



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ESTIMATIVA DO CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DA
MATÉRIA SECA E METABOLISMO MINERAL ÓSSEO EM
OVELHAS SANTA INÊS SUPLEMENTADAS NO PRÉ E
PÓS-PARTO**

Sheila Vilarindo de Sousa

BOM JESUS-PI
2014

SHEILA VILARINDO DE SOUSA

**ESTIMATIVA DO CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DA
MATÉRIA SECA E METABOLISMO MINERAL ÓSSEO EM
OVELHAS SANTA INÊS SUPLEMENTADAS NO PRÉ E
PÓS-PARTO**

Orientador: Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo

Co-orientador: Prof. Dr. Carlo Aldrovandi Torreão Marques

Dissertação apresentada ao *Campus* Prof^a. Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de Produção Animal (linha de pesquisa Nutrição e produção de alimentos), para obtenção do título de Mestre.

BOM JESUS
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS “PROF^a. CINOBELINA ELVAS”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

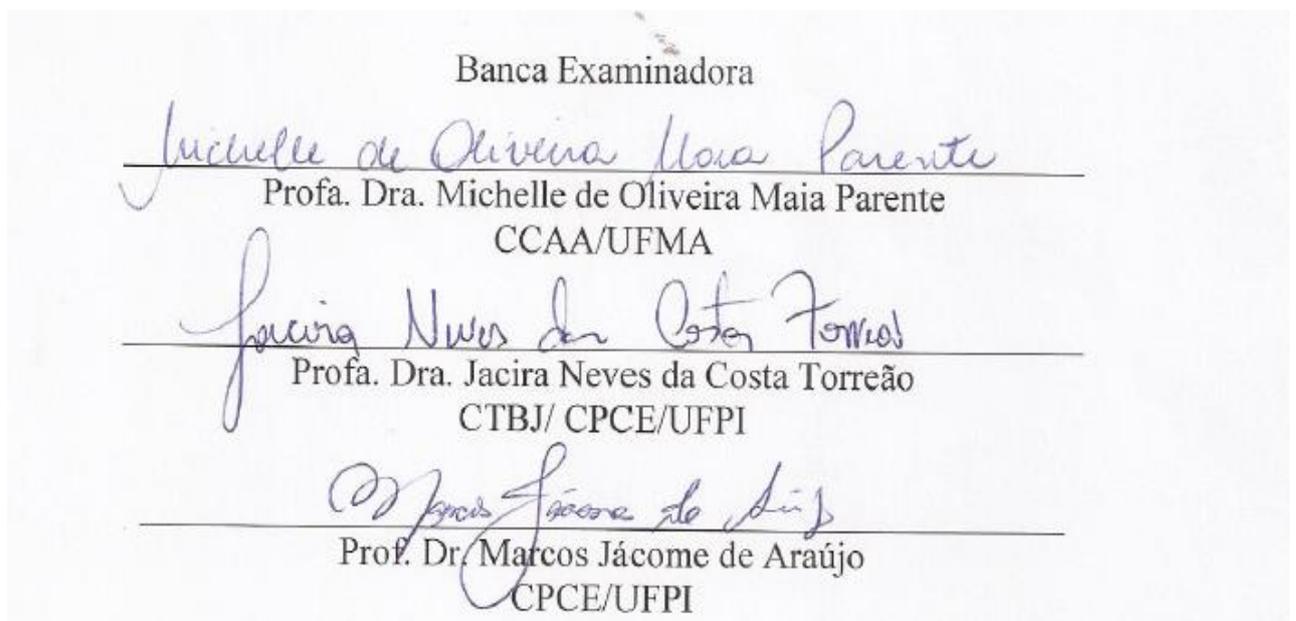
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Estimativa do consumo, digestibilidade da matéria seca e metabolismo mineral ósseo em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto

Autor: Sheila Vilarindo de Sousa

Orientador: Marcos Jácome de Araújo

Co-orientador: Carlo Aldrovandi Torreão Marques



Bom Jesus – PI
2014

Aos meus pais, Wilton e Celia, pelo amor, apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos Herb, Cibele e Tanna, pela amizade e carinho.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por não permitir que eu esmorecesse no decorrer dessa caminhada, mostrando-me sempre que seria possível conseguir.

À Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

À FAPEPI, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos.

Ao Banco do Nordeste – BNB, CNPq e FAPEPI, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Ao professor Marcos Jácome de Araújo pela orientação e paciência com que me acolheu.

À todos os professores do PPGZ, em especial os Professores Carlo Aldrovandi, Jacira Torreão e Leilson Bezerra que muito contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento profissional.

Ao Prof.º Edmilson Lúcio pelos animais utilizados na pesquisa.

A Profa. Luciana Machado pela colaboração no processamento e análises de sangue no laboratório de Patologia.

A profa. Patrícia Givisiez e a Neila Ribeiro pela atenção e colaboração nas análises dos hormônios.

Ao Prof. Arnord Azevedo, Miguel Arcanjo, Luiz Duarte e aos estagiários do Colégio Técnico de Teresina, pela colaboração durante a realização das análises em Teresina.

Aos amigos da Pós-Graduação Arturene, Tairon, “Netinha”, Edna Teles, Gleyson, Daniela, Joana, Denise, pelo apoio e companheirismo.

Aos bolsistas Lucas Almeida e Isak Samir, e estagiários Felipe, João Paulo, Élzon, Marcia, Glau, Nathalia, pelo trabalho que realizaram durante o experimento.

Aos demais amigos conquistados no decorrer dessa jornada.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!!!

“A experiência dos erros é tão importante quanto à dos acertos, porque vistos de um jeito certo, os erros, nos preparam para as nossas vitórias e conquistas futuras. Porque não há aprendizado na vida que não passe pela experiência dos erros!”

Pe. Fábio de Melo

BIOGRAFIA DO AUTOR

Sheila Vilarindo de Sousa, filha de Wilton Pereira de Sousa e Celia Vilarindo Carvalho, nascida na cidade de Barreiras do Piauí, Estado do Piauí, em 28 de agosto de 1986.

Em março de 2005, ingressou no curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Estado do Piauí, onde obteve o título de Zootecnista, colando grau em 20 de março de 2010.

Em março de 2012, ingressou no Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, pela Universidade Federal do Piauí – UFPI, defendendo a dissertação em 16 de Junho de 2014.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO GERAL	xi
ABSTRACT GERAL	xii
INTRODUÇÃO GERAL	xiii
CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA	15
1 ESTIMATIVA DE CONSUMO EM ANIMAIS A PASTO	16
2 INDICADORES EM ENSAIOS DE NUTRIÇÃO	17
3 FIBRAS E MATÉRIA SECA INDIGESTÍVEIS	18
4 LIPE® (LIGNINA PURIFICADA E ENRIQUECIDA)	19
5 METABOLISMO MINERAL ÓSSEO	21
6 MARCADORES BIOQUÍMICOS DE FORMAÇÃO ÓSSEA	23
7 MARCADORES BIOQUÍMICOS DE REABSORÇÃO ÓSSEA	24
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
CAPÍTULO 2. ESTIMATIVA DE CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA EM OVELHAS SANTA INÊS SUPLEMENTADAS NO PRÉ E PÓS-PARTO.	32
RESUMO	33
ABSTRACT	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	35
Localização do Experimento e Aspectos Éticos	35
Animais, instalações e tratamentos	35
Avaliação da disponibilidade e da qualidade da pastagem	35
Estimativa da produção de matéria seca fecal	36
Estimativa do consumo e digestibilidade	37
Delineamento e análise estatística	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
CAPÍTULO 3. METABOLISMO MINERAL ÓSSEO EM OVELHAS SANTA INÊS SUPLEMENTADAS NO PRÉ E PÓS – PARTO.	54
RESUMO	55
INTRODUÇÃO	55
MATERIAL E MÉTODOS	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS	79

LISTA DE TABELAS

CAPITULO II

	Pag.
Tabela 1 - Participação dos ingredientes e composição química do concentrado experimental e do pasto (g/kg MS)	47
Tabela 2 - Composição química do <i>Andropogon gayanus</i> e de seus componentes bromatológicos durante os períodos experimentais (g/kg MS)	49
Tabela 3 - Produção e composição das fezes estimada pela LIPE [®] em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto	51
Tabela 4 - Uso de frações indigestíveis na estimativa do consumo em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto	52
Tabela 5 - Uso de frações indigestíveis na estimativa da digestibilidade da matéria seca em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto	53

CAPÍTULO III

	Pag.
Tabela 1 - Participação dos ingredientes e composição química do concentrado experimental e do pasto (g/kg MS)	71
Tabela 2 - Concentrações séricas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), atividade enzimática da fosfatase alcalina (FA), Fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I), Paratormônio (PTH) e Osteocalcina (OC) em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto	72
Tabela 3 – Coeficiente de correlação (r) de Pearson entre as concentrações séricas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), fosfatase alcalina (FA), paratormônio (PTH), fator de crescimento semelhante à insulina tipo I (IGF-I) e osteocalcina (OC) em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós parto	78

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

	Pag.
Figura 1 - Dados meteorológicos registrados durante o período experimental	48
Figura 2 - Disponibilidade de matéria seca total (DMST), folha verde (DMSFV), folha seca (DMSFS), colmo verde (DMSCV), colmo seco (DMSCS) e de matéria seca potencialmente digestível (DMSpd) do capim <i>Andropogon gayanus</i> , nos períodos experimentais (75 (I), 105 (II) e 135 (III) dias de gestação e 30 (IV) e 60 (V) dias de lactação).	48

CAPÍTULO III

	Pag.
Figura 1 - Concentrações séricas de cálcio (mg/dL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias)	74
Figura 2 - Concentrações séricas de fósforo (mg/dL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias)	74
Figura 3 - Relação Ca:P em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias).	75
Figura 4 - Concentrações séricas de magnésio (mg/dL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias)	75
Figura 5 - Atividade enzimática sérica da fosfatase alcalina (U/L) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias)	76
Figura 6 - Concentrações séricas do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I, ng/mL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias)	76
Figura 7 - Concentrações séricas do paratormônio (PTH, pg/mL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias)	77
Figura 8 - Concentrações séricas de osteocalcina (OC, ng/mL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias).	78

RESUMO GERAL

SOUSA, S.V. Estimativa do Consumo, Digestibilidade da Matéria Seca e Metabolismo Mineral Ósseo em Ovelhas Santa Inês Suplementadas no Pré e Pós-Parto. 2014. 79f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2014.

RESUMO: Objetivou-se avaliar diferentes indicadores na estimativa do consumo e digestibilidade da matéria seca, bem como o metabolismo mineral ósseo em ovelhas Santa Inês suplementadas a pasto no pré e pós-parto. Foram utilizadas 12 ovelhas da raça Santa Inês distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em arranjo fatorial (2×5), sendo dois níveis de suplementação (0,5 e 1,5% do PV) e cinco períodos experimentais. Para as estimativas do consumo e digestibilidade foram utilizados a Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE[®]) como indicador externo e a Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido indigestíveis (FDNi, FDAi) e Matéria Seca Indigestível (MSi) como indicadores internos. Para a avaliação do metabolismo mineral ósseo foram realizadas análises séricas de Cálcio, Fósforo, Magnésio, Fosfatase Alcalina, paratormônio (PTH), osteocalcina (OC) e fator de crescimento semelhante à insulina do tipo I (IGF-I). As coletas de fezes, sangue e pasto para as análises foram realizadas em diferentes períodos, durante a realização do experimento. O consumo de matéria seca total (CMS) foi influenciado ($P<0,05$) pelo tratamento, período, indicador, além das interações entre tratamento vs indicador e período vs indicador. Observou-se que o CMS foi maior para animais que receberam 1,5% PV em suplementação concentrada. A MSi foi o indicador que apresentou a melhor estimativa do CMS quando comparada ao estimado pela FDAi e FDNi. Para a digestibilidade da matéria seca (DMS) foi observado efeito significativo ($P<0,05$) de tratamento, período, indicador, além das interações entre tratamento vs período, tratamento vs indicador e período vs indicador. Para todos os indicadores utilizados, foram observados valores de digestibilidade mais elevados nos animais que receberam suplementação concentrada a 1,5% do PV. A MSi apresentou maior DMS, quando comparada a FDNi e FDAi, com maiores medias observadas no segundo período de avaliação. A suplementação concentrada influenciou o CMS total bem como a DMS, onde os maiores valores foram registrados para os animais que receberam maior nível de suplementação. No quinto período de avaliação os animais apresentaram o menor CMS e DMS em relação aos demais períodos. Os resultados de consumo e digestibilidade foram subestimados pelos indicadores utilizados. Na avaliação do metabolismo mineral foi observado que o nível de suplementação influenciou apenas a concentração de P ($P<0,05$), onde os maiores valores foram observados nos animais que receberam 1,5% do PV em concentrado. Houve efeito ($P<0,05$) do período para os valores médios de concentração sérica de P, Ca:P, Mg, FA e IGF-I, sendo as menores concentrações observadas ao redor do parto. Os indicadores do metabolismo mineral foram mais sensíveis ao estágio fisiológico do que ao nível de suplementação concentrada, podendo-se concluir que os animais precisam de maior atenção no momento próximo e imediatamente pós-parto.

Palavras-chave: FDNi, fosfatase alcalina, IGF-I, PTH, osteocalcina, suplementação

SOUSA, S. V. Estimation of intake and digestibility of dry matter and Bone Mineral Metabolism in Santa Ines ewes supplemented in Pre and Postpartum. 2014. 79f. Dissertation (Master of Animal Science) - Federal University of Piauí, Bom Jesus, 2014.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate different indicators in estimating intake and digestibility of dry matter (DM), as well as bone mineral metabolism in Santa Inês ewes on pasture supplemented in the pre and postpartum. Twelve Santa Inês ewes distributed in a completely randomized design in factorial arrangement (2×5), two levels of supplementation (0.5 and 1.5 % BW) and five experimental periods were used. To estimate DM intake (DMI) and DM digestibility (DMD) were used as external marker the (LIPE[®]) and indigestible neutral detergent fiber (iNDF), acid detergent fiber (iADF) and iDM as internal markers. For the assessment of bone mineral metabolism analysis of serum calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), alkaline phosphatase (AF), as well as parathyroid hormone (PTH), osteocalcin (OC) and insulin-like growth factor type I (IGF-I). The fecal, blood and grass samples were collected in different times during the experiment. The total DMI was influenced ($P<0.05$) by treatment, period, indicator, besides the interactions between treatment × period and period × indicator. It was observed that DMI was greater for animals receiving 1.5% BW of concentrated supplementation. The MSi was the indicator that showed the best estimate of DMI compared to estimate by iADF and iNDF. For DMD significant effect ($P<0.05$) of treatment, period and indicator was observed, besides the interactions between treatment × period, treatment × indicator and period × indicator. For all indicators used, higher DMD were observed in animals fed with 1.5 % BW supplementation. The iDM showed a higher DMD compared iNDF and iADF, with higher averages observed in the second evaluation period. The concentrate supplementation influenced the total DMI and DMD being the highest values were recorded for animals receiving the highest level of supplementation. In the fifth period of rating the animals showed the lowest intake, and digestibility of DM compared to other periods. The results of intake and digestibility were underestimated by the indicators used. In the evaluation of mineral metabolism was observed that the level of supplementation influenced only P concentration ($P<0.05$), being the highest values were observed in animals receiving 1.5% of BW in concentrate. There was an effect ($P<0.05$) for the period to the mean values of serum P, Ca:P, Mg, AF and IGF -I, with the lowest concentrations observed around calving. The indicators of mineral metabolism were more sensitive to physiological stage than at the level of concentrate supplementation, may be concluded that animals need more attention in the next moment and immediately postpartum.

Key-words: iNDF, alkaline phosphatase, IGF-I, PTH, osteocalcin, supplementation

INTRODUÇÃO GERAL

A ovinocultura tem se destacado nos últimos anos como uma atividade de grande importância, apresentando-se como fonte de alimentos proteicos principalmente em regiões em desenvolvimento. O mercado da carne ovina apesar de não estar definitivamente estabelecido e/ou adequadamente dimensionado, tem impulsionado o aumento da produção de animais para abate, gerando a necessidade de melhoria nos sistemas de produção vigentes no Brasil.

Muito tem se trabalhado no sentido de aumentar a eficiência dos sistemas de produção, proporcionando aos animais quantidade adequada de nutrientes. Este objetivo vem sendo alcançado com a melhoria na eficiência de produção, onde os alimentos são melhor aproveitados reduzindo perdas na lucratividade, possibilitando assim a longevidade da atividade produtiva.

Vários trabalhos vêm sendo realizados para auxiliar na determinação da digestibilidade e associá-la às características bromatológicas dos alimentos. Nesse sentido, o valor nutritivo de um alimento é mensurado a partir de dois componentes principais: consumo e digestibilidade. Esta última pode ser obtida pelo método de coleta total de fezes, sendo o mais preciso nesse tipo de avaliação, no entanto, este requer um rigoroso controle da ingestão e excreção, sendo inviável de ser utilizado em animais regime de pasto, além de ser um método muito trabalhoso (MERTENS, 1994; BERCHIELLI et al., 2000; FREITAS et al., 2002; CASALI et al., 2008).

A dificuldade em se trabalhar com o método de coleta total de fezes impulsionou a busca por alternativas capazes de gerar resultados semelhantes a este, surgindo assim o método dos indicadores, o qual apresenta como características principais a simplicidade e conveniência na utilização, podendo proporcionar informações adicionais como, quantidade ingerida de alimentos ou nutrientes específicos, taxa de passagem da digesta por diferentes segmentos do trato gastrointestinal e a digestibilidade total ou parcial do alimento, da dieta ou nutriente específico (BERCHIELLI et al., 2000).

A técnica dos indicadores vem sendo empregada há décadas em estudos de nutrição animal. Entretanto, os resultados encontrados são muito variáveis, provavelmente em decorrência da diversidade das dietas, dos animais e das metodologias utilizadas. Segundo Merchen (1993), nenhuma das substâncias usadas como indicador atende a todas as características desejáveis para seu uso, mas várias são adequadas para fornecer dados significativos.

Embora haja uma ampla quantidade de trabalhos publicados sobre o assunto, ainda não se encontra na literatura informações consistentes que indiquem com clareza a forma mais adequada de se trabalhar com indicadores. Deste modo, a busca por indicadores ideais e técnicas que facilitem as pesquisas constitui um dos assuntos de grande interesse no meio

científico, tendo sido proposto nos últimos anos o uso de várias substâncias e/ou novos métodos de análise que pudessem superar algumas das limitações anteriores.

Outro aspecto importante de ser avaliado em estudos de nutrição é o estado fisiológico do animal, uma vez que pode interferir na capacidade de utilização dos nutrientes da dieta. A gestação de ovelhas é um período crítico, pois eleva suas necessidades nutricionais e conseqüente incremento de nutrientes para o desenvolvimento do feto, do úbere e manutenção do organismo (EL-SHERIF e ASSAD, 2001). Portanto, o monitoramento a determinação do “*status*” mineral de fêmeas ovinas nativas pode promover o conhecimento do metabolismo mineral ósseo desses animais em condições fisiológicas específicas, do ponto de vista nutricional, do ciclo reprodutivo e produtivo, auxiliando na identificação de quadro de desmineralização, podendo dessa forma prevenir a ocorrência de fraturas patológicas ou de distúrbios metabólicos.

Com isso, considera-se a avaliação do “*status*” mineral de ovelhas no pré e pós-parto como aliados nos estudos nutricionais por auxiliarem na avaliação da intensidade de formação e/ou reabsorção óssea, em adição, no monitoramento da qualidade da alimentação fornecida a esses animais. Preocupação oriunda do fato de que a formulação de ração para esses animais, por vezes, continua sendo realizada mediante dados gerados em outros países com animais e ambientes diferentes.

A dissertação foi desenvolvida sob protocolo nº 091/2010 do Comitê de Ética em Experimentação com Animais da Universidade Federal do Piauí (CEEAA/UFPI) e estruturada conforme as normas para elaboração de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPI da seguinte forma: INTRODUÇÃO; CAPÍTULO 1 - Revisão de Literatura, elaborada de acordo com as normas da ABNT; CAPÍTULO 2 – artigo científico intitulado: “Estimativa do consumo e digestibilidade da matéria seca em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto”, elaborado de acordo com as normas da Revista Semina: Ciências Agrárias (<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>); CAPÍTULO 3 – artigo científico intitulado: “Avaliação do metabolismo mineral ósseo em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto”, elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia (<http://www.revista.sbz.org.br/>); e CONSIDERAÇÕES FINAIS.

CAPITULO 1. REVISÃO DE LITERATURA

Redigido de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas
(<http://www.abnt.org.br/normalizacao/lista-de-publicacoes/abnt>)

1. ESTIMATIVA DE CONSUMO EM ANIMAIS A PASTO

No Brasil, a maioria dos sistemas de produção de ruminantes é baseada na exploração de pastagens, que correspondem à principal fonte de nutrientes para os animais. Nessa condição, a determinação da quantidade e da qualidade da forragem consumida pelos animais constitui um desafio, e diferentes métodos têm sido desenvolvidos para obter estas informações de forma acurada (ROSSI JUNIOR et al., 2013).

O consumo de forragem tem se apresentado como o principal fator determinante do desempenho de animais em pastejo, sendo influenciado por vários fatores associados ao animal, ao pasto, ao ambiente e às suas interações (CARVALHO et al., 2007). A estimativa acurada do consumo de matéria seca (MS) por animais criados em pastejo é de difícil execução, se considerado o grande número de variáveis atuantes no controle do consumo, e as limitações impostas pelas metodologias utilizadas para obtenção dessas estimativas (CANESIN et al., 2012).

São vários os métodos utilizados para se determinar o consumo de matéria seca por animais em pastejo, dentre estes se destacam: a pesagem dos animais durante a alimentação, antes e depois do pastejo; mensuração da diferença de massa de forragem antes e depois do pastejo, onde a redução da massa de forragem verificada em determinada área, dividida pelo produto do número de animais e dias de pastejo, proporciona uma estimativa da ingestão diária do animal; avaliação do comportamento animal, o qual requer estimativas do tempo de pastejo, número, tamanho ou peso dos bocados; e coleta total de fezes, a qual estima o consumo de MS por meio da determinação da digestibilidade da MS (MINSON, 1990; BERCHIELLI et al., 2011).

Dessa forma, a estimativa da digestibilidade tem grande valor prático para a alimentação animal, tendo em vista que a digestão incompleta normalmente representa a maior perda no processo da utilização da energia consumida (RODRIGUEZ et al., 2006), entretanto, a determinação desta por intermédio do método tradicional de coleta total de fezes demanda um rigoroso controle da ingestão e excreção, tornando-o trabalhoso e caro.

O controle rigoroso do consumo e/ou produção fecal pode em algumas situações, não ser possível, como na ausência de instalações adequadas ou animais sob pastejo. Em outras situações a própria característica do parâmetro a ser avaliado não permite a mensuração direta, como no caso da digestibilidade ruminal ou estudos de trânsito da digesta. Nesses casos, a utilização de substâncias denominadas de indicadores torna possível a determinação desses parâmetros (BERCHIELLI et al., 2011). A utilização

dessas substâncias se baseia na obtenção da massa consumida por meio da relação entre a excreção fecal (EF) e a digestibilidade da dieta ingerida pelo animal (DETMANN et al., 2001; RODRIGUES et al., 2010), como demonstrado abaixo:

$$\text{CMS} = \frac{\text{Produção Fecal}}{(1-\text{digestibilidade})}$$

Nesse sentido o uso de indicadores tem assumido papel cada vez mais importante em estudos de nutrição animal.

2. INDICADORES EM ENSAIOS DE NUTRIÇÃO

Segundo Owens e Hanson (1992), indicador é um composto de referência usado para monitorar aspectos químicos (hidrólise e síntese) e físicos (fluxo) da digestão. Esses compostos são considerados substâncias indigestíveis, normalmente de fácil determinação podendo ser administrados com o alimento ou diretamente em algum segmento do aparelho digestório, sendo posteriormente identificados e quantificados nas fezes ou ao final do segmento em estudo.

Tradicionalmente, os indicadores podem ser classificados como internos representados por substâncias indigestíveis presentes naturalmente em algum componente da dieta, ou externos, quando adicionados à dieta ou fornecidos via oral ou ruminal aos animais (BERCHIELLI et al., 2005). Essas substâncias têm sido utilizadas com a finalidade de simplificar os procedimentos de medição em ensaios de digestão, mostrando-se úteis e eficientes na estimativa do fluxo da digesta, digestibilidade e da produção fecal em diversas espécies animais, proporcionando resultados semelhantes aos obtidos pelo método de coleta total de fezes (MENDES et al., 2005; BARROS et al., 2009).

A maior limitação do uso de indicadores internos em ensaios metabólicos é a sua recuperação variável nas fezes. Já alguns indicadores externos não se comportam como as partículas do alimento e, quando aderidos a sua porção fibrosa podem alterar algumas características químicas e físicas, como a gravidade específica e, inclusive, essa é uma de suas limitações (RODRIGUEZ et al., 2006).

A estimativa da concentração fecal diária de indicadores é obtida por análises de pequenas amostras obtidas manualmente no reto do animal em um ou dois horários fixos do dia (BARROS et al., 2009). O cálculo da produção fecal utilizando indicadores externos e internos baseia-se na razão entre a quantidade fornecida ou consumida do indicador por

sua concentração nas fezes (BERCHIELLI et al., 2011). Conhecendo-se a recuperação fecal de um indicador, é possível calcular o consumo de alimentos a partir da produção de fezes, enquanto o fluxo pode ser estimado utilizando-se animais fistulados (OWENS e HANSON, 1992).

Para que uma substância possa ser utilizada como indicador, esta não deve ser absorvida, ou deve ter digestibilidade constante e conhecida; não deve afetar ou ser afetado pelo trato gastrointestinal ou sua população microbiana; deve fluir paralelamente ou ser fisicamente similar ou se associar intimamente com o material a ser avaliado; e deve possuir um método de quantificação rápido e preciso. Nenhum indicador atende todas essas premissas, aceitando que o grau de tolerância do erro possa diferir de acordo com a variável a ser mensurada (OWENS e HANSON, 1992; SALIBA, 1998).

Os principais indicadores internos utilizados em ensaios de consumo e digestibilidade são: Fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), Fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), Matéria seca indigestível (MSi), Cinza insolúvel em detergente ácido (CIDA), Lignina (LIG), n-alcanos e cromógeno. Dentre os diversos indicadores externos podem ser usados o óxido crômico (Cr_2O_3), Lignina purificada e enriquecida (LIPE[®]) e Dióxido de titânio (TiO_2) (LIPPKE et al., 1986; RESENDE et al., 1996; ASTIGARRAGA, 1997; FERRET et al., 1999; BERCHIELLI et al., 2000; SALIBA et al., 2003; RODRIGUEZ et al., 2006; LEITE, 2013).

Embora nenhuma das substâncias usadas como indicador atenda todas as características, várias são suficientemente adequadas para fornecer dados importantes (MERCHEN, 1993). Por esta razão, a procura de indicadores ideais constitui um dos assuntos de grande interesse na pesquisa de técnicas que facilitem estudos de nutrição animal.

3. FIBRAS E MATÉRIA SECA INDIGESTÍVEIS

Os indicadores internos são compostos indigestíveis dos alimentos, representados geralmente por uma fração da parede celular, não requerendo preparação especial, sendo utilizados convenientemente em estudos envolvendo estimativas de digestibilidade (BERCHIELLI et al., 1998; SALIBA, 1998; BARROS et al., 2007).

A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) estão entre os mais promissores indicadores internos para estimativa da produção fecal de ruminantes (WATANABE et al., 2010). A matéria seca residual após incubação *in situ* também pode ser utilizada como indicador interno (MSi). No entanto,

pode ser menos precisa para detectar diferenças na digestibilidade de alimentos impostas pelos tratamentos em um experimento (KOZLOSKI et al., 2006).

Estes indicadores têm sido utilizados tanto na estimativa de produção fecal, fluxo da digesta, quanto como na obtenção da estimativa do consumo e digestibilidade dos alimentos em diversas espécies (DETMANN et al., 2001; STEIN et al., 2006; FERREIRA et al., 2009; WATANABE et al., 2010; MOTA et al., 2013)

A determinação da concentração destes indicadores internos nos alimentos, sobras e fezes pode ser realizada pela sua incubação, *in vitro* ou *in situ*, no rúmen (FREITAS et al., 2002). Casali et al. (2008) avaliaram a influência do tempo de incubação *in situ* e do tamanho de partículas sobre as estimativas das frações indigestíveis da MSi, FDNi e FDAi em alimentos e fezes bovinas e observaram estimativas mais exatas das frações indigestíveis com tempos de incubação de 240 horas para MS e FDN, e 264 horas para FDA. Por outro lado, Soares et al. (2009) avaliando a digestibilidade da MS estimada com o uso da MSi, FDNi e FDAi, incubados durante 144 e 288 horas respectivamente, verificaram que não houve diferença dos valores estimados daqueles obtidos com a coleta total.

Vários trabalhos têm mostrado que o método de utilização do indicador FDNi pode ser considerado eficiente para determinar a excreção fecal (PINA et al., 2006; CABRAL et al., 2008; FERREIRA et al., 2009). No entanto, em trabalho realizado por Mota et al. (2013), a FDNi em conjunto com outros indicadores não foram eficazes na estimativa da produção fecal, quando comparados a estimativa através da coleta total de fezes. Saliba et al. (1999), compararam diversos indicadores internos e externos com o método de coleta total de fezes, e afirmaram que a média obtida com a FDAi foi a mais próxima à obtida pela coleta total, e mostrou-se com potencial de indicador interno para forragens, devido ao baixo custo e à facilidade metodológica.

Ao avaliar a utilização de marcadores internos (FDNi e FDAi) obtidos através de incubação *in vitro* e *in situ* para estimar a produção fecal em bovinos, utilizando diferentes volumosos, Berchielli et al. (2005) concluíram que os componentes da fibra indigestível podem ser utilizados como indicadores e que é possível a existência de um indicador apropriado para cada volumoso utilizado.

4. LIPE® (LIGNINA PURIFICADA E ENRIQUECIDA)

A LIPE® é um indicador de digestibilidade e consumo desenvolvido especialmente para pesquisas. Em diversos estudos realizados por pesquisadores da Escola de Veterinária

da UFMG (Belo Horizonte, MG), a lignina foi enriquecida com grupamentos fenólicos, dando origem a um hidroxifenilpropano modificado e enriquecido, denominado LIPE[®], para ser utilizado em pesquisas como indicador externo para avaliar o consumo e digestibilidade (RODRIGUEZ et al., 2006).

Inicialmente a LIPE[®] foi aplicada em estudo de consumo e digestibilidade comparada à coleta total em coelhos, suínos, ovinos e equinos com diferentes dietas (SALIBA et al., 2003a; SALIBA et al., 2003b). Em estudos preliminares, verificaram que a taxa de recuperação fecal do LIPE[®] foi de 97,9 e 99,3% para os coelhos, 95,9% em ovinos, 102,6, 94,6 nos suínos e 96% nos equinos, com valor de consumo estimado pela LIPE[®] (10,23kg/dia de MS) muito próximo ao obtido pelo consumo medido (10,67 kg/dia de MS), sem que fosse observada diferença estatística (RODRIGUÉZ et al., 2007).

A LIPE[®] tem sido avaliada e considerada um indicador com características relevantes, apresentando resultados acurados em estudos de digestibilidade (MORAES, 2007; SILVA et al., 2006; SILVA et al., 2008; FERREIRA et al., 2009). Trata-se de uma técnica alternativa, que exige menor tempo de adaptação dos animais, é de baixo custo e pode ser recuperado nas fezes quase que em sua totalidade (SALIBA et al., 2004).

Ferreira et al. (2009a) avaliando diferentes indicadores na estimativa digestibilidade de nutrientes em bovinos, encontraram resultados satisfatórios com o emprego da LIPE[®]. Em outro experimento utilizando a LIPE[®] para estimar a produção de matéria seca fecal em vacas em lactação alimentadas com silagem de milho e concentrado, Ferreira et al. (2009b) encontraram valores de produção fecal semelhantes aos obtidos com a coleta total de fezes.

Silva et al. (2008) trabalharam com borregos castrados recebendo níveis crescentes de torta de babaçu na dieta e concluíram que a LIPE[®] pode ser recomendada para estimativa da produção fecal. Além disso, relataram que sua concentração nas fezes não variou durante o dia. Moraes (2007) avaliou o consumo e a digestibilidade de nutrientes em caprinos alimentados com dietas à base de subprodutos da agroindústria. Em todos os ensaios a LIPE[®] apresentou estimativas de produção fecal semelhante às obtidas a partir do método de coleta total de fezes.

Saliba et al. (2004) utilizando a Ressonância Nuclear Magnética e produtos de oxidação com o nitrobenzeno, caracterizaram a composição estrutural do LIPE[®] antes e após a sua passagem pelo trato gastrointestinal de ovinos e verificaram que as amostras da lignina fecal mostraram espectros similares aos do LIPE[®]. Através deste experimento demonstrou-se que este indicador passou pelo trato gastrointestinal sem ser digerido e

absorvido, sendo totalmente recuperado nas fezes. Com o auxílio da microscopia eletrônica de varredura pôde-se observar a integridade ultra estrutural do polímero recuperado nas fezes.

De acordo com Rodríguez et al. (2006) a apresentação comercial do LIPE[®] na forma de cápsulas é de: 100, 250 e 500 mg, em frascos contendo 100 cápsulas ou na forma de xarope na concentração de 10.000 mg por 100 ml em recipientes contendo 100 ml. O período de adaptação para que sua excreção seja uniforme é de 48 horas. O período experimental para a colheita de fezes é satisfatório a cinco dias de repetição. A dose recomendada se dá de acordo com o peso vivo do animal (PV), sendo que para animais acima de 100 kg de PV deverá ser fornecido 1 cápsula de 500 mg/dia, que deverá ser fornecida diretamente ao animal ou incorporada à dieta de forma que haja a ingestão de todo o indicador.

5. METABOLISMO MINERAL ÓSSEO

O conhecimento do metabolismo mineral em ruminantes é de grande relevância, tendo em vista os problemas causados pela deficiência mineral, principalmente em animais criados a pasto (SOUZA et al., 2009). Os minerais estão presentes em todos os tecidos e muitas biomoléculas do organismo animal, atuando como elemento estrutural e participando de atividades no metabolismo intermediário como cofator enzimático, ativador hormonal e como regulador de pressão osmótica e equilíbrio ácido-base (GONZALEZ, 2000).

Durante décadas, várias pesquisas foram conduzidas para descobrir e/ou desenvolver medidas bioquímicas simples e acuradas para avaliar o status mineral dos animais, as quais envolveram as análises de solo, água, planta e tecido animal (MCDOWELL, 1992, 1997; UNDERWOOD e SUTTLE, 1999). Todavia, as concentrações de minerais nos tecidos ou fluídos corporais, frequentemente são melhores indicadores do *status* mineral do rebanho do que as análises realizadas nas plantas e no solo (MCDOWELL, 1997, 2003).

Os minerais, em especial os macrominerais, estão em maior concentração no organismo animal, chegando a ocupar 2 a 5% do peso total, tendo funções essenciais tanto na estrutura de tecidos e biomoléculas, como no próprio metabolismo animal (SPEARS, 1998). De acordo com Cavalheiro e Trindade (1992), as necessidades orgânicas dos minerais são variáveis, e estão em relação direta com o estado fisiológico dos animais. Os

autores afirmam ainda que as condições ambientais também afetam as exigências nutricionais dos animais.

Segundo Ospina et al. (1999), os macrominerais Ca, P e Mg são fundamentais para a sobrevivência e o crescimento dos microrganismos no rúmen, pois contribuem na regulação de algumas propriedades físico-químicas do ambiente ruminal como a fermentação, pressão osmótica, capacidade de tamponamento e taxa de diluição. Ribeiro et al. (2003) citam ainda que esses macro elementos são os principais representantes do metabolismo mineral.

O cálcio (Ca) é um mineral que possui funções relevantes no metabolismo animal, tendo notória importância tanto na formação óssea e dentária, como na gestação e lactação. Ele também é encontrado na forma iônica não ligada (Ca^{2+}), desempenhando funções na contração muscular, transmissão dos impulsos nervosos, transporte iônico e transmissão de sinais através das membranas (CHAMPE, 1996). No entanto, o cálcio não é um bom indicador do estado nutricional do rebanho devido ao rigoroso controle endócrino da calcemia, enquanto que o fósforo e o magnésio refletem melhor o status nutricional mineral (GONZALEZ, 2000).

O sistema endócrino envolvendo a vitamina D3, o paratormônio (PTH) e a calcitonina, responsáveis pelos níveis sanguíneos de Ca, atua de forma eficiente para ajustar-se à quantidade de Ca disponível no alimento e às perdas que acontecem, principalmente na gestação e na lactação (GONZÁLEZ, 2002). O fósforo é o segundo mineral mais abundante no organismo animal, sendo que 80% deste encontra-se nos ossos e dentes e o restante nos tecidos moles e fluidos, desempenhando múltiplas funções no organismo e sua deficiência tem sido observada, na maioria dos casos, em animais mantidos em regime de campo (MARQUES, 2007).

O fósforo é um macromineral que geralmente encontra-se correlacionado com o cálcio, pelo fato dos dois serem ativos na mineralização óssea. Este mineral também está presente na formação de ATP, sendo, portanto responsável pela geração de energia ao organismo, fundamental para a atividade de produção e reprodução animal, além de regular enzimas alostéricas (BERTECHINI, 2006). Os níveis de fósforo são variáveis também em função da grande quantidade que se recicla via saliva e sua absorção no rúmen e intestino. Normalmente, a perda de P nas secreções digestivas chega a 10 g/dia. Por outro lado, o P no rúmen é necessário para a normal atividade da microflora e, portanto, para a normal digestão (GONZALEZ, 2000).

Borburema et al. (2012) avaliando o efeito do regime alimentar sobre o perfil metabólico de ovinos em confinamento, encontraram valores de P acima da referência (5,0 a 7,3 mg/dL) citada por Kaneko et al. (2008) para os níveis de restrição de 0%, 20%, 40% e 60%, sendo observadas concentrações séricas de 9,17 mg/dL, 7,73 mg/dL, 8,27 mg/dL e 8,03 mg/dL, respectivamente.

O magnésio é o quarto elemento mais abundante no organismo e está associado com o cálcio e o fósforo nos tecidos e no metabolismo animal (CAVALHEIRO e TRINDADE, 1992). Não existe controle homeostático do magnésio, portanto sua concentração sanguínea reflete diretamente o nível da dieta (GONZÁLEZ, 2000).

6. MARCADORES BIOQUÍMICOS DE FORMAÇÃO ÓSSEA

Os marcadores de formação óssea medem a concentração dos produtos decorrentes da síntese osteoblástica, uma vez que a formação é dependente da ação dos osteoblastos, da mesma maneira, os marcadores de reabsorção são resultantes da atuação dos osteoclastos sobre a matriz óssea (VIEIRA et al., 1999).

A habilidade de determinar o remodelamento ósseo com marcadores bioquímicos tem sido muito considerada nos últimos anos em diversos experimentos, na busca de marcadores mais sensíveis e específicos (DONATTI et al., 2011). Os marcadores bioquímicos do metabolismo ósseo podem ser classificados de acordo com o processo a partir do qual foram gerados. Entre os marcadores de formação óssea, gerados pela atividade dos osteoblastos, podemos citar: fosfatase alcalina óssea, osteocalcina, pró-colágeno I N-terminal, pró-peptídeos e pró-colágeno I C-terminal pró-peptídeos (DONATTI et al., 2011)

A fosfatase alcalina é um marcador específico da formação óssea, trata-se de uma enzima produzida somente pelos osteoblastos sendo essencial para mineralização óssea (BREUR et al., 2004). Ela se localiza na membrana plasmática dos osteoblastos, estando envolvida no processo de formação dos ossos. Apresenta vantagens sobre a osteocalcina, por sofrer menor variação diurna, ser mais estável *in vitro*, e não ser afetada por alterações renais. Apesar de ser um marcador de formação, também está aumentada nos distúrbios em que predomina a reabsorção óssea, devido à associação desses processos. São considerados normais valores séricos variando entre 70 – 390 U/L, conforme Kaneko et al. (2008).

A fosfatase alcalina é encontrada em todo o organismo, todavia sua maior concentração ocorre nos ossos, fígado, mucosa intestinal, túbulos renais e placenta. Pode-se observar aumento desta enzima em lesões esplênicas, hepáticas, renais, ósseas,

obstruções biliares e neoplasias ósseas malignas (ALLEN, 2003; FERNANDEZ e KIDNEY, 2007; KANEKO et al., 2008). Em animais apresentando deficiência de fósforo, a atividade sérica da fosfatase alcalina está aumentada em decorrência do aumento da atividade osteoclástica (KERR, 2002).

Simensen (1970) e Coles (1984) consideraram que a fosfatase alcalina participa dos processos de aposição óssea e também do processo de reabsorção e, por isso, em casos de hiperparatireoidismo, seus níveis mostram-se elevados essa condição a que se referem esses autores é condizente com os baixos índices de cálcio na dieta animal. Duarte et al. (2011), observaram um aumento na atividade sérica da fosfatase alcalina em três espécies animais, sendo 55,6% dos bovinos, 22% dos ovinos e 24% dos caprinos, indicando deficiência de fósforo.

A osteocalcina (OC) é considerada um marcador sensível ao processo de reabsorção e formação óssea e reflete especificamente a atividade osteoblástica (SZULC et al., 1993). A função da OC no tecido ósseo ainda não está totalmente elucidada, embora sua estreita associação com a fase mineral indica algum papel no processo de mineralização (ALLEN, 2003). A OC é secretada pelos osteoblastos maduros no estágio final de diferenciação dos osteoblastos, durante o período da mineralização da matriz extracelular. A fração de OC recém-sintetizada é liberada na circulação, podendo ser medida por radioimunoensaio. A OC tem mostrado seguir um padrão circadiano e refletir a formação óssea. A quantidade de OC que entra na circulação sanguínea depende da taxa de secreção individual dos osteoblastos e do número de osteoblastos que secretam a proteína (NIELSEN, 1994).

É interessante notar que sua liberação está condicionada a um ciclo circadiano fazendo com que a reabsorção seja maior durante a noite, com pico às 4 horas e seu ponto mais baixo às 17 horas com uma diferença de aproximadamente 15% (SARAIVA e LAZARETTI, 2002).

7. MARCADORES BIOQUÍMICOS DE REABSORÇÃO ÓSSEA

A reabsorção óssea ocorre, predominantemente, como resultado da ação de osteoclastos e ordinariamente envolve a dissolução de ambos, minerais e matriz orgânica (MOTTA, 2003).

O fator de crescimento semelhante à insulina do tipo 1 (IGF-1) é um polipeptídeo presente na circulação sistêmica, produzido no fígado, e secundariamente por vários tecidos, incluindo o tecido ósseo. O esqueleto é o maior depósito extra vascular de IGF-I, o

qual exerce funções importantes como diferenciação, maturação e recrutamento de osteoblastos (BORBA et al., 2003). A concentração de IGF-I no soro sanguíneo está associada com fatores de crescimento em muitas espécies de produção (ANDERSON et al., 1988; GRAML et al., 1994), podendo ser um valioso indicador de características fisiológicas em programas de seleção que objetivam alterar a composição corporal do gado de corte (DAVIS et al., 2003).

Dentre os hormônios que regulam o crescimento e a utilização dos nutrientes, em especial da energia, o IGF-I tem papel destacado, pois está envolvido com o desenvolvimento e diferenciação dos tecidos, especialmente no aumento da síntese de proteínas (LIMA et al., 2011).

O hormônio da paratireoide (PTH) é um hormônio polipeptídico com 84 aminoácidos sintetizados nas glândulas paratireoides e sua ação fisiológica se faz diretamente nos rins e osso e indiretamente no trato digestório. Está envolvido na homeostase de cálcio e é um importante mediador no desenvolvimento do esqueleto e remodelação óssea (DATTA, 2011). Suas ações primordiais são: liberação de cálcio para o líquido extracelular; aumento da reabsorção de cálcio e diminuição de reabsorção de fosfato pelos túbulos renais; conversão de 25-hidroxicolecalciferol em 1,25 dihidroxivitamina D, que por sua vez aumenta a absorção de cálcio pelos intestinos (DATTA, 2011; HALL e GUYTON, 2011).

A principal função do PTH é manter a concentração plasmática do cálcio dentro de uma pequena margem de variação, via ação no osso e nos rins. Secundária a esta função o PTH regula a concentração do fósforo no plasma (BARBER, 2004). No tecido ósseo, o PTH atua nos osteoblastos promovendo a síntese e secreção de um ativador local de osteoclastos, aumentando a atividade osteoclástica. Esta ação aumenta a reabsorção óssea (BRACCO et al., 2003). O PTH age sobre a reabsorção, regulando a liberação de cálcio e fosfato para o líquido extracelular e quando secretado de forma contínua favorece a perda de massa óssea (PACIFIC, 2010).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.J. Biochemical markers of bone metabolism in animals: uses and limitations. **Veterinary Clinical Pathology**, 32:101-113, 2003. Caçada cassada
- ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medicion del consume de ruminates em pastoreo. In: SIMPOSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais**. Maringá: UEM. 1997. p.1-23.
- BARROS, E. E. L. de.; FONTES, C. A. A.; DETMANN, E.; VIEIRA R. A. M.; HENRIQUES, L. T.; RIBEIRO, E. G. Avaliação do perfil nictemeral de excreção de indicadores internos e de óxido crômico em ensaios de digestão com ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2102-2108, 2007 (supl.)
- BARROS, E. E. L. de.; FONTES, C. A. A.; DETMANN, E.; VIEIRA R. A. M.; HENRIQUES, L. T.; FERNANDES, A. M. Vícios na estimação da excreção fecal utilizando indicadores internos e óxido crômico em ensaios de digestão com ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2015-2020, 2009.
- BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; OSÓRIO NETO, E.; ROCHA, S. S. Comparação de marcadores de fase sólida para medir fluxo de matéria seca e matéria orgânica no duodeno. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.2, p.147-152, 1998.
- BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; GARCIA, A. Considerações sobre os principais indicadores utilizados em estudos de nutrição com ruminantes. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia**, UNIPAR, 8(2): p. 205-211, 2005.
- BERCHIELLI, T.T.; VEGA-GARCIA, A.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds). *Nutrição de Ruminantes*. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p.565-600.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA. 2006; pp. 301.
- BORBA, V. Z.C.; KULAK, C.A.M.; CASTRO, M. L. Controle neuroendócrino da massa óssea: mito ou verdade? **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabologia**, v. 47 n° 4, 2003.
- BORBUREMA, J.B.; CEZAR, M.F.; MARQUES, D.D.; CUNHA, M.G.G.; PEREIRA FILHO, J.M.; SOUSA, W.H.; FURTADO, D.A.; COSTA, R.G. Efeito do regime alimentar sobre o perfil metabólico de ovinos Santa Inês em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.4, p.983-990, 2012.
- BRACCO, O. L.; KAYATH, M. J.; VIEIRA, J. G. H. Hormônio da paratireoide (1-34) no tratamento da osteoporose. **Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabologia**, v. 47, n° 3, 2003.
- BREUR, G.J., ALLEN, M.J., CARLSON, S.J., RICHARDSON, D.C. Markers of bone metabolism in dog breeds of different size. **Research in Veterinary Science**, v. 76, p.53-55, 2004.

- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; VELOSO, R. G. Avaliação de indicadores na estimação da excreção fecal e da digestibilidade em ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p. 29-34, 2008.
- CANESIN, R. C.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T. T. Inovações e desafios na avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.938-953, 2012.
- CARVALHO, P. C. F., KOZLOSKI, G. V., RIBEIRO FILHO, H. M. N., REFFATTI, M. V., GENRO, T. C. M., EUCLIDES, V. P.B. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, suplemento especial, p.151-170, 2007.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G. de.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.335-342, 2008.
- CAVALHEIRO, A.C.L., TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Sagra - DC Luzzatto (Porto Alegre, Brasil), 58-82, 1992.
- CHAMPE, P. C. **Bioquímica Ilustrada**. 2ª Edição. Editora Artes Médicas Sul Ltda. Porto Alegre. 1996.
- DATTA, N.S. Osteoporotic fracture and parathyroid hormone. **World Journal of Orthopdics**, v. 18, n. 2, p. 67-74, 2011.
- DAVIS, M.E.; BOYLES, S.L.; MOELLER, S.J.; SIMMEN, R.C.M. Genetic parameter estimates for serum insulin-like growth factor I concentration and ultrasound measurements of backfat thickness and longissimus muscle area in Angus beef cattle. **Journal of Animal Science**. v. 81, p.2164-2170, 2003.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; EUCLIDES, R. F.; LANA, R. P.; QUEIROZ, D. S. de. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1600-1609, 2001.
- DONATTI, T.L.; KOCH, V. H. K.; TAKAYAMA, L.;PEREIRA, R. M. R. Os glicocorticoides e seus efeitos no crescimento e na mineralização óssea. **Jornal de Pediatria** v.87, n.1, 2011.
- DUARTE, A.L.L.; PIRES, M L.S.; BARBOSA, R.R.; et al. Avaliação da deficiência de fósforo em ruminantes por meio de bioquímica sérica. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.4, p.380-384, 2011.
- EL-SHERIF, M. M. A.; ASSAD, F. Changes in some blood constituents of Barki ewes during pregnancy and lactation under semiarid conditions. **Small Ruminant Research**, v.40, n.3, p. 269-277, 2001.
- FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO M. L.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009a.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, L. F. C.; NASCIMENTO, F. B.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: estimativa de consumos de concentrado e de silagem de milho por vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1574-1580, 2009b.

FERNANDEZ, N.J.; KIDNEY, B.A. Alkaline phosphatase: beyond the liver. **Veterinary Clinical Pathology**, v. 36, p. 223-233, 2007.

FERRET, A.; PLAIXATS, J.; CAJA, G.; GASA, J.; PRIO, P. Using markers to estimate dry matter digestibilities, faecal output and dry matter intake in dairy ewes fed Italian ryegrass hay or alfalfa hay. **Small Ruminant Research**, v. 33, p. 145-152, 1999.

FREITAS, D. de.; BERCHIELLI, T. T.; SILVEIRA, R. N. da.; SOARES, J. P. G.; FERNANDES, J. J. R.; PIRES, A. V. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca e matéria orgânica estimados por meio de indicadores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1521-1530, 2002.

GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; PATIÑO, H.O.; RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrientes e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 106p, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SHEFFER, J.F.S.; Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: **Anais...** Congresso Nacional de Medicina Veterinária. Gramado, 2002.

HALL, J.E.; GUYTON, C.A. Paratormônio, calcitonina, metabolismo de cálcio e fosfato, vitamina D, ossos e dentes (cap. 79). **Tratado de Fisiologia Médica**, 12ªed. Elsevier, 2011, p. 1005-1018.

KANEKO J.J.; HARVEY J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. Academic Press, San Diego. 928p. 2008.

KERR M.G. Veterinary Laboratory Medicine: clinical biochemistry and haematology. **Blackwell Science**, Oxford. 2 ed. 368p. 2002.

KOZLOSKI, G.V.; NETTO, D.P.; OLIVEIRA, L. MAIXNER, A. R. LEITE, D. T. MACCARI, M. BRONDANI, I. L. SANCHEZ, L. M. B. QUADROS, F. L. F. de. Uso de óxido de cromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.599-603, 2006.

LEITE, D. F. L. **Consumo e digestibilidade aparente de dietas com níveis crescentes do subproduto do caju em ovinos**. 2013, 35 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Macaíba – RN, 2013.

LIMA, A.S.; SUCUPIRA, M. C. A.; ORTOLANI, E. L. Bovinos submetidos a dietas deficientes em energia por longo período: desempenho animal e sua relação com os teores de T3 e IGF-1. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v. 48, n. 1, p. 19-26, 2011.

LIPPKE, H.; ELLIS, W.C.; JACOBS, B.F. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 403-412, 1986.

MARQUES, K. B. **Perfil metabólico de cordeiros em pastejo submetidos a diferentes ambientes e suplementações alimentares no semiárido Paraibano**. 2007, 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Campina Grande - UFCG – Patos - PB, 2007.

- MCDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 524p, 1992.
- MCDOWELL, L.R. **Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions**. Extension Bulletin. Animal Science Department, Centre for Tropical Agriculture, University of Florida, 81 pp, 1997.
- MCDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**, second ed. Elsevier Science, Amsterdam, 644 pp, 2003.
- MENDES, A. R.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; BOCCHI, A. L.; QUEIRÓZ, M. A. Á.; FEITOSA, J. V. Consumo e Digestibilidade Total e Parcial de Dietas Utilizando Farelo de Girassol e Três Fontes de Energia em Novilhos Confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.679-691, 2005.
- MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminantes In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. 4.ed. Carvallis: O e B Books, p.172-201, 1993.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C., COLLINS, M., MERTENS, D.R., MOSER, L.E. (Eds.). Forage quality, evaluation, and investigation. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p.450-493, 1994.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. Queensland: Academic Press, 483p, 1990.
- MORAES, S.A. de. **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. 2007, 57 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte-MG, 2007.
- MOTTA, V.T. **Bioquímica clínica para laboratório: princípios e interpretações**. 4.ed. Porto Alegre: Editora Médica Missau, 2003. 419 p.
- MOTA, D. A.; BERCHIELLI, T. T.; CANESIN, R. C.; SADER, A. P. O.; MESANA, J. D.; BIEHL, M. V. Estimation of fecal production, digesta flow and digestibility in dairy heifers with different indicator. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 2, p. 181-186, 2013.
- OSPINA, H.; PRATES, E. R.; BARCELLOS, J. O. J. A suplementação mineral e o desafio de otimizar o ambiente ruminal para digestão de fibra. In: BARCELLOS, J. O. J.; OSPINA, H.; PRATES, E. R. 1º Encontro anual sobre nutrição de ruminantes da UFRGS – Suplementação mineral de bovinos de corte. São Gabriel, Gráfica da UFRGS, p. 37-60, 1999.
- OWENS, F.N., HANSON, C.F. Symposium: External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal Dairy Science**, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.
- PACIFIC, R. The immune system and bone. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 503, n. 1, p. 41-53, 2010.
- RESENDE, K.T.; FURLAN, C.L.; COSTA, R.G. SUGOHARA, A.; VASCONCELOS, V.R.; CARVALHO, F.F.R.de.; GUIDELI, C. Utilização do colágeno cromado como indicador em estudos de digestão em caprinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, p. 807-813, 1996.
- RIBEIRO, L.A.O.; GONZÁLEZ, F.H.D.; CONCEIÇÃO, T.R.; BRITO, M.A.; ROSA, V.L.L.; CAMPOS, R. Perfil metabólico de borregas Corriedale em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.31, p. 167-170, 2003.

- RODRIGUES, P.H.M.; GOMES, R.C.; SIQUEIRA, R.F. Acurácia, precisão e robustez das estimativas da digestibilidade aparente da matéria seca determinada com o uso de indicadores em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1118-1126, 2010.
- RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES JR., R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p.323-352.
- ROSSI JUNIOR, P.; FERNANDES, S. R.; LUCZYSZYN, V. C.; ZANETTI, G. F.; OIKAWA, M. G. Degradabilidade e digestibilidade da forragem consumida por ovinos em pastagens anuais de inverno. **Archives of Veterinary Science**, v.18, n.1, p.15-22, 2013.
- SALIBA, E.O.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. Estudo comparativo da lignina isolada da palha de milho, com outros indicadores em ensaios de digestibilidade aparente. **Anais...** REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre: SBZ, 1999.
- SALIBA, E.O.S.; FERREIRA, W.M.; PEREIRA, R.A.N. Lignin from *Eucalyptus Grandis* as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.3, n.1-3, 2003a (Special Volume).
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; PILO-VELOSO, D.; TEIXEIRA, G.L.; RIBEIRO, S.L.M. Estudo comparativo da digestibilidade pela técnica da coleta total com lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento com feno de Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina – RS: SBZ, 2003b.
- SALIBA, E.O.S.; FERREIRA, W.M.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I. Lignin from eucalyptus as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.3, n.1, p.107-109, 2004.
- SARAIVA, G.L.; CASTRO, M.L. Marcadores Bioquímicos da Remodelação Óssea na Prática Clínica. **Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabologia**, v. 46, n. 1, 2002.
- SILVA, L. D. F.; EZEQUIEL, J. M. B.; AZEVEDO, P. S. CATTELAN, J. W. ; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; CASTRO, V. S.; MENDES, A. R. Uso da cutina na estimativa das digestões total e parcial de alguns componentes de rações contendo diferentes fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n 2, p.600-606, 2006.
- SILVA, A. G. M. E.; BORGES, I.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, M.; SALIBA, E. O. S.; MORAIS, S. A.; MORAIS, S, A.; SILVA, J. J.; MERLO, F. A.; SOUSA, T. A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, L. L.; GONÇALVES, N. C.; BARROS, V. P.; VALLE, R. C. A. **Avaliação do LIPE® como indicador externo de digestibilidade em ovinos recebendo dietas com torta de babaçu**. I CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. Fortaleza, 2008.
- SILVA, J. J. da.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, I.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUÉZ, N. M.; AROEIRA, L. J. M.; SILVA, A. G. M.; COSTA, F. J. N. Indicadores para estimativa de consumo total por novilhas holandês x zebu mantidas em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p.838-848, 2010.
- SOARES, L.F.P.; GUIM, A.; FERREIRA, M.A. et al. Avaliação de indicadores para estimativa digestibilidade da matéria seca em bubalinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, **Anais...** Águas de Lindóia SP. FZEA/USP- Associação Brasileira de Zootecnistas, 2009.

SOUZA, N. H. D.; FRANZOLIN, R.; SOARES, W. V. B. Metabolismo mineral em bubalinos com ingestões de diferentes níveis de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1149-1154, 2009.

SPEARS, J. W. Reevaluation of the metabolic essentiality of the minerals – Review. **Asian- Australian Journal Animal Science**, v.12, n.6, p.1002-1008, 1998.

STEIN, R. B. S.; TOLEDO, L. R. A. DE.; ALMEIDA, F. Q. DE.; RODRIGUES, P. H. M.; LIMA, C. G. DE.; CORASSA, A.; SANTOS, T. M. Estimativa da digestibilidade aparente da matéria seca por meio de indicadores internos em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.504-511, 2006.

SZULC, P.; CHAPUY, M.C.; MEUNIER, P.J.; DELMAS, P.D. Serum undercarboxylated osteocalcin is a marker of the risk of hip fracture in elderly woman. **Journal of Clinical Investigation**, v. 91, p. 1769-1774, 1993.

UNDERWOOD, E.J., SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**, third ed. Midlothian, UK, 614 pp, 1999.

VIEIRA, J.G.H. Considerações sobre os marcadores bioquímicos do metabolismo ósseo e sua utilidade prática. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**. São Paulo, v. 43, n. 6, p. 415-22, 1999.

WATANABE, P EZEQUIEL, J.M.; GALATI, R.L.; BIAGIOLI, B.; SILVA, O.G.C.H. Indicadores internos indigestíveis para a estimativa das digestibilidades de dietas à base de coprodutos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p.849-857, 2010.

**CAPÍTULO 2 – ESTIMATIVA DO CONSUMO E DIGESTIBILIDADE
DA MATÉRIA SECA EM OVELHAS SANTA INÊS
SUPLEMENTADAS NO PRÉ E PÓS-PARTO**

Artigo redigido de acordo com as normas da revista Semina: Ciências Agrárias
(<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>)

Estimativa do consumo e digestibilidade da matéria seca em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto

Estimation of intake and digestibility of dry matter in Santa Inês ewes supplemented during pre-and postpartum

Resumo

Objetivou-se avaliar diferentes indicadores internos na estimativa do consumo e digestibilidade da matéria seca em ovelhas Santa Inês suplementadas a pasto no pré e pós-parto. Foram utilizadas 12 fêmeas da raça Santa Inês distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2×5), dois níveis de suplementação (0,5 e 1,5% do peso vivo) e cinco períodos experimentais (3 pré parto e 2 pós-parto). Para as estimativas do consumo e digestibilidade foram utilizados a Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE[®]) como indicador externo e a Fibra em Detergente Neutro, Fibra em Detergente Ácido indigestíveis (FDNi, FDAi) e Matéria Seca Indigestível (MSi) como indicadores internos. O consumo de matéria seca total (CMS) foi influenciado ($P < 0,05$) pelo tratamento, período, indicador, além das interações entre período vs indicador e tratamento vs indicador. O CMS estimado pela MSi diferiu ($P < 0,05$) do estimado pela FDAi e FDNi os quais foram semelhantes ($P > 0,05$). A digestibilidade da matéria seca (DMS) foi influenciada ($P < 0,05$) pelo tratamento, período, indicador, além das interações entre tratamento vs período, tratamento vs indicador e período vs indicador. Para todos os indicadores utilizados, foram observados valores de digestibilidade mais elevados nos animais que receberam suplementação concentrada a 1,5% do PV. A DMS obtida pela FDNi e FDAi apresentaram comportamento semelhante em ambos os tratamentos, em que observou-se melhor digestibilidade no segundo período de avaliação com médias de 37,61 e 34,67% (FDNi e FDAi), respectivamente, quando receberam 0,5% do PV, e 67,86 e 65,94%, quando os animais foram suplementados com 1,5% do PV. A MSi apresentou melhor resultado para a DMS, quando comparada a FDNi e FDAi, com 78,21% no segundo período de avaliação. No quinto período de avaliação os animais apresentaram os piores valores para consumo e digestibilidade de MS em relação aos demais períodos. Os resultados de consumo e digestibilidade foram subestimados pelos indicadores utilizados.

Palavras-Chave: indicadores, ovinos nativos, produção fecal, suplementação

Abstract

Aimed to evaluate different internal markers for estimating the intake and digestibility of dry matter in Santa Inês ewes on pasture supplemented during the pre-and postpartum. Twelve Santa Inês ewes distributed in a completely randomized design in a factorial arrangement (2×5), two levels of supplementation (0,5 and 1,5% of body weight) and five experimental periods (3 and 2 pre-and postpartum) were used. To estimate the intake and digestibility were used to Purified Lignin and Enriched (LIPE[®]) as an external indicator and neutral detergent fiber, acid detergent fiber indigestible (iNDF, iADF) and indigestible dry matter (iDM) as internal indicators. The total dry matter intake (DMI) was influenced ($P < 0.05$) by treatment, period, marker, besides the interactions between period vs marker and treatment vs marker. The DMI estimated by iDM differed ($P < 0.05$) from those estimated by iADF and iNDF which were similar ($P > 0.05$). The dry matter digestibility (DMD) was influenced ($P < 0.05$) by treatment, period, marker, besides the interactions between treatment vs period, treatment vs marker and period vs marker. For all markers used, it were observed higher DMD in animals fed concentrate at 1.5% BW supplementation. The DMD obtained by iNDF and iADF have similar behavior in both treatments being observed better digestibility in the second period of evaluation with averages of 37.61 and 34.67 % (iNDF and iADF), respectively, received 0.5% of BW, and 67.86 and 65.94% when the animals were supplemented with 1.5% BW. The iDM showed a higher DMD compared with iNDF and iADF with 78.21% in the second evaluation period. In the fifth period of evaluation, it were observed worst values for DMI and digestibility compared to the other periods. The markers used underestimated the estimates of intake and digestibility.

Key words: fecal production, indigenous sheep, markers, supplementation

55 **Introdução**

56

57 A alimentação de ruminantes no Brasil baseia-se na utilização de pastagens, no entanto, em função
58 das condições climáticas do país, há uma variação tanto na disponibilidade como na qualidade dessas
59 pastagens. Quando exclusivamente em pastejo, essa variação pode comprometer o atendimento das
60 exigências nutricionais desses animais, principalmente em ovelhas no final de gestação e início de lactação,
61 onde há uma maior demanda por nutrientes, em detrimento do maior desenvolvimento fetal e do início da
62 produção de leite, podendo esses eventos comprometer o desempenho desses animais.

63 A utilização de práticas como a suplementação pode adequar o suprimento das exigências de animais
64 nessas condições, podendo assim garantir seu melhor desempenho produtivo. Além disso, é importante que
65 se tenha conhecimento sobre a qualidade da dieta ingerida, sendo esta avaliação mensurada a partir do
66 consumo e da digestibilidade dos alimentos.

67 O sucesso dos ensaios de digestão com animais ruminantes vai depender da acuidade ao se mensurar
68 estas variáveis. O método de coleta total de fezes é o mais preciso para esse tipo de avaliação, no entanto,
69 requer um rigoroso controle de ingestão e excreção, além de ser impraticável em animais em condição de
70 pastejo. Visto isso, torna-se necessária a utilização de métodos indiretos, como o dos indicadores, como
71 alternativa à coleta total de fezes, em virtude de sua simplicidade na condução experimental (CASALI et al.,
72 2008).

73 A digestibilidade dos nutrientes da forragem sob pastejo pode ser estimada a partir do conteúdo de
74 constituintes indigestíveis, também chamados indicadores internos, naturalmente presentes no pasto e nas
75 fezes. Este método se baseia no fato de que, à medida que o alimento transita pelo trato gastrointestinal, a
76 concentração do indicador aumenta progressivamente pela remoção de outros componentes, por digestão
77 e absorção (ASTIGARRAGA, 1997).

78 A utilização de indicadores é valiosa em estudos de nutrição animal por possibilitar a estimativa de
79 parâmetros como produção fecal, coeficientes de digestibilidade, ingestão de alimentos e fluxo de nutrientes
80 pelo trato gastrintestinal dos animais, e que, em determinadas situações, não podem ser obtidos facilmente
81 pela impossibilidade de manipulação constante dos animais (MORAIS et al., 2010). Entretanto, os resultados
82 encontrados são muito variáveis, provavelmente em decorrência da diversidade das dietas, dos animais e das
83 metodologias utilizadas.

84 Diversas pesquisas com o uso de indicadores têm sido realizadas ao longo dos anos (BERCHIELLI
85 et al. 2000; DETMANN et al. 2001; ZEOULA et al. 2002; SILVA et al. 2008; FERREIRA et al. 2009a, b;
86 MAEDA et al. 2011), e algumas substâncias têm se destacado para esse fim, como é o caso das fibras
87 indigestíveis, matéria seca indigestível e a LIPE®.

88 Diante do exposto, com a realização deste trabalho, objetivou-se estimar o consumo e a digestibilidade da
89 matéria seca através do uso de indicadores internos, bem como, avaliar a influência da suplementação
90 concentrada (0,5 e 1,5% do PV) e o estágio fisiológico (gestação e lactação) sobre estas estimativas em
91 ovelhas Santa Inês.

92 **Material e Métodos**

93

94 *Localização do Experimento e Aspectos Éticos*

95

96 O experimento foi realizado no Módulo Didático-Produtivo de Pequenos Ruminantes do Colégio
97 Técnico de Bom Jesus, localizado no *Campus* Profa. Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí,
98 localizada no município de Bom Jesus – PI.

99 O município de Bom Jesus está localizado na microrregião do Alto Médio Gurguéia, a 09°04'26'' de
100 latitude Sul e 44°21'32'' de longitude Oeste. O clima da região é caracterizado como semiárido, com
101 temperaturas médias mínimas de 17,5°C e médias máximas de 35,5°C, de acordo com dados da Estação
102 Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no CPCE-UFPI.

103 Esse trabalho foi realizado após aprovação pelo Comitê de Ética em Experimentação com Animais
104 da Universidade Federal do Piauí (CEE/UFPI), sob o número de protocolo 091/2010.

105

106 *Animais, instalações e tratamentos*

107

108 Foram utilizadas ovelhas pluríparas vazias da raça Santa Inês, fertilizadas através de inseminação
109 artificial. Após a inseminação foi realizado o diagnóstico de gestação, através de ultrassonografia trans-
110 abdominal e selecionadas 12 ovelhas prenhes. Após este período, aos 75 dias de gestação, iniciou-se a fase
111 experimental. O manejo sanitário foi à base de vermifugação utilizando-se revezamento de dois princípios
112 ativos (Disofenol 20% - Ibasal® e Albendazol 10% - Labovet®) de acordo com o controle
113 coproparasitológico realizado quinzenalmente. Além dos cuidados preventivos de rotina, os animais foram
114 vacinados contra enterotoxemia.

115 O período experimental foi compreendido entre os meses de dezembro de 2011 a junho de 2012.
116 Durante esse período, os animais permaneceram em piquetes de *Andropogon gayanus* numa área de 1,8
117 hectares, sendo recolhidos ao final da tarde e alocados em baias individuais dotadas de comedouros e
118 bebedouro, onde recebiam a suplementação concentrada a base de milho moído, farelo de soja e suplemento
119 mineral (Tabela 1). Os animais foram suplementados dos 75 dias de gestação até os 75 dias de lactação. Os
120 tratamentos foram formados em função do percentual de suplementação concentrada (0,5 e 1,5% do PV),
121 formulada conforme recomendações do NRC (2007). Semanalmente, as ovelhas foram pesadas para o ajuste
122 da suplementação concentrada.

123

124 *Avaliação da disponibilidade e da qualidade da pastagem*

125

126 Para estimativa da disponibilidade total da forragem, foram feitas coletas em diferentes períodos (75,
127 105 e 135 dias de gestação e 30 e 60 dias de lactação). Para isso, a forrageira foi cortada rente ao solo em
128 cinco áreas, aleatoriamente dentro dos piquetes com auxílio de um quadrado metálico de 1,0 m² (1,0 × 1,0
129 m). As amostras obtidas de cada quadrado foram pesadas, divididas em sub amostras para em seguida
130 formarem amostras compostas em duplicata por período, em seguida acondicionadas em sacos plásticos,

131 identificadas e congeladas e destinada à avaliação da disponibilidade total de matéria seca (MS) do pasto. De
132 cada par de amostras compostas de forragem, uma foi utilizada para separação dos componentes: folha
133 verde, colmo verde, folha seca e colmo seco os quais foram pesados, armazenados em sacos plásticos
134 previamente identificados e congelados e posteriormente analisados para determinação das características
135 bromatológicas.

136 Para avaliação da composição química da forragem consumida pelos animais, foram realizadas
137 coletas via simulação manual de pastejo durante os cinco períodos de avaliação da disponibilidade de
138 pasto. A coleta foi realizada por um único amostrador em todo o período experimental, a fim de se evitar
139 variações em cada amostragem.

140 As amostras para a avaliação quantitativa e qualitativa da forragem foram pesadas e
141 imediatamente levadas para uma estufa com circulação forçada (55°C/72 horas), processadas em moinho
142 de facas tipo Wiley (1 e 2 mm) e armazenadas para análise.

143 Das amostras destinadas à estimação da disponibilidade total de forragem, foi calculado o
144 percentual de MS potencialmente digestível (MSpD) ofertada aos animais. Esse resultado foi obtido por
145 intermédio do resíduo insolúvel em detergente neutro (FDNi) avaliado após incubação *in situ* das
146 amostras por 264 conforme recomendado por Casali et al. (2008). A MSpD foi calculada segundo a
147 equação proposta por Paulino, Detmann e Valadares Filho (2008).

148

$$149 \text{MSpd (\%MS)} = \{0,98 \times (100 - \text{FDN})\} + (\text{FDN} - \text{FDNi})$$

150

151 em que: 0,98 = coeficiente de digestibilidade verdadeiro do conteúdo celular; FDN = fibra em detergente
152 neutro; FDNi = FDN indigestível.

153

154 *Estimativa da produção de matéria seca fecal*

155

156 A estimativa da produção de matéria seca fecal (PMSF) foi realizada usando a LIPE[®]
157 (hidroxifenilpropano modificado e enriquecido), utilizado como indicador externo, de acordo com a
158 metodologia descrita por Saliba et al. (2003). O indicador foi fornecido diariamente em doses únicas de 250
159 mg, por via oral, ministrado a cada animal durante sete dias de cada período experimental, coletando-se as
160 fezes por cinco dias consecutivos, antes dos animais irem ao pasto, diretamente da ampola retal, a partir do
161 segundo dia de fornecimento do indicador.

162 Durante o experimento foram realizados cinco períodos de fornecimento do indicador e coleta de
163 fezes: I (75 dias de gestação), II (105 dias de gestação), III (135 dias de gestação), IV (30 dias de lactação) e
164 V (60 dias de lactação). A concentração de LIPE[®] nas fezes foi determinada no Laboratório de Nutrição
165 Animal, da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, em espectrofotômetro com
166 detector de luz no espectro do infravermelho (FTIV), (Modelo Varian 099-2243), usando amostras secas e
167 moídas a 1 mm e misturadas a brometo de potássio (KBr). A produção fecal foi calculada pela razão

168 logarítmica das bandas espectrais entre os comprimentos de onda λ_1 (1050 nm) e λ_2 (1650nm) (SALIBA et
169 al., 2003).

170 A excreção de matéria seca fecal foi calculada como:

$$MSF = \frac{QFI}{CIF} \times 100$$

171 em que: MSF = matéria seca fecal (g/dia); QFI = quantidade fornecida do indicador (g); CIF = concentração
172 do indicador (LIPE[®]) nas fezes;

174

175 *Estimativa do consumo e digestibilidade da matéria seca*

176

177 A incubação e análises das frações indigestíveis (FDAi, FDNi e a MSi) foram realizadas no
178 Departamento de Zootecnia – CCA, Universidade Federal do Piauí, *Campus* de Teresina-PI. Para avaliação
179 dos teores de componentes indigestíveis, os alimentos (pasto: 4,0 g e concentrado: 4,0 g) e as fezes (4,0 g)
180 foram acondicionados em sacos de tecido de náilon 50 μ m (8 \times 12 cm). A FDAi, FDNi e MSi foram obtidas
181 após 264 h de incubação “*in situ*” dos alimentos fornecidos e das fezes, segundo Casali et al. (2008). Foi
182 utilizado um bovino fistulado no rúmen, sob o mesmo sistema de manejo dos demais animais. Após a
183 retirada dos sacos incubados no rúmen, os mesmos foram lavados com água corrente até total clareamento e
184 imediatamente transferidos para estufa de ventilação forçada (60°C), onde foram mantidos por 48 horas.
185 Sequencialmente, foram secos em estufa não ventilada (105°C por 45 minutos), acondicionados em
186 dessecador (20 sacos/dessecador) e pesados (Detmann et al., 2001) para a obtenção da MS não-digerida.

187 Para a determinação da FDN e FDA pesou-se 0,25 g da amostra, em seguida colocados em tubos de
188 ensaio. A estes foram adicionados 25 ml da solução de FDN e FDA e destinados ao bloco digestor a uma
189 temperatura de 120°C por uma hora, a partir da ebulição. Colocaram-se os cadinhos filtrantes (tipo “gooch”)
190 para secar em estufa a 105°C por 1 hora; retiraram-se os cadinhos da estufa e foram colocados em dessecador
191 para esfriar por 30 minutos. Após esse processo, efetuou a filtragem usando bomba de vácuo (Marca
192 TECNAL[®], modelo TE-0581). Durante a filtragem, os resíduos foram lavados duas vezes no mínimo, com
193 água destilada quente (90°C), tendo o cuidado de lavar as paredes do tubo. Em seguida, efetuou a lavagem
194 com acetona (30-40 ml) em toda a amostra, a fim de que o solvente entrasse em contato com as partículas de
195 fibra. Posteriormente, os cadinhos foram levados à estufa a 105°C durante uma noite. Após esse período, os
196 cadinhos foram colocados em dessecador e em seguida pesados.

197 O teor de MSi foi obtido pela diferença do peso seco do material antes da incubação e o peso seco do
198 resíduo após incubação. Para determinar a FDNi e a FDAi do resíduo após a incubação foram realizadas as
199 análises de FDN e FDA, respectivamente.

200 As fezes foram colhidas diretamente na ampola retal, uma vez por dia. Depois foi formada uma
201 amostra composta, com base no peso pré-seco, por animal. Durante o período de coleta, foram realizadas
202 amostragens diárias dos alimentos. Essas amostras foram devidamente congeladas e, depois de secas (55-
203 60°C), processadas em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 2 mm e submetidas a análises

204 laboratoriais. As análises para determinação dos teores de MS e PB foram conduzidas segundo método
205 descrito por Silva e Queiroz (2002) e FDN e FDA seguiram os métodos de Van Soest et al. (1991).

206 As estimativas do consumo de MS total foram obtidas segundo a equação:

207

208
$$\text{CMST (g/dia)} = \{[(\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IS}] / \text{CIFO}\} + \text{CMSS}$$
 em que:

209 CMST (g/dia) = consumo de matéria seca total; EF = excreção fecal (g MS/dia); CIF = concentração do
210 indicador nas fezes (g/kg); IS = indicador presente no suplemento (g/dia); CIFO = concentração do indicador
211 na forragem (g/kg) e CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (g/dia);

212 Os cálculos dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS foram efetuados conforme equações
213 abaixo:

214

215
$$\text{DMS (\%)} = (\text{MS ingerida} - \text{MS fecal}) / \text{MS ingerida}$$

216

217 em que: DMS = Digestibilidade aparente de matéria seca.

218

219 *Delineamento e análise estatística*

220

221 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2 × 5),
222 sendo dois níveis de suplementação (0,5 e 1,5% PV) e cinco períodos experimentais (3 pré-parto e 2 pós-
223 parto). Para os valores referentes ao consumo de matéria seca e digestibilidade foi considerado o efeito do
224 indicador. Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa Statistical Analysis System
225 (versão 9.0) e comparação entre as médias foram realizadas através do Teste de Tukey a 5% de significância.

226
$$Y_{ijk} = \mu + T_i + I_j + P_k + (T \times I)_{ij} + (T \times P)_{ik} + (I \times P)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$
, em que:

227 Y_{ijk} = variável resposta do i-ésimo nível de suplementação, no j-ésimo indicador e k-ésimo período; μ =
228 efeito médio geral; T_i = efeito do i-ésimo nível de suplementação (0,5 e 1,5%PV); I_j = efeito do j-ésimo
229 indicador (FDN_i, FDA_i e MS_i); P_k = efeito do k-ésimo período de avaliação (75, 105 e 135 dias de gestação e
230 30 e 60 dias de lactação); $(T \times I)_{ij}$ = efeito da interação do i-ésimo nível de suplementação com o j-ésimo
231 indicador; $(T \times P)_{ik}$ = efeito da interação do i-ésimo nível de suplementação com o k-ésimo período; $(I \times P)_{jk}$ =
232 efeito da interação do j-ésimo indicador com o k-ésimo período; ϵ_{ijk} = erro aleatório.

233

234 **Resultados e Discussão**

235

236 Durante o período experimental, observou-se que as médias das temperaturas máximas durante os
237 meses de dezembro e janeiro foram semelhantes, estando em torno dos 27°C (Figura 1). Já, durante o mês de
238 fevereiro, a média da máxima registrada foi de 28°C. Verifica-se, ainda, que as maiores médias para a
239 temperatura máxima, foram registradas nos meses de maio e junho, onde as mesmas ficaram próximas aos
240 30°C. As médias das temperaturas mínimas seguiram o mesmo comportamento da máxima, ficando na

241 ordem de 25,84, 25,88, 24,62, 25,44, 26,54, 27,29 e 27,03°C para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro,
242 março, abril, maio e junho, respectivamente (Figura 1).

243 Durante o período experimental, observou-se que a quantidade de chuva registrada para os meses de
244 dezembro de 2011, janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho de 2012 foi de 77,4, 112,6, 76,4, 93,6, 7,4,
245 1,2 e 0,8 mm, respectivamente (Figura 1). Pode ser observado que nos meses onde foram registrados os
246 maiores volumes de chuva (mm), foram registradas as menores temperaturas e vice versa.

247 A oferta média de matéria seca potencialmente digestível (DMSpd) foi de 451,85, 644,25, 779,89,
248 809,75 e 667,67 kg/ha durante os períodos I, II, III, IV e V, respectivamente. Observa-se um
249 comportamento crescente na DMSpd até certo ponto, sendo o II, III e IV períodos registrando os maiores
250 valores, possivelmente justificado pela maior precipitação registrada nesses períodos (Figura 1) e o baixo
251 teor de FDNi do pasto (Tabela 2).

252 A DMST aumentou do primeiro até o último período de avaliação, mesmo sem seguir um
253 comportamento linear. Os maiores valores referentes à DMSpd foram verificados quando haviam os maiores
254 valores de disponibilidade MS oriundos de folha e caules verdes, exceto para o quinto período, onde foi
255 verificado alto valor para DMSpd e ao mesmo tempo, maior disponibilidade de matéria seca oriunda de
256 colmo seco (DMSCS). Nos resultados das disponibilidades de MS dos componentes da forragem, a
257 participação da folha verde na massa de forragem reduziu consideravelmente, do início para o final do
258 experimento em torno de 77%, provavelmente como resultado dos baixos índices pluviométricos verificados
259 no final do período experimental.

260 A disponibilidade média de MSpd durante o experimento foi correspondente a 38,16% da MS total
261 de forragem. A DMST, por si só, não é um bom parâmetro para caracterizar pastagens, pois não fornece
262 informações sobre a qualidade do pasto disponível. Portanto, a condução do manejo de pastagem com base
263 na oferta de matéria seca potencialmente digestível, seria uma evolução natural de conceitos, posto que ele
264 integra quantidade e qualidade, independentemente da época do ano (PAULINO et al., 2004).

265 Os teores de MS, bem como as frações indigestíveis do capim *Andropogon gayanus* e dos seus
266 componentes tenderam a aumentar no decorrer do período experimental (Tabela 2). Por outro lado, os teores
267 de PB apresentaram comportamento contrário, ou seja, diminuíram com o passar do tempo. Esse
268 comportamento já era esperado, pois com o avançar da idade da planta, os constituintes do conteúdo celular
269 são utilizados pela mesma ao passo que os constituintes da parede celular vão aumentando.

270 O teor médio de PB da forragem amostrada via pastejo simulado comportou-se de maneira
271 decrescente, com média de 120,2 g/kg de MS no primeiro período e 50,1 g/kg MS no quinto período (Tabela
272 2). Com exceção do quinto período, os valores encontrados foram suficientes para atender as necessidades
273 dos microrganismos ruminais, pois conforme Van Soest (1994) e Lazzarini et al. (2009), as exigências dos
274 microrganismos ruminais por compostos nitrogenados deixam de ser atendidas em níveis inferiores a 7% de
275 PB na dieta, o que poderia comprometer de sobremaneira o crescimento desses microrganismos e a
276 utilização da fração potencialmente degradável da fibra em detergente neutro. Com base nisso, destaca-se a

277 importância da suplementação concentrada sobre o desempenho de ovelhas criadas em sistema de pasto,
278 principalmente no período seco do ano.

279 Dentre os componentes bromatológicos da pastagem, é na fração folha verde onde são encontrados
280 os maiores teores de PB e menores proporções de fibra quando comparada aos outros componentes da
281 pastagem. O consumo de maiores proporções de outros componentes, além da folha verde, pode resultar em
282 balanço negativo de nitrogênio no rúmen, tendo como consequência a redução no consumo de matéria seca
283 pelos animais (BARONI et al., 2010; SANTOS et al., 2004). Pode-se observar ainda que na avaliação dos
284 componentes da pastagem, as maiores proporções das frações indigestíveis (MSi, FDNi e FDAi) estão
285 presentes no colmo seco. Este comportamento já era esperado, pois neles estão contidos os maiores teores de
286 fibra (Tabela 2). Ao avaliar dentre outros aspectos as características bromatológicas e de disponibilidade
287 total e dos componentes da pastagem, Baroni et al. (2010) observaram comportamento semelhante ao
288 encontrado neste estudo. De modo geral, estes resultados concordam com o que é visto na literatura, pois os
289 processos de senescência e morte das folhas de forragem aumentam a fração indigestível, resultando em
290 menor qualidade de forragem oferecida, além de apresentar-se em quantidade insuficiente para permitir a
291 seletividade dos animais.

292 Quanto a produção de matéria seca fecal (PMSF; g MS/dia; $\text{kg}^{0,75}$ e %PV) pode ser observado que
293 houve efeito significativo ($P < 0,05$) de tratamento (nível de suplementação) e interação tratamento vs período
294 para a PMSF expressa em g MS/dia e $\text{kg}^{0,75}$ (Tabela 3). Os animais que receberam 0,5% do PV em
295 suplementação concentrada apresentaram maior PMSF, principalmente, no IV período, em que PMSF foi de
296 375,67 e 358,87 g MS/dia para animais suplementados com 0,5 e 1,5%, respectivamente.

297 As fezes são constituídas tanto de material de origem dietética quanto de origem endógena. Um fator
298 significativo que influencia a quantidade de matéria seca fecal excretada é a quantidade de matéria seca
299 indigestível consumida (MERCHEN, 1988), o que pode justificar essa maior produção fecal, uma vez que
300 nos períodos IV e V foram verificadas as maiores proporções de conteúdo indigestível no pasto (Tabela 2). A
301 PMSF observada neste estudo encontra-se semelhante ao observado na literatura. Em pesquisa conduzida por
302 Figueiredo (2011), onde foram avaliados diferentes indicadores externos e comparando-os com a coleta total
303 de fezes em ovinos Santa Inês, foram encontrados valores médios de 381,82 g MS fecal/dia estimado pela
304 LIPE[®] e de 385,54 g MS fecal/dia obtidos por meio de coleta total de fezes.

305 Influência do tratamento, período e interação foi observada para o teor de PB nas fezes, onde as
306 maiores concentrações foram observadas nos animais que receberam suplementação de 1,5% PV, nos
307 períodos I, II e III. Esse comportamento pode estar associado ao maior aporte de PB para os animais de
308 maior nível de suplementação, promovendo um possível menor aproveitamento do nitrogênio excedente por
309 parte das bactérias celulolíticas, causado pela maior quantidade de concentrado fornecido. Os animais que
310 receberam 0,5% de suplementação apresentaram maior quantidade FDN, FDA, MSi e FDAi nas fezes. Esse
311 comportamento pode ter ocorrido possivelmente devido a menor proporção de material potencialmente
312 digestível na dieta desses animais. Em relação às diferenças encontradas entre períodos, foi observado que as

313 maiores quantidades dessas frações nas fezes ocorreram nos períodos IV e V, o que pode ser justificado pela
314 composição do pasto o qual apresentou maior quantidade de fibra principalmente no V período (Tabela 2).

315 Para o consumo de matéria seca oriundo do concentrado (CMSC) houve efeito significativo ($P < 0,05$)
316 apenas para tratamento, já para o consumo de matéria seca total (forragem + concentrado; CMST; g/dia;
317 $\text{g/kg}^{0,75}$ e %PV) foi observado efeito significativo para tratamento, período e indicador ($P < 0,05$), bem como
318 para as interações entre tratamento vs indicador e período vs indicador (Tabela 4).

319 Os CMSC e CMST foram maiores ($P < 0,05$) nos animais que receberam suplementação concentrada
320 a 1,5% do PV. Este comportamento já era esperado, uma vez que esses animais receberam maior quantidade
321 de concentrado quando comparados aos animais do tratamento com 0,5% do PV. Esse aumento no CMST
322 pode estar relacionado ainda ao menor nível de substituição da MS oriunda do pasto pela MS ingerida via
323 suplementação e a baixa disponibilidade de MS_{pd} (Figura 2).

324

325 Os CMSC e CMST foram maiores ($P < 0,05$) nos animais que receberam suplementação concentrada
326 a 1,5% do PV. Este comportamento já era esperado, uma vez que esses animais receberam maior quantidade
327 de concentrado quando comparados aos animais do tratamento com 0,5% do PV. Esse aumento no CMST
328 pode estar relacionado ainda ao menor nível de substituição da MS oriunda do pasto pela MS ingerida via
329 suplementação e a baixa disponibilidade de MS_{pd} (Figura 2).

330 Os animais dos tratamentos de 0,5 e 1,5% apresentaram PV médio de 51,40 e 57,13 kg,
331 respectivamente (Tabela 3). O NRC (2007) recomenda para ovelhas com 55 kg de PV, com gestação
332 simples, um consumo 1,23 kg MS/dia. Para os animais suplementados com 0,5%, a estimativa do CMST
333 obtida pela FDN_i e FDA_i foi 44% abaixo (0,54 kg MS/dia) do valor preconizado por aquele comitê. Por
334 outro lado, para este mesmo nível de suplementação, o CMST médio estimado pela MS_i foi de 1,19 kg
335 MS/dia, próximo do valor referenciado acima. Este comportamento se repetiu para as estimativas de
336 consumo obtidas com os animais do nível de 1,5%, os quais apresentaram CMST médio de 1,56 kg MS/dia
337 quando se utilizou a MS_i como indicador.

338 Macedo Junior et al. (2009) trabalhando com ovelhas da raça Santa Inês, gestantes, consumindo
339 dietas com diferentes níveis de FDN oriunda de forragem não observaram alterações no consumo de MS.
340 Silva et al. (2010), avaliaram o comportamento ingestivo de bovinos em pastejo recebendo diferentes níveis
341 de suplementação, não notaram efeito dos níveis de suplementação sobre o consumo de MS total.

342 A cerca dos períodos experimentais, pode-se observar que no V período (60 dias de lactação) houve
343 uma redução no consumo, sendo verificados valores médios para FDN_i, FDA_i e MS_i de 479,93, 519,17 e
344 878,91 g MS/dia (0,5% PV) e 967,53, 952,53 e 1352,02 g MS/dia (1,5% PV), respectivamente. O baixo
345 CMST nesse período pode ter ocorrido em função das condições da pastagem, uma vez que nesse período
346 houve uma das menores DMS_{pd}, durante todo o período experimental. Outra explicação pode estar
347 relacionada ao fato que esse período compreende o final da lactação, onde as necessidades nutritivas passam
348 a ser bem menores que durante o início da lactação, o que pode ainda justificar essa redução no consumo de
349 matéria seca.

350 O consumo de MS por animais em pastejo está diretamente relacionado com a disponibilidade e
351 qualidade da forragem, onde as restrições na quantidade de forragem disponível levam a redução do
352 consumo de MS (SILVA et al., 2009). Essa afirmativa suportam os resultados encontrados neste estudo.
353 Independente da unidade em que foi expresso, o CMST estimado pela MSi diferiu ($P < 0,05$) do estimado pela
354 FDNi e FDAi os quais foram semelhantes ($P > 0,05$), apresentando valores médios de 1189,21, 541,65 e
355 544,09 g/dia; 62,64, 28,63 e 28,87 g/kg^{0,75}; 2,35, 1,07 e 1,09% do PV, respectivamente para os animais do
356 tratamento de 0,5% contra 1562,35, 1028,13 e 991,93 g/dia; 75,85, 49,61 e 47,83 g/kg^{0,75}; 2,77, 1,81 e 1,74%
357 do PV, respectivamente para os animais do tratamento de 1,5% (Tabela 4). A MSi foi o indicador que
358 apresentou a melhor estimativa do CMST, com valores próximos ao preconizado pelo NRC (2007) para
359 ovelhas em final de gestação e início de lactação.

360 Ao observar os efeitos de cada indicador constatou-se que a MSi mostrou-se superior aos demais
361 indicadores, independentemente do nível de suplementação empregado. Detmann et al. (2007) avaliando
362 indicadores internos em ensaios de digestão com ovinos, concluíram que a MSi e a FDNi são mais acurados
363 para estimar o consumo e digestibilidade em ruminantes, ao contrário da FDAi que se mostrou sensível a
364 erros sistemáticos advindos de procedimentos analíticos, os quais podem reduzir a acurácia do indicador.

365 No que diz respeito à interação entre período vs indicador, os dados de CMST obtidos pela FDNi e
366 FDAi comportaram-se de maneira semelhante ($P > 0,05$) em todos os períodos, no entanto, diferiram ($P < 0,05$)
367 daqueles estimados pela MSi, a qual apresentou maiores valores de consumo nos períodos I, II e IV. Este
368 maior consumo pode estar relacionado à maior DMSpd nesses períodos. Nos períodos III e V (135 dias de
369 gestação e 60 dias de lactação, respectivamente) houve uma redução no consumo quando comparados aos
370 demais períodos. Uma possível explicação para essa redução no consumo no III período pode estar
371 relacionada a uma limitação física do rúmen, em função do maior desenvolvimento fetal nesse período.

372 Macedo Jr. et al. (2010) avaliando o consumo e a digestibilidade de ovelhas em diferentes estágios
373 da gestação, observaram redução no consumo com o avançar da gestação. Durante a gestação, a demanda por
374 nutrientes por parte do feto aumenta progressivamente, assim como o volume que esse ocupa na cavidade
375 abdominal, e essas mudanças físicas e metabólicas acabam por afetar a ingestão voluntária de alimentos. O
376 mecanismo exato com que o consumo é inibido por esse menor espaço ruminal é desconhecido, e tal fato
377 pode estar relacionado a um desconforto no trato gastrointestinal (VAN SOEST, 1994).

378 A digestibilidade da matéria seca (DMS) foi influenciada ($P < 0,05$) pelo tratamento, período,
379 indicador, além das interações entre tratamento vs período, tratamento vs indicador e período vs indicador
380 (Tabela 5). A DMS foi maior para os animais que receberam suplementação a 1,5%, o que pode ter ocorrido
381 em função do maior aporte energético fornecido aos animais desse tratamento, favorecendo um possível
382 balanceamento de carboidratos e compostos nitrogenados disponíveis no rúmen, contribuindo para o
383 desenvolvimento dos microrganismos celulolíticos, responsáveis pela degradação dos componentes da
384 parede celular, incrementando assim a digestibilidade. Alves et al. (2003), avaliando a influência dos níveis
385 de energia sobre a digestibilidade aparente em ovinos, verificaram que o aumento no valor energético das

386 dietas melhorou os coeficientes de digestibilidade de matérias seca, orgânica, carboidratos totais e não
387 fibrosos.

388 No que diz respeito às diferenças entre os períodos, nota-se que os menores valores de DMS foram
389 observados no período V, independente do tratamento e do indicador utilizado. Esse fato pode estar
390 relacionado com a composição da pastagem, uma vez que nesse período foram verificados os maiores teores
391 de fibra e o menor teor de PB (Tabela 2).

392 A forragem disponível em pastagens tropicais durante o período seco apresenta elevado conteúdo de
393 fibra e baixo teor de PB, geralmente inferiores a 7%, valor considerado limitante para a adequada atividade
394 dos microrganismos do rúmen (MINSON, 1990), resultando em uma baixa digestibilidade da forragem, uma
395 vez que a energia potencialmente extraível dos carboidratos fibrosos não será aproveitada, além de reduzir o
396 consumo voluntário e o desempenho animal (SAMPAIO, 2007; SNIFFEN et al. 1993).

397 O uso de indicadores permite a estimativa da digestibilidade aparente da MS da dieta e de suas
398 frações para animais de maneira menos laboriosa que a coleta total de fezes, o que justifica o interesse
399 científico por este método indireto. Entretanto, os resultados encontrados são muito variáveis, provavelmente
400 em decorrência da diversidade das dietas, dos animais e das metodologias utilizados (RODRIGUES et al.,
401 2010).

402 No desdobramento da interação entre período vs indicador, nota-se que a FDNi e a FDAi não
403 diferiram entre si em nenhum dos períodos avaliados, no entanto, apresentaram comportamento diferente
404 quando comparadas com a MSi, a qual proporcionou maiores estimativas de digestibilidade da MS (Tabela
405 5). Observou-se ainda que, a MSi proporcionou uma baixa estimativa de digestibilidade no quinto período,
406 fato evidenciado nos animais que receberam 0,5% de suplementação.

407 Macedo Jr. et al. (2010), avaliando o consumo e a digestibilidade da fração fibrosa por ovelhas
408 gestantes submetidas ou não a restrição alimentar, encontraram valores médios de DMS de 63 e 66% para
409 ovelhas gestantes com e sem restrição alimentar, respectivamente. Esses valores estão próximos aos
410 encontrados neste estudo para os animais suplementados a 1,5% PV.

411 Figueiredo (2011), obteve valores de digestibilidade aparente da MS de 66,27, 63,63, 59,03%,
412 utilizando silagem de cana de açúcar mais concentrado, silagem de cana de açúcar mais concentrado
413 mais 15% de caroço de algodão e feno de capim Tifton 85, respectivamente, sendo estes valores próximos
414 aos estimados pela MSi. Kozloski et al. (2009) avaliando o uso de frações indigestíveis do alimento como
415 indicadores internos de digestibilidade em ovinos, observaram que o grau de recuperação fecal da MSi e da
416 FDNi não foi completo e foi altamente variável entre os ensaios, no entanto, a MSi se apresentou como
417 indicador interno mais aceitável que a FDNi para estimar a digestibilidade, resultados semelhantes aos
418 encontrados nesta pesquisa.

419 De modo geral a suplementação proporcionou um incremento no consumo e digestibilidade da
420 pastagem otimizando sua utilização. Esta estratégia alimentar, mesmo em baixos níveis, torna-se uma opção
421 interessante, uma vez que geralmente tem baixo custo, e permite a manutenção da condição corporal e/ou

422 moderado ganho de peso dos animais. Adicionalmente, estudos têm demonstrado que a nutrição tem sido
423 considerada um dos fatores determinantes da duração do anestro pós-parto em ovelhas.

424

425 **Conclusões**

426

427 A suplementação concentrada influenciou no consumo de MS total, em que os maiores valores foram
428 registrados para os animais que receberam 1,5% PV em suplementação.

429 No quinto período de avaliação, os animais (60 dias de lactação) apresentaram o menor consumo e
430 menor digestibilidade de MS em relação aos demais períodos. Pode-se inferir ainda, que o CMS está mais
431 relacionado à qualidade do pasto do que com estágio fisiológico dos animais.

432 A matéria seca indigestível (MSi) foi o indicador que apresentou melhores estimativas para o
433 consumo e digestibilidade da MS.

434 Embora tenha sido observada uma variação nas estimativas de consumo e digestibilidade, o uso de
435 indicadores é uma opção válida para essas avaliações em animais a pasto, sendo cada vez mais utilizados em
436 substituição ao método de coleta total de fezes.

437

438 **Referencias Bibliográficas**

439

440 ALVES, K.S.; CARVALHO, F. F. R. DE. VÉRAS, A. S. C. FERREIRA, M. A.; COSTA, R. G.; SANTOS,
441 E. P.; FREITAS, C. R. G. de.; SANTOS JÚNIOR, C. M. ; ANDRADE, D. K. B. de. Níveis De Energia Em
442 Dietas Para Ovinos Santa Inês: Digestibilidade Aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6,
443 p.1962-1968, 2003 (supl. 2).

444 ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medicion del consume de ruminates em pastoreo. In: SIMPOSIO
445 SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM. 1997.
446 p.1-23.

447 BARONI, C. E. S.; LANA, R. P.; MANCIO, A. B.; QUEIROZ, A. C.; LEÃO, M. I.; SVERZUT, C. B.
448 Níveis de suplemento à base de fubá de milho para novilhos Nelore terminados a pasto na seca: desempenho,
449 características de carcaça e avaliação do pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.175-182, 2010.

450 BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de
451 digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.

452 CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.;
453 FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os
454 teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista**
455 **Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

456 CASALI, A.O., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C., PEREIRA, J.C., CUNHA, M., DETMANN,
457 K.S.C.D., PAULINO, M.F. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em
458 sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n.1, p.130-138, 2009.

459 DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; EUCLYDES, R.
460 F.; LANA, R. P.; QUEIROZ, D. S. de. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de
461 novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1600-1609, 2001.

462 DETMANN, E.; SOUZA A.L.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.;
463 ZERVOUDAKIS, J.T. Avaliação do vício de “tempo longo” de indicadores internos em ensaio de digestão
464 com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.

465 FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO M. L.; PAULINO, M.
466 F.; VALADARES, R. F. D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista**
467 **Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009.

468 FIGUEIREDO, M. R. P. de. **Indicadores Externos de Digestibilidade em Ovinos**. 2011. 95f. Dissertação
469 (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

470 KOZLOSKI, G.V.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S.; STEFANELLO, C.M.;
471 SANCHEZ, L.M.B. Avaliação do uso de frações indigestíveis do alimento como indicadores internos de
472 digestibilidade em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1819-1823, 2009.

473 LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.;
474 SOUZA, M. A.; OLIVEIRA, F. A. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and
475 supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p. 2021-2030,
476 2009.

477 MACEDO JÚNIOR, G. L.; FERREIRA, M. I. C.; BORGES, I.; SILVA, V. B. da.; COUTO, J. R. L.;
478 CAVALCATI, L. F. L. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas por ovelhas gestantes
479 submetidas ou não à restrição nutricional. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p
480 179-192, 2010.

481 MAEDA, E.M.; ZEOULA, L.M.; GOMES, H.C.C.; JACOBI, G.; SIMIONI, F.L.; OLIVIERA, R.A.
482 Avaliação de indicadores usados nos estudos de ingestão e digestibilidade em bovinos e bubalinos. **Archivos**
483 **de Zootecnia**, 60 (229): 123-131, 2011.

484 MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

485 MERCHEN, N.R. 1988. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The**
486 **ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall. p.172-201.

487 MORAES, S. A. de. **Subprodutos da Agroindústria e Indicadores Externos de Digestibilidade Aparente**
488 **em Caprinos**. 2007. 57f. Tese (Doutorado em Ciência animal). Escola de Veterinária da Universidade
489 Federal de Minas Gerais, 2007.

490 MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S.G. DE.; QUEIROZ, M.F. S.; TORO-VELÁSQUEZ,
491 P. A.; RIVERA-RIVERA, A. Diferentes procedimentos na determinação de indicadores internos para
492 estimativa de produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca em bovinos. **Acta Scientiarum. Animal**
493 **Sciences**, v. 32, n. 2, p. 213-218, 2010.

494 NRC, 2007. Nutrient Requirements of small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New Worlds Camelids.
495 National Academy Press. Washington, DC, 384 pp.

496 PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. **Bovinocultura funcional nos tópicos**. In:
497 SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE
498 PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2008, Viçosa. Anais... Viçosa: VI SIMCORTE, 2008. p. 275-305.

499 RODRIGUES, P.H.M.; GOMES, R. C.; SIQUEIRA, R. F.; MEYER, P. M.; RODRIGUES, R. R. Acurácia,
500 precisão e robustez das estimativas da digestibilidade aparente da matéria seca determinada com o uso de
501 indicadores em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1118-1126, 2010.

502 SALIBA, E.O.S.; FERREIRA, W.M.; PEREIRA, R.A.N. Lignin from *Eucalyptus Grandisas* indicator for
503 rabbits in digestibility trials. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.3, n.1-3, 2003 (Special Volume).

504 SAMPAIO, C.B. **Consumo, digestibilidade e dinâmica ruminal bovinos alimentados com forragem**
505 **tropical de baixa qualidade suplementados com compostos nitrogenados**. Viçosa, MG: Universidade
506 Federal de Viçosa, 2007, 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.

507 SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S.; VALADARES FILHO, S. C.; FONSECA, D. M.;
508 LANA, R. P. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: 1. Características químico
509 bromatológicas da forragem durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.203-213, 2004.

510 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG:
511 Editora UFV, 2002. 235p.

- 512 SILVA, F. F. DA; SÁ, J. F. DE; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G.
513 Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista**
514 **Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, 2009 (supl. especial).
- 515 SILVA, R. R.; PRADO, I. N.; SILVA, F. F.; ALMEIDA, V. V. S.; SANTANA JÚNIOR, H. A.; QUEIROZ,
516 A. C.; CARVALHO, G. G. P.; BARROSO, D. S. Comportamento ingestivo diurno de novilhos Nelore
517 recebendo níveis crescentes de suplementação em pastejo de capim-braquiária. **Revista Brasileira de**
518 **Zootecnia**, v.39, n.9, p.2073-2080, 2010.
- 519 SNIFFEN, C. J.; BEVERLY, R. W.; MOONEY, C. S.; ROE, M. B.; SKIDMORE, A. L.; BLACK, J. R.
520 Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy**
521 **Science**, v.76, p.3160-3178, 1993.
- 522 VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994.
523 476p.
- 524 ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; DIAN, P. H. M.; GERON, L. J. V.; CALDAS NETO, S. F.; MAEDA, E.
525 M.; PERON, P. D. P.; MARQUES, J. A.; FALCÃO, A. J. S. Recuperação Fecal de Indicadores Internos
526 Avaliados em Ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1865-1874, 2002.

Tabela 1- Participação dos ingredientes e composição química do concentrado experimental e do pasto (g/kg MS)

Item	(g/kg MS)
Farelo de milho	700,00
Farelo de soja	250,00
Suplemento mineral ¹	50,00
<i>Composição do Concentrado</i>	(g/kg MS)
Matéria seca	921,70
Proteína bruta	193,40
Energia metabolizável (Mcal/kg MS) ²	3,20
Extrato etéreo	26,50
Fibra em detergente neutro	252,00
Fibra em detergente ácido	120,00
Cálcio	10,00
Fósforo	5,00
<i>Composição do Pasto³</i>	(g/kg MS)
Matéria seca	322,80
Proteína bruta	92,40
Fibra em detergente neutro	737,80
Fibra em detergente ácido	500,80
Matéria seca indigestível	233,30
Fibra em detergente neutro indigestível	597,50
Fibra em detergente ácido indigestível	291,70

¹ Suplemento mineral: zinco 1.600 mg, cobre 600 mg, manganês 1.500 mg, ferro 1.100 mg, cobalto 10 mg, iodo 27 mg e selênio 22 mg. q.s.p. 1000 g.

² Estimado conforme ARC (1980).

³ Valores médios referentes a todos os períodos experimentais (75, 105 e 135 dias de gestação e 30 e 60 dias de lactação).

Figura 1. Dados meteorológicos registrados durante o período experimental.

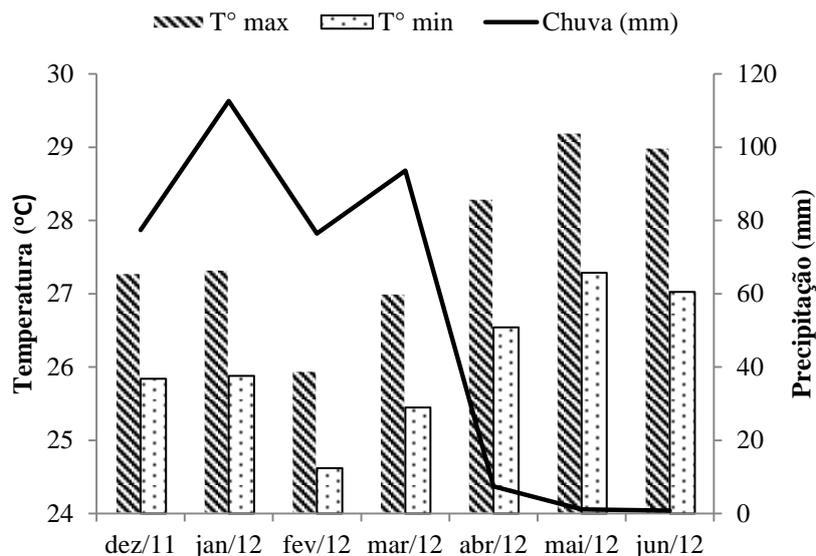


Figura 2. Disponibilidade de matéria seca total (DMST), folha verde (DMSFV), folha seca (DMSFS), colmo verde (DMSCV), colmo seco (DMSCS) e de matéria seca potencialmente digestível (DMSpd) do capim *Andropogon gayanus*, nos períodos experimentais (75 (I), 105 (II) e 135 (III) dias de gestação e 30 (IV) e 60 (V) dias de lactação).

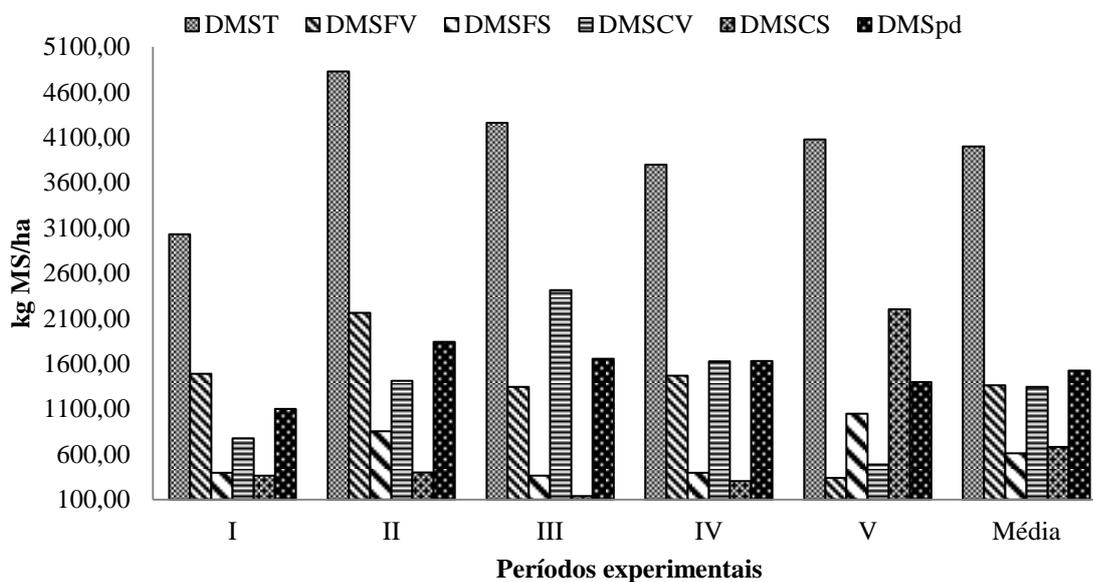


Tabela 2. Composição química do *Andropogon gayanus* e de seus componentes bromatológicos durante os períodos experimentais (g/kg MS)

Item	Período				
	I	II	III	IV	V
	<i>Matéria seca (g/kg MS)</i>				
Forragem	302,0	295,1	318,7	295,9	402,1
Folha verde	326,9	217,8	184,7	299,1	507,6
Folha seca	767,6	414,0	511,1	820,5	762,0
Colmo verde	211,2	188,7	178,8	202,4	452,7
Colmo seco	857,0	521,1	384,6	546,4	796,1
	<i>Proteína bruta (g/kg MS)</i>				
Forragem	120,2	97,7	100,2	93,3	50,1
Folha verde	140,2	99,1	96,4	94,1	124,1
Folha seca	53,1	58,2	56,2	53,8	32,1
Colmo verde	77,0	73,5	81,2	71,4	49,3
Colmo seco	29,1	32,2	31,7	20,8	8,0
	<i>Fibra em detergente neutro (g/kg MS)</i>				
Forragem	741,6	706,6	742,0	718,3	780,6
Folha verde	714,3	731,7	746,9	726,6	721,2
Folha seca	777,3	782,5	791,0	813,9	791,8
Colmo verde	723,6	715,3	717,6	741,2	855,4
Colmo seco	884,1	875,3	877,3	912,2	913,0
	<i>Fibra em detergente ácido (g/kg MS)</i>				
Forragem	484,1	489,9	488,3	474,0	567,9
Folha verde	456,9	447,2	485,8	414,0	450,8
Folha seca	568,6	534,7	529,0	545,4	490,8
Colmo verde	459,1	473,0	461,5	415,6	594,7
Colmo seco	660,8	650,7	826,5	838,7	800,1
	<i>Matéria seca indigestível (g/kg MS)</i>				
Forragem	213,7	223,4	229,9	210,5	289,2
Folha verde	150,3	182,3	239,4	180,8	267,6
Folha seca	316,3	281,4	288,5	347,4	261,6
Colmo verde	163,9	200,1	203,3	274,1	463,5
Colmo seco	461,6	467,9	422,7	464,0	501,6
	<i>Fibra em detergente neutro indigestível (g/kg MS)</i>				
Forragem	628,7	568,7	597,6	549,8	642,6
Folha verde	624,9	629,1	581,1	593,1	612,4
Folha seca	668,2	701,8	677,6	666,3	674,1
Colmo verde	616,9	645,2	610,5	627,2	686,5
Colmo seco	830,2	809,3	734,1	796,8	714,8
	<i>Fibra em detergente ácido indigestível (g/kg MS)</i>				
Forragem	276,0	266,9	266,7	319,0	329,7
Folha verde	237,8	262,4	271,4	252,1	255,9

Folha seca	357,6	36,21	286,8	359,9	273,0
Colmo verde	258,9	302,6	262,7	257,5	419,7
Colmo seco	452,1	474,4	573,7	596,9	566,4

Tabela 3 – Produção e composição das fezes estimada pela LIPE® em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto

Item	Nível de suplementação (% do peso vivo)										Efeito		
	0,5%					1,5%					T	P	T × P
	Período					Período							
I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V				
Peso vivo (kg)	56,60a	57,08a	54,76a	45,00bc	43,55bc	55,77ac	63,49a	58,15ab	54,05ab	54,21ab	*	*	ns
Peso vivo (kg ^{0,75})	20,62a	20,71a	20,06a	17,33bc	16,92bc	20,38ac	22,48a	20,99ab	19,86ab	19,90ab	*	*	ns
PMSF (g MS/dia)	363,62AB	360,65AB	366,19AB	375,67A	372,63AC	363,87A	367,40A	355,39B	358,87BC	360,04BC	**	ns	**
PMSF (%PV)	0,64	0,65	0,69	0,79	0,81	0,65	0,58	0,63	0,62	0,62	ns	ns	ns
PMSF (kg ^{0,75})	17,72Aab	17,75Aab	18,61Aab	22,08Aa	22,35Aac	17,91Aa	16,41Ba	17,23Ab	18,52Abc	18,62Abc	**	**	ns
<i>Composição (%)</i>													
MS	31,61	30,40	26,75	26,12	36,02	27,04	25,89	25,88	28,71	35,58	ns	ns	ns
PB	16,05Ba	15,52Ba	16,91Aa	12,88Ab	11,72Ab	19,78Aa	18,38Aa	19,37Aa	13,95Ab	12,44Ab	**	**	*
FDN	63,33A	65,66A	61,95A	67,38A	62,74A	53,07Bab	55,27Bab	48,52Ba	58,60Ab	53,26Bab	**	**	ns
FDA	41,01Aa	40,29Aa	40,40Aa	46,48Aab	48,61Ab	28,24Bac	29,33Bbc	32,03Bab	35,75Aab	35,06Ab	**	**	ns
MSi	67,07A	64,06A	58,03A	55,17A	52,70A	52,72A	49,61B	43,32B	51,67B	48,43B	**	*	ns
FDNi	47,40	50,46	48,62	53,12	48,92	37,32	41,63	36,42	43,02	38,95	ns	ns	ns
FDAi	21,80Aa	21,63Aa	23,34Aac	27,00Abc	28,15Ab	14,20Ba	14,89Bac	16,63Bac	18,77Bbc	18,63Bbc	**	**	ns

*Significativo a 1%;

**Significativo a 5%;

ns = não significativo;

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas não diferem entre si para tratamento pelo teste de Tukey (P>0,05).

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas, não diferem para período (P>0,05).

PMSF= produção de matéria seca fecal; MS = matéria seca; PB = Proteína bruta; MSi= matéria seca indigestível; FDNi= fibra em detergente neutro indigestível; FDAi= fibra em detergente ácido indigestível; T = tratamento; P = período.

Períodos experimentais: (I = 75 dias; II = 105 dias e III = 135 dias de gestação. IV = 30 dias e V = 60 dias de lactação).

Tabela 4 - Uso de frações indigestíveis na estimativa do consumo em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto.

Item	Nível de suplementação (% do peso vivo)										Efeito						
	0,5%					1,5%					T	P	I	T×P	T×I	P×I	T×P×I
	Período																
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V							
Consumo de matéria seca do concentrado (CMSC)																	
CMSC (g/dia)	260,90B	263,02B	252,37B	207,38B	200,65B	763,99A	877,49A	803,49A	743,45A	749,39A	**	ns	-	ns	-	-	-
CMSC (g/kg ^{0,75})	12,63B	12,62B	12,49B	11,90B	11,81B	37,38A	38,98A	38,04A	37,19A	37,35A	**	ns	-	ns	-	-	-
CMSC (%PV)	0,46B	0,46B	0,46B	0,46B	0,46B	1,38A	1,38A	1,38A	1,38A	1,38A	**	ns	-	ns	-	-	-
Consumo de matéria seca total (CMST)																	
FDNi																	
CMST (g/dia)	535,03Ba	582,94Ba	538,67Ba	571,66Ba	479,93Bb	980,44Abc	1146,75Aac	1021,70Ab	1024,23Abc	967,53Ab	**	**	**	ns	**	**	ns
CMST (g/kg ^{0,75})	25,93Bab	28,33Bab	26,97Bb	33,33Ba	28,57Bb	48,03Aab	51,05Aab	48,64Aab	51,69Aa	48,64Ab	**	**	**	ns	**	**	ns
CMST (%PV)	0,94Bab	1,03Bb	1,00Bb	1,29Ba	1,11Bab	1,76A	1,81A	1,77A	1,91A	1,80A	**	**	**	ns	**	**	ns
FDAi																	
CMS (g/dia)	548,16Ba	555,39Ba	572,33Ba	525,42Ba	519,17Bb	951,81Abc	1082,82Aac	1017,91Ab	954,59Abc	952,53Ab	**	**	**	ns	**	**	ns
CMS (g/kg ^{0,75})	26,63Bab	27,04Bab	28,99Bb	30,61Ba	31,07Bb	46,62Aab	48,19Aab	48,37Aab	48,15Aa	47,83Ab	**	**	**	ns	**	**	ns
CMS(%PV)	0,97Bab	0,99Bb	1,08Bb	1,19Ba	1,22Bab	1,70A	1,71A	1,76A	1,78A	1,77A	**	**	**	ns	**	**	ns
MSi																	
CMS (g/dia)	1401,79Ba	1297,38Ba	1176,21Ba	1191,74Ba	878,91Bb	1665,63Abc	1694,06Aac	1476,21Ab	1623,82Abc	1352,02Ab	**	**	**	ns	**	**	ns
CMS (g/kg ^{0,75})	68,06Bab	63,82Bab	59,41Bb	69,73Ba	52,19Bb	81,80Aab	75,43Aab	71,27Aab	82,47Aa	68,29Ab	**	**	**	ns	**	**	ns
CMS(%PV)	2,48Bab	2,34Bb	2,20Bb	2,71Ba	2,04Bab	2,99A	2,67A	2,60A	3,07A	2,53A	**	**	**	ns	**	**	ns

*Significativo a 1%;

** Significativo a 5%;

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas não diferem entre si para tratamento pelo teste de Tukey (P>0,05).

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas, não diferem para período (P>0,05).

T= tratamento; P= período; I= indicador; CMST = consumo de matéria seca total; MSi= matéria seca indigestível FDNi= fibra em detergente neutro indigestível FDAi= fibra em detergente ácido indigestível;

Períodos experimentais: (I = 75 dias; II = 105 dias e III = 135 dias de gestação; IV = 30 dias e V = 60 dias de lactação).

Tabela 5 - Uso de frações indigestíveis na estimativa da digestibilidade da matéria seca em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto

Item	Nível de suplementação (% do peso vivo)										Efeito						
	0,5%					1,5%					T	P	I	T×P	T×I	P×I	T×P×I
	Período					Período											
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V							
FDNi																	
DMS (%)	31,71Ba	37,61Ba	33,62Ba	34,00Ba	21,97Bb	62,64Aac	67,86Aa	64,54Aac	64,22Aac	61,74Abc	**	**	**	**	**	*	ns
FDAi																	
DMS (%)	33,42Ba	34,67Ba	35,60Ba	28,16Ba	27,97Bb	61,50Aac	65,94Aa	64,26Aac	61,61Aac	61,04Abc	**	**	**	**	**	*	ns
MSi																	
DMS (%)	73,79Ba	72,03Ba	68,66Ba	68,36Ba	57,10Bb	77,70Aac	78,21Aa	75,84Aac	77,51Aac	72,86Abc	**	**	**	**	**	*	ns

*Significativo a 1%;

** Significativo a 5%;

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas não diferem entre si para tratamento pelo teste de Tukey ($P>0,01$).

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas, não diferem para período ($P>0,01$).

T = tratamento; P = período; I = indicador; T*P = interação tratamento período; T*I= interação tratamento indicador; P*I= interação período indicador; T*P*I= interação tratamento período e indicador; DMS= digestibilidade da matéria seca.

Períodos experimentais: (I = 75 dias; II = 105 dias e III = 135 dias de gestação; IV = 30 dias e V = 60 dias de lactação).

**CAPÍTULO 3 – METABOLISMO MINERAL ÓSSEO EM OVELHAS SANTA
INÊS SUPLEMENTADAS NO PRÉ E PÓS-PARTO**

Artigo redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia
(<http://www.revista.sbz.org.br/>)

Metabolismo mineral ósseo em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto

RESUMO: Objetivou-se avaliar o metabolismo mineral ósseo em ovelhas Santa Inês suplementadas a pasto no pré e pós-parto. Foram utilizadas 12 ovelhas prenhes, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, utilizando o modelo misto com o efeito fixo de níveis de suplementação (0,5 e 1,5% PV), períodos de coleta (75, 105, 135 dias de gestação, dia do parto, 2, 14, 42 e 70 dias pós-parto), e suas interações; e os efeitos aleatórios de animal aninhado em nível de suplementação. Para tanto, foram determinadas as concentrações séricas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e fosfatase alcalina (FA), bem como de osteocalcina (OC), paratormônio (PTH) e fator de crescimento semelhante a insulina tipo I (IGF-I). O nível de suplementação influenciou apenas a concentração de P ($P < 0,05$), onde os maiores valores foram observados nos animais que receberam 1,5% de suplementação concentrada. Houve efeito ($P < 0,05$) do período para os valores médios de concentração sérica de P, Ca:P, Mg, FA e IGF-I, sendo as menores concentrações observadas ao redor do parto. Os indicadores do metabolismo mineral foram mais sensíveis ao estágio fisiológico do que ao nível de suplementação concentrada, podendo-se concluir que os animais precisam de maior atenção no momento próximo e imediatamente pós-parto.

Palavras-chave: fosfatase alcalina, IGF-I, PTH, osteocalcina, suplementação

Introdução

A ovinocultura vem se destacando cada vez mais no cenário produtivo brasileiro, passando de atividade de subsistência a atividade geradora de emprego e renda. No entanto, questões sociais, financeiras, tecnológicas, práticas de manejo, estacionalidade da produção de alimentos, dentre outras, são consideradas como gargalos responsáveis pelo baixo desenvolvimento desta atividade.

A criação de ovinos baseada fundamentalmente em regime de campo faz com que o desempenho animal seja influenciado por uma série de fatores ligados a características estruturais e de composição das pastagens, uma vez que as exigências nutricionais desses animais não são totalmente atendidas nessas condições.

De modo geral, as plantas forrageiras apresentam concentração de mineral bastante variável, dependendo do gênero, espécie, além de fatores como: época do ano, condições climáticas do local, quantidade de elemento no solo, tipo de solo e suas condições de pH e umidade. A quantidade de minerais disponíveis nas plantas é afetada pela presença do ácido fítico e oxalato encontrado nas membranas celulares celulósicas (Herrick, 1993). Baseado nessas informações deve-se atentar aos riscos provenientes destas limitações, sendo sempre viável a avaliação nutricional através de métodos existentes.

Em sistemas de produção de ovinos, as necessidades alimentares das fêmeas aumentam durante a gestação, especialmente durante as últimas seis semanas, quando há um maior crescimento fetal. Ao mesmo tempo, a ovelha necessita de nutrientes para o desenvolvimento do úbere e para sua própria manutenção. O tipo de gestação, a nutrição e as estações do ano podem ser responsáveis por alterações no perfil metabólico de fêmeas em atividade reprodutiva, por isso, é de extrema importância à avaliação dos resultados bioquímicos correlacionando esses possíveis elementos de interferência (Brito et al., 2006; Balikci et al., 2007).

A avaliação do “*status*” mineral em ovelhas em diferentes estágios fisiológicos tem sido um grande aliado em estudos nutricionais, uma vez que auxiliam na avaliação da intensidade de formação e/ou reabsorção óssea, em adição, no monitoramento da qualidade da alimentação fornecida a esses animais. Diante do exposto, este trabalho foi

realizado com o objetivo de avaliar o efeito da suplementação concentrada e o estágio fisiológico sob metabolismo mineral ósseo em ovelhas da raça Santa Inês.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Módulo Didático Produtivo de Pequenos Ruminantes do Colégio Técnico de Bom Jesus, localizado no *Campus* Profa. Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, localizada no município de Bom Jesus – PI.

O município de Bom Jesus está localizado na microrregião do Alto Médio Gurguéia, a 09°04'26'' de latitude Sul e 44°21'32'' de longitude Oeste. O clima da região é caracterizado como semiárido, com temperaturas médias mínimas de 17,5°C e médias máximas de 35,5°C, de acordo com dados da Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no CPCE-UFPI.

Esse trabalho foi realizado após aprovação pelo Comitê de Ética em Experimentação com Animais da Universidade Federal do Piauí (CEEA/UFPI), sob o número de protocolo 091/2010.

Foram utilizadas ovelhas pluríparas vazias da raça Santa Inês, fertilizadas através de inseminação artificial. Após a inseminação foi realizado o diagnóstico de gestação, através de ultrassonografia trans-abdominal e, ao final, sendo selecionadas 12 ovelhas prenhes. Após este período, aos 75 dias de gestação, iniciou-se a fase experimental. O manejo sanitário foi à base de vermifugação utilizando-se em alternância dois princípios ativos (Disofenol 20% - Ibasal® e Albendazol 10% - Labovet®) de acordo com o controle coproparasitológico realizado quinzenalmente. Os animais também foram vacinados contra enterotoxemia, além dos cuidados preventivos de rotina.

Durante o período experimental, os animais permaneceram em piquetes de *Andropogon gayanus* numa área de 1,8 hectares, sendo recolhidos ao final da tarde e alocados em baias individuais para receberem a suplementação concentrada a base de milho moído, farelo de soja e suplemento mineral (Tabela 1). Os animais foram suplementados a partir do terço médio da gestação até os setenta dias de lactação. Semanalmente, as ovelhas foram pesadas para o ajuste da suplementação. Os tratamentos foram formados em função do percentual de suplementação com base no peso vivo (0,5 e 1,5% do PV), formulada conforme recomendações do NRC (2007).

Para determinação dos indicadores do metabolismo mineral ósseo, as amostras de sangue foram colhidas em diferentes períodos: I (75 dias de gestação), II (105 dias de gestação), III (135 dias de gestação), IV (dia do parto), V (2 dias de lactação), VI (14 dias de lactação), VII (42 dias de lactação) e VIII (70 dias de lactação), perfazendo um total de 8 coletas. O sangue foi colhido sempre pela manhã, antes das ovelhas serem liberadas para o pasto, por punção da veia jugular, utilizando agulhas acopladas a tubos à vácuo (10 mL) sem anticoagulante. O soro foi obtido após centrifugação a 3000 g durante 25 minutos sendo estocado em micro tubos a -20 °C até a ocasião das análises laboratoriais.

Foram determinadas as concentrações séricas de cálcio (método Arsenazo III), fósforo (método Gomori modificado), magnésio (método Mann e Yoe modificado) utilizando kits comerciais DOLES[®] e a fosfatase alcalina (método Roy modificado) utilizando kits LABTEST[®], seguindo as instruções constantes nos manuais dos kits. As análises laboratoriais foram realizadas pelo método colorimétrico em analisador bioquímico semiautomático (Spectrum[®]), no Laboratório de Patologia Clínica no *Campus* Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí. As análises do fator de crescimento semelhante à insulina do tipo I (IGF-I), paratormônio (PTH) e a

proteína da matriz óssea, osteocalcina (OC), foram realizadas com kits imunoenzimáticos (Uscn – Life Science Inc.), no Laboratório de Fisiologia Animal da Universidade Federal da Paraíba-UFPB, *Campus II*, Areia-PB. A leitura dos resultados foi feita em leitor do tipo ELISA (xMark™ Microplate Absorbance Spectrophotometer) utilizando comprimento de onda de 450 nm.

Os dados foram analisados em um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Utilizou-se o modelo misto com o efeito fixo de níveis de suplementação, períodos de coleta, e suas interações; e os efeitos aleatórios de animal aninhado em nível de suplementação, utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.0). Várias estruturas de covariância para os resíduos foram comparadas. A estrutura de covariância do tipo simetria composta (CS) foi identificada como melhor considerando o critério Bayesiano (BIC). Quando a interação tratamento vs período foi significativa, o teste F para efeito de tratamento em cada período foi conduzido usando a opção SLICE do LSMEANS. Na presença de efeito significativo de tratamento em um dado período, as médias dos tratamentos foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher ($P \leq 0,05$). Considerou-se como tendência quando $P \leq 0,10$. Os resíduos foram plotados contra os valores preditos e foram usados para verificar os pressupostos do modelo de homoscedasticidade, independência e normalidade dos erros. Um dado foi considerado um outlier e removido do banco de dados se o resíduo estudentizado estivesse fora do intervalo de $\pm 2,5$.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i(T_j) + T_j + P_k + (TP)_{jk} + e_{ijk}, \text{ onde}$$

Y_{ijk} = valor observado para cada característica analisada;

μ = média geral;

A_i = efeito aleatório de animal aninhado em nível de suplementação;

T_j = efeito fixo dos níveis de suplementação concentrada;

P_k = efeito fixo de período de coleta;

$(TP)_{ik}$ = efeito fixo da interação dos níveis de suplementação e o período de coleta;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Resultados e Discussão

Os níveis de suplementação não influenciaram ($P>0,05$) as concentrações séricas de Ca, Mg, atividade enzimática da fosfatase alcalina (FA), PTH, IGF-I e OC apresentado valores médios de 10,06 e 10,03 mg/dL, 2,33 e 2,35 mg/dL, 122,47 e 172,04 U/L, 45,05 e 39,63 pg/mL, 352,38 e 346,51 ng/mL e 32,73 e 33,67 ng/mL para os níveis de 0,5 e 1,5% PV, respectivamente (Tabela 2). Por outro lado, as concentrações séricas de P foram influenciadas ($P<0,05$) pelos níveis de suplementação.

Observou-se efeito significativo do período ($P<0,05$) para as concentrações séricas de P, Ca:P, Mg, FA, IGF-I e interação significativa de tratamento vs período ($P<0,05$) apenas para as concentrações de Mg (Tabela 2). Embora não tenha sido apresentado efeito significativo ($P>0,05$) para as concentrações séricas de Ca entre os períodos, observa-se que em ambos os tratamentos, houve uma aparente redução do nível de Ca nas ovelhas, no momento do parto, seguida da recuperação durante a lactação (Figura 1), sendo os animais do tratamento 0,5% apresentando menores valores. Em ambos os tratamentos, os valores de Ca apresentaram-se abaixo dos considerados normais para ovinos (11,5 – 12,8 mg/dL), citados por Kaneko et al. (2008). Estes resultados corroboram com os encontrados por Ribeiro et al. (2004), os quais afirmam que ovelhas criadas sob pastejo, apresentam concentrações séricas de Ca abaixo dos valores encontrados como referência, salientando, ainda, uma redução no período final de gestação e início de lactação devido a intensa demanda por esse mineral. Para Barber (2004) a diminuição da concentração de Ca ionizado, estimula a secreção do PTH, hormônio responsável pela homeostase desse mineral. Esse

mecanismo, possivelmente evitou a ocorrência de hipocalcemia nos animais durante a gestação e lactação.

As concentrações de P (mg/dL) foram influenciadas ($P < 0,05$) tanto pelos tratamentos quanto pelos períodos, sendo os animais suplementados com 1,5% PV apresentaram maiores valores de P (5,11 mg/dL) em relação aos animais suplementados com 0,5% PV (4,76 mg/dL) (Tabela 2). Para os animais suplementados com 0,5% PV, observou-se que os níveis séricos de P aos 135 dias de gestação, no momento do parto, 2, 14 e 42 dias pós-parto foram de 4,35, 3,72, 4,50, 4,45, 4,58 mg/dL, respectivamente, estando abaixo dos valores considerados normais para ovinos (5,0 - 7,3 mg,dL), citados por Kaneko et al. (2008). Porém, aos 75 e 105 dias de gestação e 70 dias de lactação os níveis séricos de P, permaneceram dentro dos valores de referência (Figura 2).

Para os animais suplementados com 1,5% foram observados que os valores que ficaram abaixo dos valores referência foram para os animais que estavam com 75 dias de gestação, ao parto e 42 dias pós-parto (Tabela 2; Figura 2). Percebe-se uma queda nos valores de P, onde os menores níveis séricos foram observados ao redor do parto, principalmente no dia do parto, ficando mais evidente para os animais suplementados com 0,5% PV (Figura 2). Esse comportamento pode estar associado a maior demanda nutricional desses animais nesse estágio fisiológico, ou ainda a uma deficiência desse mineral, o que é comum em animais em condição de pastejo, mesmo sob suplementação concentrada, pois a maior parte das gramíneas estabelecidas em solos de regiões tropicais é deficiente nesse mineral (McDowell, 1999).

Na literatura, divergências têm sido verificadas quanto às concentrações séricas de minerais estarem ou não dentro dos limites estabelecidos como normais. Ao avaliar o perfil metabólico de ovelhas em gestação e lactação Ribeiro et al. (2004) encontraram valores de P abaixo da referência com o avançar da lactação, corroborando com os

dados encontrados neste estudo. Cardoso et al. (2011) também observaram variação nas concentrações de Ca e P quando avaliaram o perfil metabólico em ovelhas, sugerindo que as modificações fisiológicas e metabólicas estão relacionadas com os períodos pós-parto e lactação.

A baixa concentração de P no momento do parto pode ter refletido a ação do paratormônio (PTH) para o incremento da concentração do Ca e simultaneamente induzir, por meio de mecanismos renais à eliminação de fosfato (Payne et al., 1970). Tamim e Angel (2003) afirmaram que o Ca pode influenciar a utilização do P devido à forte correlação metabólica desses minerais, que estão presentes principalmente nos ossos como sal de hidroxapatita, sendo mobilizados quando as exigências do animal não são atendidas pela dieta. Alguns fatores, como idade do animal, produção leiteira, estágio da gestação, estação do ano, raça, padrões alimentares e níveis de P na dieta, influenciam o teor sérico de P inorgânico. As deficiências de leves a moderadas, que são as mais comuns, normalmente são acompanhadas de concentrações sanguíneas normais de P (Radostits et al., 2002). Apenas a determinação dos níveis séricos de P não é suficiente para afirmar a ocorrência de deficiência nutricional deste elemento, uma vez que diversos outros fatores podem estar interferindo em seus níveis séricos (Kaneko et al., 2008).

A relação Ca:P apresentou variação ($P < 0,05$) nos períodos, apresentando maiores valores aos 135 dias de gestação, ao parto e aos 42 dias de lactação (Tabela 2; Figura 3). A relação média Ca:P foi de 2,17 e 1,97, para animais que receberam suplementação concentrada com 0,5 e 1,5% do PV, respectivamente. De acordo com Ribeiro et al. (2003), esses valores estão próximos aos das margens esperadas (entre 1,8 e 2,0).

Os níveis séricos de Mg foram influenciados pelos períodos, sendo que os menores valores foram observados aos dois dias pós-parto, com médias de 0,97 e 1,17

mg/dL para os animais suplementados com 0,5 e 1,5% PV, respectivamente, (Tabela 2; Figura 3) estando abaixo dos valores considerados normais para ovinos (2,2 – 2,8 mg/dL), citados por Kaneko et al. (2008). Embora tenha se observado uma queda nos níveis de Mg logo após o parto, os dados apresentados no presente trabalho indicam que, durante a gestação e a lactação, o balanço de Mg foi adequado, uma vez que o nível plasmático desse elemento manteve-se praticamente constante.

Para Gonzalez et al. (2000), valores de Mg abaixo de 1,75 mg/dL caracterizam hipomagnesemia. No entanto, embora nesta pesquisa tenham sido verificados valores abaixo dos relatados por estes autores, principalmente aos dois dias pós-parto, não foi verificado nenhum sintoma aparente desta doença. Estes mesmos autores mencionam que baixos valores de Mg pós-parto podem ocorrer por se tratar de um momento caracterizado por excessiva lipólise em decorrência da perda de energia.

A partir desses resultados pode-se aventar a possibilidade de que animais nativos possuem níveis de tolerância diferentes, ou seja, uma maior amplitude dos níveis considerados normais, estabelecidos na literatura. No entanto, precisa-se de um maior número de pesquisas para afirmar com maior veemência. Foi observado efeito da interação ($P < 0,05$) entre tratamento vs período para Mg, onde os animais do tratamento 0,5% PV aos 42 dias pós-parto apresentaram um dos maiores valores (2,77 mg/dL), ao passo que para os animais do tratamento 1,5% PV, nesse mesmo período, apresentaram um dos menores valores (2,18 mg/dL). Por outro lado, os animais do tratamento 0,5% PV aos 14 dias pós-parto apresentaram um dos menores valores (2,37 mg/dL) e os animais do tratamento 1,5% PV apresentaram um dos maiores (3,00 mg/dL) (Tabela 2; Figura 3). Esse fato pode ter ocorrido por não haver mecanismos de controle homeostático do Mg, semelhantes ao do Ca e P, por isso sua concentração sanguínea reflete diretamente ao nível da dieta (Marques, 2007).

Para a atividade enzimática da FA, embora não se tenha verificado efeito significativo para tratamento, talvez devido à elevada variação dentro dos tratamentos, percebe-se uma tendência ($P \leq 0,10$) para os valores mais altos serem observados nos animais do tratamento 1,5% PV (Figura 4). Observa-se efeito significativo entre os períodos de coleta ($P < 0,05$), sendo verificados valores superiores no início da gestação (75 e 105 dias), apresentando queda ao parto e mantendo-se baixa até aos 14 dias pós-parto, comportamento observado para os animais de ambos os tratamentos (Tabela 3; Figura 4), pode ser observado ainda, que os valores de FA permaneceram dentro da faixa considerada normal (70 a 390 U/L), conforme Kaneko et al. (2008). O comportamento apresentado neste estudo está de acordo com o encontrado na literatura, onde a queda na taxa de formação óssea é caracterizada por uma diminuição da atividade da FA, estando associada principalmente aos dois últimos meses de gestação e parto (Van Mosel et al., 1990).

Aventou-se a possibilidade de que fêmeas no final da gestação e início da lactação não teriam suas demandas de Ca e P atendidas pela dieta. Portanto, esse déficit que seria compensado pela mobilização das reservas ósseas, uma vez que a taxa de reabsorção do osso aumentaria bastante neste período, enquanto a formação de osso permaneceria constante até o meio da lactação (Braithwaite, 1983a, b; Liesegang et al., 2000; Wu et al., 2001). Braithwaite (1978) sugeriu ainda que a deficiência de proteína poderia levar ao aumento na reabsorção óssea em ovelhas gestantes, causada por redução da taxa de absorção de cálcio. Tal fato pode estar justificando o porquê de animais do tratamento 1,5% PV apresentaram menor queda na concentração de fosfatase alcalina durante o experimento.

As concentrações séricas do IGF-I apresentaram diferença ($P < 0,05$) entre os períodos, onde as maiores concentrações foram observadas ao redor do parto (Tabela 2;

Figura 6). Nota-se que as maiores concentrações de IGF-I foram verificadas durante a gestação (dos 105 dias de gestação até o parto), com uma redução desses níveis durante a lactação. A maior concentração de IGF-I nesses períodos pode ser explicada pelo fato de haver um maior desenvolvimento fetal no terço final da gestação, uma vez que maiores concentrações de IGF-I refletem um maior potencial de crescimento (Wise et al., 1997).

A concentração de IGF-I no soro sanguíneo está associada com fatores de crescimento em muitas espécies de produção (Graml et al., 1994). Stick et al. (1998), trabalhando com gado cruzado, analisaram as concentrações de IGF-I no soro sanguíneo de 36 animais e relataram que o IGF-I teria importante papel no crescimento e eficiência da utilização de alimentos. Em estudo realizado por Ballard et al. (1993), foi verificado que existe uma correlação genética entre a concentração sanguínea de IGF-I e as características fenotípicas de crescimento. Delgado (2008), avaliando a influência dos hormônios Cortisol e IGF-I sobre a produção de leite em cabras tratadas com GH e desafiadas com ACTH, encontrou concentrações médias de IGF-I de 366,16 e 422,91 ng/mL durante a lactação, estando esses valores próximos dos encontrados nesse trabalho.

O PTH está envolvido na homeostase de Ca e é um importante mediador no desenvolvimento do esqueleto e remodelação óssea. Suas ações primordiais são: liberação de Ca para o líquido extracelular; aumento da reabsorção de Ca e redução da reabsorção de fosfato pelos túbulos renais, além disso, é responsável pela conversão de 25-hidroxicalciferol em 1,25 dihidroxivitamina D, que por sua vez aumenta a absorção de Ca pelo intestino (Datta, 2011; Hall e Guyton, 2011).

Respostas adaptativas à hipocalcemia incluem vários mecanismos com o objetivo comum de normalizar os níveis de Ca no plasma sanguíneo. Qualquer redução no Ca do plasma faz com que as glândulas paratireoides secretem PTH e, em minutos,

o PTH aumenta a reabsorção renal de Ca a partir do filtrado glomerular. Se a alteração plasmática de Ca não for tão intensa, a concentração desse mineral retorna rapidamente ao normal e a secreção de PTH volta as concentrações basais (Horst et al., 2005).

No presente estudo não se observou efeito significativo ($P>0,05$) para as concentrações séricas de PTH, no entanto, nota-se que as maiores concentrações desse hormônio ocorreram durante a gestação (Figura 6), o que pode ter ocorrido em função da redução na concentração sérica de Ca nesse período.

As concentrações de osteocalcina obtidas neste estudo foram maiores durante a gestação (Figura 7; Tabela 2). Este fato pode ser um indicativo de que os processos de formação óssea encontravam-se ativos nesse período. Ao parto, as concentrações de osteocalcina reduziram, mantendo esse comportamento até os 70 dias de lactação. Tal comportamento também foi observado por Nicodemo et al. (2005), quando avaliaram o metabolismo mineral ósseo em vacas jovens. Ao contrário do observado neste estudo, Liesegang et al. (2007) observaram que os níveis de osteocalcina diminuíram a partir do terceiro mês de gestação até a primeira semana pós parto, com aumento desses níveis a partir da segunda semana pós parto.

A osteocalcina é um indicador de formação óssea que indica a atividade dos osteoblastos, a formação e a mineralização da matriz orgânica do osso (Christenson, 1997). Segundo Nicodemo et al. (2005), parece haver uma amplitude de variação nas concentrações de osteocalcina em vacas jovens, podendo dobrar ou triplicar durante a gestação, indicando assim, uma maior taxa de formação óssea no início do terço final da gestação, com queda ao parto e mantendo-se baixa aos três meses de lactação.

Observou-se uma correlação entre a osteocalcina e a fosfatase alcalina ($r = 0,25$; $P = 0,04$) (Tabela 3), essa correlação foi considerada baixa, o que poderia ter refletido diferentes estágios da atividade osteoblástica. Em geral, há correlação entre os níveis

séricos de osteocalcina e os níveis de formação óssea, o que pode ainda ser observado por outros marcadores do metabolismo ósseo (Joffe et al., 1994).

De maneira geral os marcadores do metabolismo mineral ósseo (Ca, P, Mg, FA, PTH, IGF-I e OC) apresentaram baixa correlação nesse estudo. Costuma-se encontrar na literatura correlações significativas entre estes metabólitos (Joffe et al., 1994).

Conclusões

As concentrações séricas dos marcadores do metabolismo mineral ósseo foram mais sensíveis ao estágio fisiológico do que ao nível de suplementação concentrada. Em virtude dos diferentes comportamentos observados para os diferentes períodos, pode-se concluir que maior atenção deve ser dada aos animais no momento próximo e imediatamente pós-parto.

De modo geral, como os níveis de suplementação não exerceram influência, recomenda-se o 0,5% PV, uma vez que este representa mais economia para o produtor.

A suplementação é uma ferramenta viável e de extrema importância, principalmente quando se considera os períodos de maior exigência dos animais, como no terço final da gestação, parto e início de lactação, considerando-se ainda os períodos em que há uma queda tanto quantitativa como qualitativa das pastagens.

Referências Bibliográficas

- BALLARD, F.J.; FRANCIS, G.L.; WALTON, P.E.; KNOWLES, S.E.; OWENS, P.C.; READ, L.C. e TOMAS, F. M. Modification of animal growth hormone and insulin-like growth factors. **Journal of Agricultural Research**, v. 44, p. 567-577, 1993.
- BALIKCI, E.; YILDIZ, A. e GÜRDOGAN, F. Blood metabolite concentration during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. **Small Ruminant Research**. v.67, p. 247-251, 2007.
- BARBER, P.J. Disorders of the parathyroid glands. **Journal Feline Medicine Surgery**, v.6, p.259-269, 2004.
- BRAITHWAITE, G.D. The effect of dietary protein intake on calcium metabolism of the pregnant ewe. **British Journal of Nutrition**, v.40, n.3, p.505-507, 1978.
- BRAITHWAITE, G.D. Calcium and phosphorus requirements of the ewe during pregnancy and lactation. 1. Calcium. **British Journal of Nutrition**, v.50, n.3, p.711-722, 1983a.
- BRAITHWAITE, G.D. Calcium and phosphorus requirements of the ewe during pregnancy and lactation. 2. Phosphorus. **British Journal of Nutrition**, v.50, n.3, p.723-736, 1983b.
- BREUR, G.J.; ALLEN, M.J.; CARLSON, S.J. e RICHARDSON, D. C. Markers of bone metabolism in dog breeds of different size. **Research in Veterinary Science**, v. 76, p.53-55, 2004.
- BRITO, M. A.; GONZÁLEZ, F. D.; RIBEIRO, L. A.; CAMPOS, R.; LACERDA, L.; BARBOSA, P. R. e BERGMANN, G. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e lactação. **Ciência Rural**. v. 36, n. 3, p. 1-7. 2006.
- CARDOSO, E. C.; OLIVEIRA, D.R. DE.; BALARO, M. F. A.; RODRIGUES, L. F. S. e BRANDÃO, F. Z. Índices produtivos e perfil metabólico de ovelhas Santa Inês no pós-parto no nordeste do Pará. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 18, n. 2/3, p. 114-120, 2011.
- CHRISTENSON, R.H. Biochemical markers of bone metabolism: an overview. **Clinical Biochemistry**, v.30, n.8, p.573-593, 1997.
- DATTA, N.S. Osteoporotic fracture and parathyroid hormone. **World Journal of Orthopedics**, v. 18, n. 2, p. 67-74, 2011.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. **In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O.** (Eds.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.
- GRAML, R.; OLBRICH-BLUDAU, A.; SCHWAB, M.; SCHALLENBERGER, E.; SCHAMS, D. e PIRCHNER, F. Relationship between plasma hormone and metabolite levels and breeding values of bulls. **Journal of Animal Breeding Genetics**. v. 112, p. 313-326, 1994.

- HALL, J.E. e GUYTON, C.A. Paratormônio, calcitonina, metabolismo de cálcio e fosfato, vitamina D, ossos e dentes. **Tratado de Fisiologia Médica**, p. 1005-1018, 2011.
- HERRICK, J. B. Minerals in animal health. In: ASHMEAD, H.D. (Eds.) **The roles of amino acidchelates in animal nutrition**. New Jersey: Noyes Publication, p.3-20, 1993.
- HORST, R. L.; GOFF, J. P. e REINHARDT, A. Adapting to the transition between gestation and lactation: Differences between rat, human and dairy cow. **Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, v. 10, n. 2, 2005.
- JOFFE, P., HEAF, J.G. e HYLDSTRUP, L. Osteocalcin: a non-invasive index of metabolic bone disease in patients treated by CAPD. **Kidney**, v.46, p.838-846, 1994.
- KANEKO J.J.; HARVEY J.W. e BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. Academic Press, San Diego. 928p. 2008.
- LIESEGANG, A.; EICHER, R.; SASSI, M. L.; RISTELI, J.; KRAENZLIN, M.; RIOND, J. L. e WANNER, M. Biochemical markers of bone formation and resorption around parturition and during lactation in dairy cows with high and low standard milk yields. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.8, p.1773-1781, 2000.
- LIESEGANG, A.; RISTELI, J. e WANNER, M. Bone metabolism of milk goats and sheep during second pregnancy and lactation in comparison to first lactation. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 91, p. 217–225, 2007.
- MARQUES, K. B. **Perfil metabólico de cordeiros em pastejo submetidos a diferentes ambientes e suplementações alimentares no semiárido Paraibano**. 2007, 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Campina Grande - UFCG – Patos - PB, 2007.
- McDOWELL L.R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3 ed. University of Florida. 92p. 1999.
- MEDEIROS, R. B.; PEDROSO, C. E. S.; JORNADA, J. B. J.; SILVA, M. A. e SAIBRO, J. C. Comportamento ingestivo de ovinos no período diurno em pastagem de azevem anual em diferentes estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.198-204, 2007.
- NICODEMO, M.L.F.; MORAES, S.S.; THIAGO, L.R.L.S.; CAXIAS, E.L.; MACEDO, M.C.M.; PIRES, P. P.; MADRUGA, C. R.; VAZ, E. C. e BARROCAS, G. E. Metabolismo Ósseo de Vacas Jovens Nelore em Pastos de *Brachiaria brizantha* Suplementadas ou não Durante a Seca com Fósforo/Cálcio e Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.316-326, 2005.
- NRC, 2007. **Nutrient Requirements of small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New Words Camelids**. National Academy Press. Washington, DC, 384 pp.
- PAYNE, J. M.; DEW, S. M.; MANSTON, R. e FAULKES, M. The use of the metabolic profiles test in dairy herds. **Veterinary Record**, v. 87, p. 150-158, 1970.
- RADOSTITS, O. M.; GAY C. C.; BLOOD D.C. e HINCHCLIFF, K. W. **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. 9.ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1737p, 2002.
- RIBEIRO, L. A. O.; MATTOS, R. C.; GONZALEZ, F. H. D.; WALD, V. B.; SILVA, M. A. e ROSA, V. L. Perfil metabólico de ovelhas Border Leicester x Texel durante

- a gestação e a lactação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 99, p. 155-159, 2004.
- STICK, D. A.; DAVIS, M. E.; LOERCH, S.C. e SIMMEN, R. C. M. Relationship between blood serum insulin-like growth factor I concentration and postweaning feed efficiency of crossbred cattle at three levels of dietary intake. **Journal of Animal Science**. v. 76, p. 498-505, 1998.
- TAMIM, N. M. e ANGEL, R. Phytate phosphorus hydrolysis as influenced by dietary calcium and micro-mineral source in broiler diets. **Journal of Agricultural and food Chemistry**, Easton, v. 51, p. 4687-4693, 2003.
- WISE, T.; ROBERTS, A.J. e CHRISTENSON, R.K. Relationships of light and heavy fetuses to uterine position, placental weight, gestational age, and fetal cholesterol concentrations. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2197-2207, 1997.
- WU, Z.; SATTER, L.D.; BLOHOWAIAK, A.J.; STAUFFACHER, R.H. e WILSON, J.H. Milk production, estimated phosphorus excretion, and bone characteristics of dairy cows fed different amounts of phosphorus for two or three years. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.7, p.1738-1748, 2001.
- VAN MOSEL, M. e CORLETT, S.C. Assessment of bone turnover in the dry period of dairy cows by measurement of plasma bone GLA protein, total plasma alkaline phosphatase activity and urinary hydroxyproline. **Experimental Physiology**, v.75, n.6, p.827-837, 1990.

Tabela 1- Participação dos ingredientes e composição química do concentrado experimental e do pasto (g/kg MS)

Item	(g/kg MS)
Farelo de milho	700.00
Farelo de soja	250.00
Suplemento mineral ¹	50.00
Composição do Concentrado	
Matéria seca	921.70
Proteína bruta	193.40
Energia metabolizável (Mcal/kg MS) ²	3.20
Extrato etéreo	26.50
Fibra em detergente neutro	252.00
Fibra em detergente ácido	120.00
Cálcio	10.00
Fósforo	5.00
Composição do Pasto³	
Matéria seca	322.80
Proteína bruta	92.40
Fibra em detergente neutro	737.80
Fibra em detergente ácido	500.80
Matéria seca indigestível	233.30
Fibra em detergente neutro indigestível	597.50
Fibra em detergente ácido indigestível	291.70

¹ Composição por kg: zinco 1.600 mg, cobre 600 mg, manganês 1.500 mg, ferro 1.100 mg, cobalto 10mg, iodo 27 mg e selênio 22 mg. q.s.p. 1000 g.

² Estimado conforme ARC (1980).

³ Valores médios referentes a todos períodos experimentais (75, 105 e 135 dias de gestação e 30 e 60 dias de lactação).

Tabela 2 - Concentrações séricas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), atividade enzimática da fosfatase alcalina (FA), fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I), paratormônio (PTH) e osteocalcina (OC) em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós-parto

Tratamento	Período (dias)	Ca (mg/dL)	P (mg/dL)	Ca:P	Mg (mg/dL)	FA (U/L)	PTH (pg/mL)	IGF-I (ng/mL)	OC (ng/mL)	
<i>Gestação</i>										
0,5% PV	75	10.08	5.19 ab	1.96bc	2.84 a	170.60 a	55.36	222.96b	41.20	
	105	10.23	5.93 a	1.77b	2.31 bc	162.65 a	46.11	396.72bc	35.50	
	135	11.36	4.35 bc	2.65 ^a	2.65 ab	114.42 ab	41.14	462.33ac	39.00	
	<i>Parto</i>	9.30	3.72 c	2.59ac	2.18 cc	101.28 b	51.40	463.76ac	34.50	
	<i>Pós-parto</i>									
	2	9.80	4.50 bc	1.90bc	0.97 d	90.33 b	36.00	301.83bc	28.00	
	14	9.50	4.45 bc	2.13bc	2.37 bc	88.02 b	34.96	319.60bc	30.50	
	42	10.58	4.58 bc	2.47ac	2.77 a	108.07 b	54.16	299.25bc	24.00	
	70	9.75	5.31 ab	1.85b	2.53 ab	144.40 ab	37.12	278.28b	28.00	
	Média	10.06 A	4.76 B	2.17 A	2.33 A	122.47 A	45.05 A	352.38 A	32.73 A	
<i>Gestação</i>										
1,5% PV	75	11.05	4.91 b	2.27	2.52 bc	255.83 a	50.46	109.30b	36.00	
	105	10.48	6.25 a	1.73	2.13 cc	204.85 ab	27.44	407.53ab	34.80	
	135	9.95	5.09 b	2.03	2.85 ab	192.12 bc	36.43	563.75a	43.00	
	<i>Parto</i>	9.87	4.38 b	2.16	2.43 c	135.15 cde	42.33	359.40b	34.66	
	<i>Pós-parto</i>									
	2	9.73	5.53 ab	1.57	1.17 d	112.45 d	41.80	332.56b	34.40	
	42	9.92	5.15 b	1.99	3.00 a	126.47 cd	46.10	254.50b	32.66	
42	9.92	4.60 b	2.15	2.18 c	154.45 bc	22.70	277.04b	30.83		

	70	9.33	5.03 b	1.93	2.52 bc	195.04 abe	35.05	381.13b	24.00
	Média	10.03 A	5.11 A	1.97 A	2.35 A	172.04 A	39.63 A	346.51 A	33.67 A
Referência *		11.5 a 12.8	5.0 a 7.3	-	2.2 a 2.8	70 a 390	-	-	-
Tratamento		0.9294	<0.0162	0.1486	0.8522	0.0675	0.3574	0.9306	0.6618
Período		0.3233	<0.0008	<0.0343	<0.0001	<0.0001	0.5068	<0.0021	0.1177
Trat. × Período		0.5251	0.6069	0.5371	<0.0045	0.8646	0.3156	0.6140	0.9114

*Kaneko et al. (2008); Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes apresentam diferenças entre tratamentos, conforme Fisher LSD (P<0,05); Médias seguidas de letras minúsculas diferentes apresentam diferenças entre período dentro de cada tratamento, conforme Fisher LSD (P<0,05).

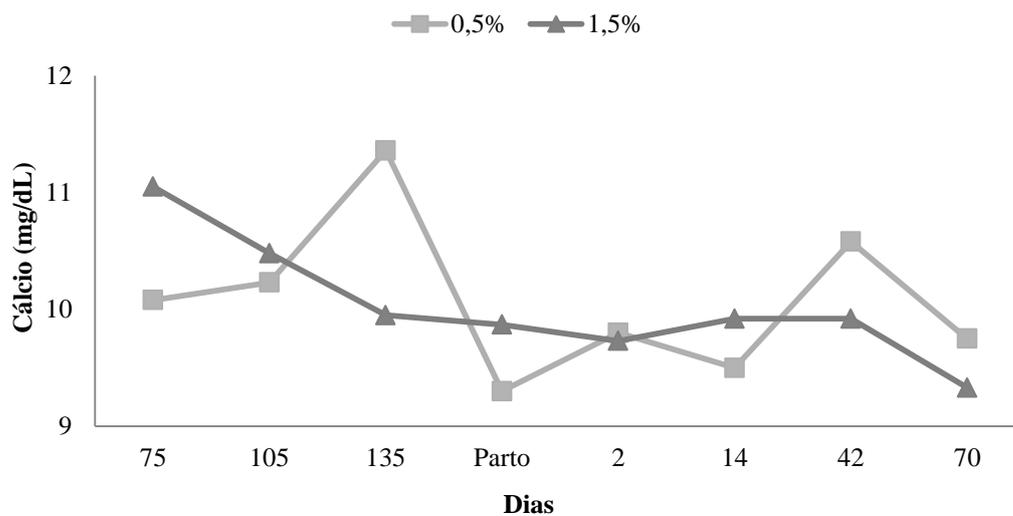


Figura 1- Concentrações séricas de cálcio (mg/dL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias).

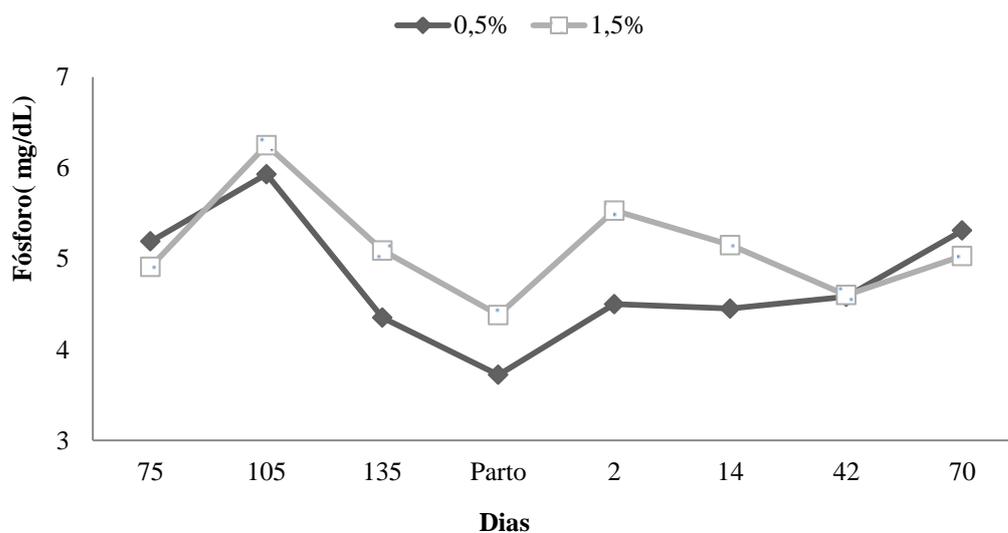


Figura 2- Concentrações séricas de fósforo (mg/dL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias).

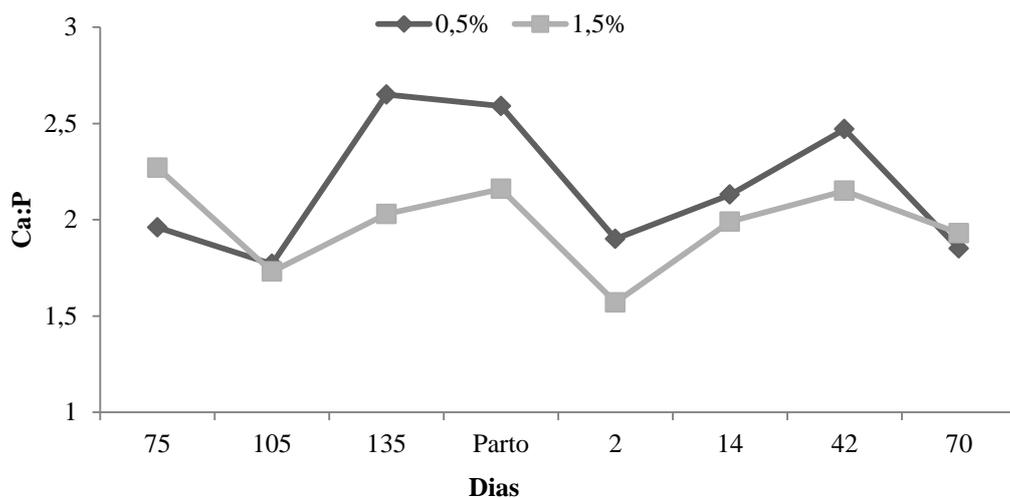


Figura 3- Relação Ca:P em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias).

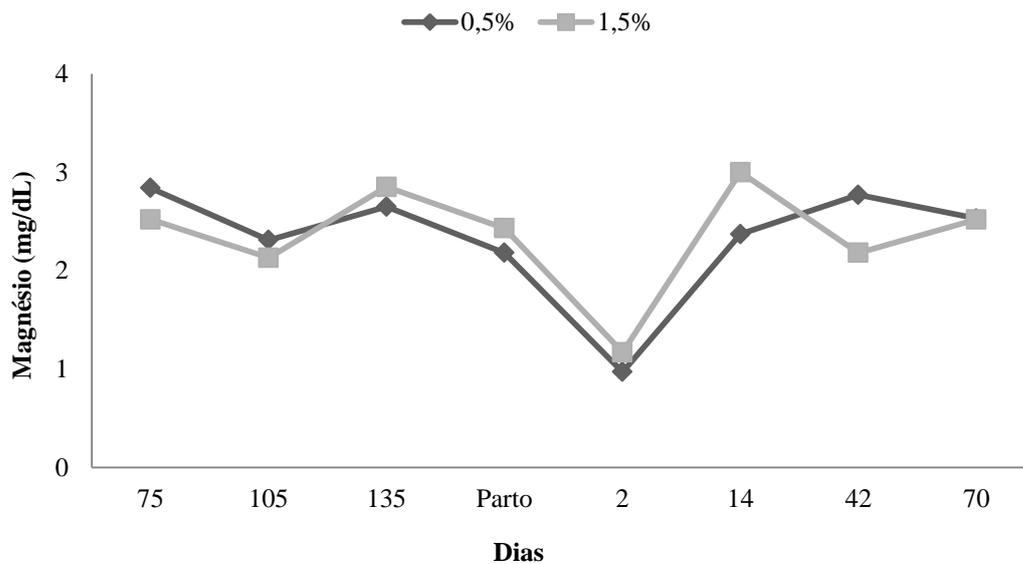


Figura 4- Concentrações séricas de magnésio (mg/dL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias).

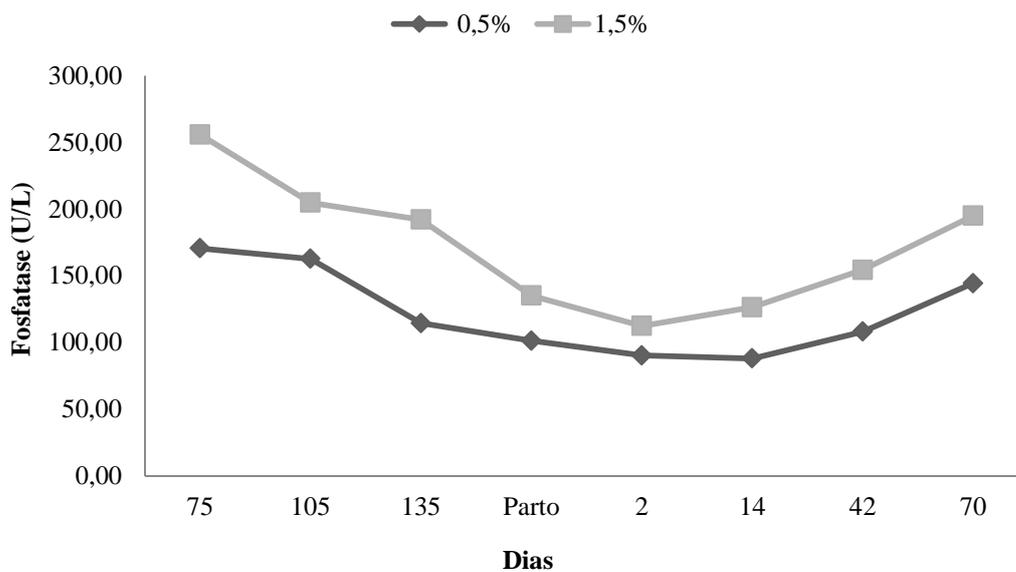


Figura 5- Atividade enzimática sérica da fosfatase alcalina (U/L) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias).

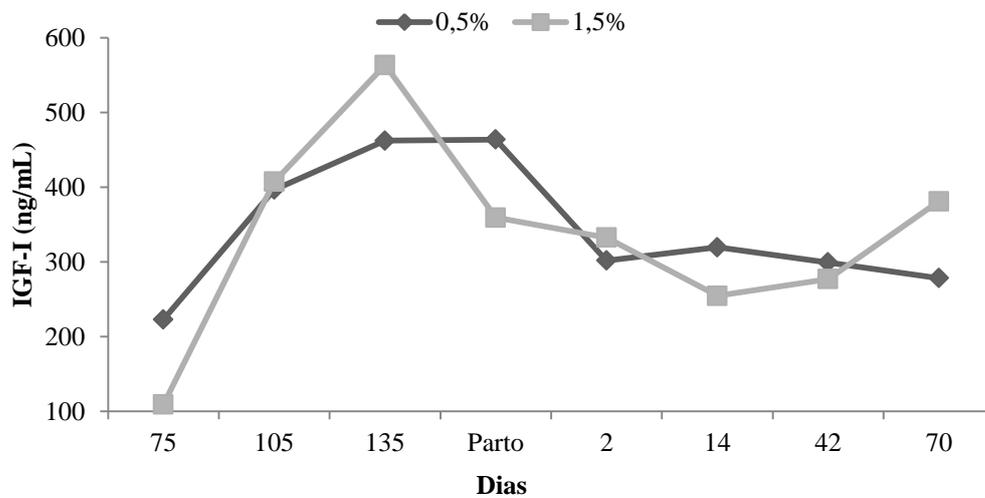


Figura 6- Concentrações séricas do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I, ng/mL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias).

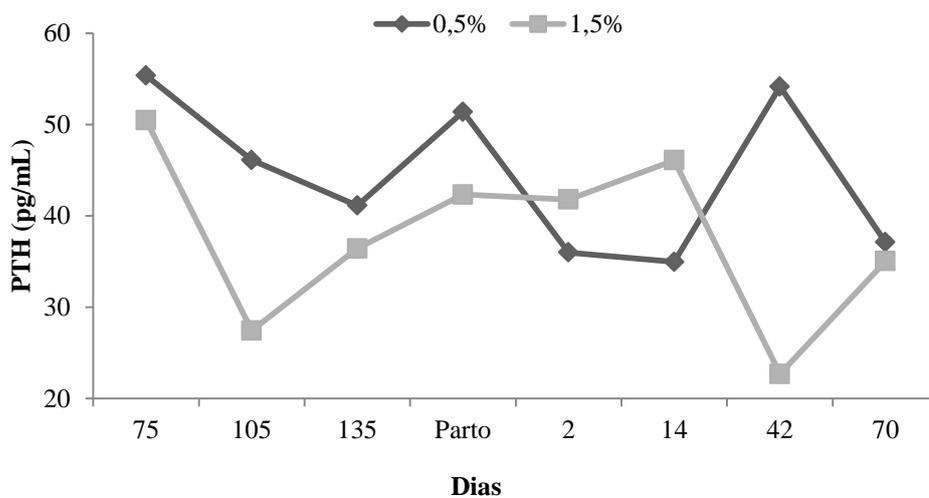


Figura 7- Concentrações séricas de paratormônio (PTH, pg/mL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias).

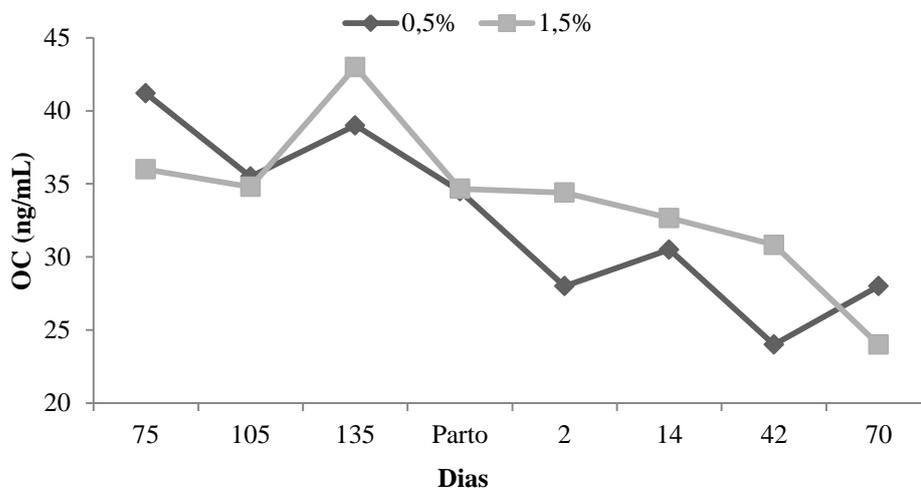


Figura 8- Concentrações séricas de osteocalcina (OC, ng/mL) em ovelhas Santa Inês suplementadas (0,5 e 1,5 %PV) durante a gestação (75, 105, 135 dias), ao parto e lactação (2, 14, 42, 70 dias).

Tabela 3 – Coeficiente de correlação (r) de Pearson entre as concentrações séricas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), fosfatase alcalina (FA), paratormônio (PTH), fator de crescimento semelhante à insulina tipo I (IGF-I) e osteocalcina (OC) em ovelhas Santa Inês suplementadas no pré e pós parto.

	Ca	P	Mg	FA	PTH	IGF-I
P	-0.02	-	-	-	-	-
Mg	0.04	-0.14	-	-	-	-
FA	0.12	0.08	0.16	-	-	-
PTH	0.06	0.02	0.11	0.03	-	-
IGF-I	0.05	0.09	-0.06	0.08	0.10	-
OC	0.14	0.13	0.03	0.25*	-0.04	0.13

*- significativo a 5% de probabilidade (P<0,05)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de indicadores na estimativa de consumo e digestibilidade tem sido uma alternativa viável em trabalhos realizados na nutrição animal, no entanto, ainda verifica-se uma considerável variação nos resultados encontrados, como foi observado neste estudo. O que sugere que mais pesquisas devam ser realizadas com animais nas condições desse experimento.

No que diz respeito ao metabolismo mineral ósseo, acredita-se que mais pesquisas devam ser realizadas avaliando os indicadores utilizados, para melhor compreender seu comportamento em ovelhas nativas em gestação e lactação, criados em regime de pasto, tendo em vista que a maioria dos trabalhos encontrados na literatura seja com animais de genótipos e em condições diferentes dos utilizados nesta pesquisa.