPV^{0,75-1} animal⁻¹ dia⁻¹ de propilenoglicol misturado ao concentrado. [¥]EPM=Erro padrão da média.

Os valores médios obtidos para capacidade de retenção de água (CRA) e perda por cocção (PPC) foram 58,15 e 53,9%, respectivamente (Tabela 6). Os valores de CRA nos tratamentos apresentaram-se dentro dos parâmetros normais (Lawrie, 2005). Contudo, a PPC média dos tratamentos foi elevada, onde os aditivos fornecidos e, as condições da qualidade do pasto ao final da terminação não propiciaram adequado acabamento de carcaça (Tabela 5), e, conseqüente, teor de lipídios que contribuiu para menor perda de líquido durante a cocção. A força de cisalhamento foi de 7,53 kgf, apresentando aspecto de dureza. Em avaliações da textura da carne ovina (Cezar e Sousa, 2007) a força de cisalhamento pode ser classificada em maciez, maciez intermediária e aspecto de dureza com valores de 2,27 kgf/cm², 2,28 e 3,63 kgf/cm², e acima de 3,63 kgf/cm², respectivamente.

De maneira geral, os atributos organolépticos apresentaram escores abaixo da mediana numa escala de 1-9, com destaque para características de dureza e suculência da carne, que foram parcialmente influenciadas, provavelmente, pela maior perda por cocção, com escores médios de 3,81 e 4,43, respectivamente. Em pesquisa, foi avaliado o efeito da suplementação com uma planta taninífera (*Cistus ladanifer* CL) e óleo vegetal em níveis crescentes sobre as características físicas, químicas e sensoriais da carne foram evidenciadas PPC (34,8%), força de cisalhamento (3,56 kgf), dureza (6,24), suculência (3,72), intensidade de sabor (3,93) e aceitação global (4,80) (Francisco et al., 2015).

4.4. CONCLUSÕES

Os aditivos, ZnSO₄.7H₂O como fonte de Zn dietético e o PG não propiciam melhorias no desempenho e nas características de carcaça e da carne de ovinos terminados em pastagem nativa da Caatinga, durante o período chuvoso.

LITERATURA CITADA

- AMARINE, M.A.; PANGBORN, M.R.; ROESSLER, B. (Eds). Principles of sensory evaluation of food. New York: Academic Press, 1965, 602 p.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 18.ed. Rev. Gaithersburg, Maryland, USA, 1990.
- ARAÚJO FILHO, J.A. Manipulação da vegetação lenhosa da Caatinga para fins pastoris. Sobral-CE. Embrapa Caprinos. 1990. 18p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 11).
- ARELOVICH, H.M.; OWENS, F.N.; HORN, G.W.; VIZCARRA, J.A. Effects of supplemental zinc and manganese on ruminal fermentation, forage intake, and digestion by cattle fed prairie hay and urea. *J. Anim. Sci.*, v.78, p.2972-2979, 2000.
- BRASIL. Decreto n. 30,691, alterado pelos Decretos n. 1,255 de 25-06-62, n. 1236 de 02-09-94, n. 1.812 de 08-02-96 e n. 2.244 de 04-06-97. Aprova o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). Lex: Diário Oficial da União de 5 de julho de 1997, seção I, p.11555. Brasília, 1997.
- CEZAR, M.F.; SOUZA, W.H. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. 147p.
- COSTA, V.M.M.; SIMÕES, S.V.D.; RIET-CORREA, F. Controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos e caprinos na região semiárida do Nordeste do Brasil. *Pesq. Vet. Bras.*, v.31, p.65-71, 2011.
- CUNHA, E.A.; BUENO, M.S.; SANTOS, L.E. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Suffolk alimentados com diferentes volumosos. *Ciência Rural*, v.31, p.671-676. 2001.
- DANTAS, A.F.; PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, A.M.A. et al. Característica da carcaça de ovinos Santa Inês terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. *Ciênc. Agrotec.*, v.32, p.1280-1286, 2008.
- DUCKETT, S.K.; KLEIN, T.A.; DODSON, M.V.; SNOWDER, G.D. Tenderness of normal and callipyge lamb aged fresh or after freezing. *Meat Science*, v.49, n.1, p.19-26, 1998.
- FOLCH, J.; LESS, M; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, v.226, 497-509, 1957.
- FRANCISCO, A.; DENTINHO, M.T.; ALVES, S.P. et al. Growth performance, carcass and meat quality of lambs supplemented with increasing levels of a tanniferous bush (*Cistus ladanifer* L.) and vegetable oils. *Meat Science*, v.100, p.275-282, 2015.
- HATFIELD, R.D.; JUNG, H.G.; RALPH, J. et al. A comparison of the insoluble residues produced by the Klason lignin and acid detergent lignin procedures. *J. Sci. Food Agric.*, v.65, p.51-58, 1994.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Dados históricos de Sobral, CE. INMET, 2015. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 06 de nov. 2015.

KIM, Y.K.; CHOI, H.; MYUNG, K.H. Effects of propylene glycol on carcass traits and its related gene expression in Korean native steers. *J. Anim. Sci.*, v.83, p.344-349, 2005.

LARMOND, E. Laboratory methods for evaluation of foods. Ottawa: Food Research institute. Canadá. Department of Agriculture, 1979.

LAWRIE, R.A. Ciência da Carne: *Constituição química e bioquímica do músculo*. Porto Alegre: Artimed, 2005. 79-120pp. 384p.

LIMA JUNIOR, D.M.; CARVALHO, F.F.R.; RIBEIRO, M.N. et al. Effect of the replacement of Tifton 85 with maniçoba hay on the performance of Morada Nova hair sheep. *Trop. Anim. Health Prod.*, v.46, p.995-1000, 2014.

MOLENTO, M.B.; TASCA, C.; GALLO, A. et al. Método Famacha como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. *Ciência Rural*, v.34, p.1139-1145, 2004.

NRC. Mineral tolerance of animals. 2.ed. Washington D.C.: The National Academies Press, 2005.

NRC. Nutrient of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

OLIVEIRA, R.J.F.; COSTA, R.G.; SOUZA, W.H. et al. Características físico-mecânicas de couros caprinos e ovinos no Cariri Paraibano. *Rev.Bras. Zootec.*, v.37, p.129-133, 2008.

OLSON, K.C. Diet sample collection by esophageal fistula and rumen evacuation techniques. *J. Range Manag.*, v.44, n.5, p.515-519, 1991.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; JARDIM, P.O.C. (Eds). Métodos para avaliação de carne ovina “in vivo” na carcaça e na carne. Pelotas: Ed. UFPEL, 1998. p.107.

PFISTER, J.A.; MALECHECK, J.C. The voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep in the semi-arid tropics of northeastern Brazil. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.1078-1086, 1986.

PIMENTEL, J.C.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ARAÚJO FILHO, J.A. et al. Consumo voluntário de matéria orgânica por ovinos da raça Morada Nova em área de Caatinga raleada no sertão centro-norte do Ceará. *Rev.Bras. Zootec.*, v.21, p.233-241, 1992.

SANTANA, A. F. de. Correlação entre peso e medidas corporais em ovinos Jovens da Raça Santa Inês. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v. 1, p.74-77, 2001.

SIERRA, I. Producción de cordero joven y pesado en laraza. *Raza Aragonesa*. I.E.P.G.E., v.18, 1973, 28p.

SILVA SOBRINHO, A.G. Criação de ovinos. Jaboticabal: Funep, 2001, 302p.

SILVA, N.L.; ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B. Manipulação da vegetação da Caatinga para produção sustentável de forragem. Sobral, Ceará: Embrapa Ovinos e Caprinos, 2007. 11p. (Circular Técnica, 34).

TILLEY, J.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, v.18, p.104-111, 1963.

TSEGAY, T.; YOSEPH, M.; MENGISTU, U. Comparative evaluation of growth and carcass traits of indigenous and crossbred (Dorper × Indigenous) Ethiopian Sheep. *Small Rum. Res.*, v.114, p.247–252, 2013.

WHEELER, T.I.; SHACKEFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Sampling, cooking and coring effects on Warner-Bratzler shear force values in beef. *J. Anim. Sci.*, v.74, p. 553-1562, 1996.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição botânica e qualidade nutritiva do pasto no período chuvoso, na Caatinga, apresentam flutuações mesmo no período das chuvas, sendo dependente da regularidade da precipitação e intensidade de pastejo imposto nessas áreas. O conhecimento da composição botânica e nutricional do pasto, nos diferentes meses propicia o uso de suplementações estratégicas que visem melhorias no aproveitamento do pasto, e maior desempenho animal.

O uso do mineral zinco acrescido em maiores quantidades em suplementos apresenta potencial para alterações do ambiente ruminal, e diminuição da produção de metano. Estudos mais avançados dos parâmetros fermentativos, níveis mais elevados em suplementações concentradas, e a contribuição das pastagens (leia-se pasto e os solos, etc) desse mineral na fração dietética de ovinos, podem elucidar sua ação no rúmen. Mais avaliações sobre utilização do PG em diferentes ciclos produtivos fornecidas em concentrações mais elevadas, visando incrementar o aporte energético de dieta para ovinos, podem fornecer informações acerca para uso deste suplemento em condições estratégicas.

As determinações do consumo diferenciado por ovinos submetidos à pastejo em pasto nativo da Caatinga, no semiárido do Nordeste brasileiros, mediante o uso dos indicadores de consumo LIPE[®] e Lignina Klason, pareceram promissoras. Recomenda-se conforme esse estudo, a utilização de espécies-chaves para obter estimativas mais próximas do real consumo realizado pelo animal. Contudo, faz-se necessário realizar ajustes do modelo proposto para ampliar a utilização de mais espécies, e subsidiar a escolha dos critérios usados nessa pesquisa de forma mais consistentes.



UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CEUA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Senhor(a) Professor(a) ELOISA DE OLIVEIRA SIMÕES SALIBA,

Após análise de sua solicitação de avaliação do projeto Consumo por ovinos em pastagem nativa da Caatinga e o uso de diferentes suplementos minerais e seus efeitos sobre a produção de metano, submetido a esta comissão pelo protocolo 321 / 2013, a CEUA decidiu **aprovar** a sua solicitação.

Justificativa: Aprovado na reunião do dia 18/11/2013.

Para acessar ao seu projeto clique no link:

<https://www.ufmg.br/bioetica/cetea/ceua/>

Belo Horizonte, 19/11/2013.

Atenciosamente.

Sistema CEUA-UFMG

<https://www.ufmg.br/bioetica/cetea/ceua/>

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2005
31270-901 – Belo Horizonte, MG – Brasil
Telefone: (31) 3499-4516 – Fax: (31) 3499-4592
www.ufmg.br/bioetica/cetea - cetea@prpq.ufmg.br