

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

MARIANE STAHLHOFER

**NÍVEIS DE SUPRIMENTO DE ENERGIA VIA SUPLEMENTO PARA
DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTAGEM TROPICAL**

Marechal Cândido Rondon - PR

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

MARIANE STAHLHOFER

**NÍVEIS DE SUPRIMENTO DE ENERGIA VIA SUPLEMENTO PARA
DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTAGEM TROPICAL**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Eriton Egídio Lisboa Valente
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Lívya Vieira de Barros

Marechal Cândido Rondon

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S781n

Stahlhofer, Mariane

Níveis de suprimento de energia via suplemento para desempenho de bovinos de corte em pastagem tropical. / Mariane Stahlhofer. -- Marechal Cândido Rondon, 2017.

56 f.

Orientador: Prof. Dr. Eriton Egídio Lisboa Valente

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Livia Vieira de Barros

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2017.

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

1. Bovinos de corte – Alimentação e rações. I. Valente, Eriton Egídio Lisboa. II. Barros, Livia Vieira de. III. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. IV. Título.

CDD 20.ed. 636.213

CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Beijo – CRB 9^a/965

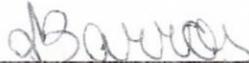
MARIANE STAHLHÖFER

Níveis de suprimento de energia via suplemento para desempenho de bovinos de corte em pastagem tropical

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de *Mestra em Zootecnia*, Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Produção e Nutrição de Ruminantes / Forragicultura", APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:



Orientador – Prof. Dr. Eriton Egidio Lisboa Valente
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)



Coorientadora – Prof.ª Dr.ª Livia Vieira de Barros (*via Skype*)
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)



Prof.ª Dr.ª Silvana Teixeira Carvalho
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *Campus* de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)



Dr. Sidnei Antonio Lopes (*via Skype*)
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Bolsista Pós-Doutorado Júnior CNPq / Ciências Agrárias / Zootecnia

Marechal Cândido Rondon, 02 de outubro de 2017

*Aos meus pais Rudi e Rosa, pela
dedicação, amor e sacrifício pessoal e
aos meus irmãos Valdir e Cleber pelo
companheirismo.*

DEDICAO

AGRADECIMENTOS

A Deus...

Os momentos difíceis passados foram para tornar-me mais forte e se cheguei até aqui foi porque Ele sempre esteve ao meu lado.

Aos meus pais, Rudi Alfredo e Rosa, pelo carinho, apoio e por não poupar ajuda de qualquer forma que eu precisasse, estiveram sempre presentes. A educação e o caráter transmitido por eles são legados que levo comigo com muito carinho e respeito pela vida. Aos meus irmãos, Claudinei Valdir e Cleber Daniel, pelo apoio e carinho.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná pela disponibilidade da realização desse trabalho, e pela oportunidade de adquirir conhecimentos para minha vida profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Eriton Egídio Lisboa Valente, pela confiança, paciência, incentivo e orientações, que contribuíram na minha formação pessoal e profissional.

À professora Dr.^a Livia Vieira de Barros, pela confiança e contribuições.

A todos os professores que tive pelos conhecimentos compartilhados.

A todos os profissionais que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

A todos os colegas de mestrado, aos que caminharam juntos nessa jornada e aos que seguiram outros caminhos, pelos bons momentos, pela perseverança e trabalho árduo para chegarmos até aqui.

Aos integrantes do Núcleo de Estudos e Atividade em Pecuária de Corte (NEAPEC) por não medir esforços nos trabalhos, contribuindo para que fosse possível a realização desse projeto.

A todos meus amigos e familiares que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui, meu muito obrigada!

“Não desista enquanto você ainda for capaz de fazer um esforço a mais. É nesse algo a mais que está a sua vitória.”

(Roberto Shinyashiki)

RESUMO

STAHLHOFER, M. Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Outubro de 2017. **Níveis de suprimento de energia via suplemento para desempenho de bovinos de corte em pastagem tropical.** Orientador: Dr. Eriton Egídio Lisboa Valente, Coorientadora: Dr.^a Livia Vieira de Barros.

Objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de suprimento de energia pelo fornecimento de suplemento sobre o desempenho produtivo e características nutricionais de bovinos de corte em pastagens tropicais. Foram utilizados 28 tourinhos da raça Nelore, com peso corporal inicial médio de $325,2 \pm 4,1$ kg, distribuídos aleatoriamente em quatro grupos de 7 animais cada. A alimentação volumosa baseou-se exclusivamente em pastagem formada por *Urochloa brizantha* cv. Xaraes. Os tratamentos avaliados foram T0 - sem suplementação, T15 - 15% da exigência de nutrientes digestíveis totais (NDT) suprida pelo suplemento, T30 - 30% da exigência de NDT suprida pelo suplemento e T45 - 45% das exigências de NDT suprida pelo suplemento. Os animais de todos os tratamentos receberam suplementação com mistura mineral *ad libitum*. O experimento teve duração de 84 dias divididos em 3 subperíodos de 28 dias. O consumo de matéria seca total não foi influenciado pelos tratamentos, porém, verificou-se efeito linear decrescente sobre o consumo de matéria seca do pasto e consumo de fibra em detergente neutro. O consumo de matéria seca do suplemento, consumo de matéria orgânica, consumo de carboidratos não fibrosos, consumo de matéria orgânica digestível e consumo de extrato etéreo apresentaram efeito linear crescente em função do aumento de NDT no suplemento. O consumo de proteína bruta apresentou efeito quadrático ao aumento dos níveis de NDT do suplemento. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, carboidratos não fibrosos e extrato etéreo apresentaram efeito linear crescente. O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, fibra em detergente neutro e matéria orgânica apresentaram efeito quadrático aos níveis de NDT do suplemento. O ganho médio diário apresentou efeito linear platô com estabelecimento do platô com ganho médio diário de 1,276 kg ao nível de suprimento de 16,40% de NDT via suplemento. As variáveis do comportamento de pastejo apresentaram efeito linear decrescente para as horas de pastejo e crescente para não pastejo. Houve efeito significativo entre os animais não suplementados e os suplementados na espessura de gordura subcutânea final e na diferença entre a gordura subcutânea final e inicial, porém, a espessura de gordura subcutânea não apresentou diferença significativa entre os animais suplementados. A concentração de nitrogênio ureico sérico e

nitrogênio na urina apresentaram efeito de tratamento, de período de coleta e interação entre tratamento e período de coleta. Já a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen não apresentou interação entre tratamento e período. O suprimento de energia via suplemento até o nível de 16,40% da exigência dos animais em NDT eleva o desempenho de bovinos de corte em pastagens tropicais de alta qualidade. Porém, esses ganhos refletem em alto coeficiente de substituição da forragem pelo suplemento.

Palavras-chave: capim-xaraes, efeito associativo, metabolismo energético, suplementação energética

ABSTRACT

STAHLHOFER, M. Masters in Animal Production. State University of West Paraná; October 2017. **Energy supply levels by supplement for performance of beef cattle in tropical pasture.** Advisor: Dr. Eriton Egídio Lisboa Valente, Co-advisor: Dr.^a Livia Vieira de Barros

This study aimed to evaluate the effect of energy levels supplying by means of supplement on the productive performance and nutritional characteristics of beef cattle in tropical pastures. Twenty-eight young Nellore bulls were used, with average initial body weight of 325.2 ± 4.1 kg, randomly divided into four groups of 7 animals each. The bulky food relied solely on pasture comprising *Urochloa brizantha* cv. Xaraes. The evaluated treatments were T0 – without supplementation, T15 – 15% of the requirement of TDN supplied by the supplement, T30 – 30% of the requirement of TDN supplied by the supplement and T45 – 45% of the requirement of TDN supplied by the supplement. The animals of all treatments received mixed mineral supplements *ad libitum*. The experiment lasted 84 days divided into 3 subperiods of 28 days. Total dry matter intake was not influenced by treatments, however, there has been a decreasing linear effect on dry matter intake of pasture and neutral detergent fiber intake. The dry matter intake of supplements, organic matter intake, non-fibrous carbohydrate intake, intake of digestible organic matter and intake of ether extract presented increasing linear effect in function of TDN in the supplement. Crude protein intake showed quadratic effect to increased levels of TDN of the supplement. The apparent digestibility coefficients of dry matter, non-fibrous carbohydrates and ether extract presented increasing linear effect. The apparent digestibility coefficient of crude protein, neutral detergent fiber and organic matter presented quadratic effect to TDN supplement levels. The average daily gain presented linear plateau effect with establishment of plateau with average daily gain of 1.276 kg at 16.40% TDN supply by supplement. Grazing behavior variables presented linear effect descending to the hours of grazing and growing to no grazing. There was significant effect between the animals not supplemented and supplemented in the thickness of subcutaneous fat cover and on the difference between the final and initial subcutaneous fat, however, the thickness of subcutaneous fat showed no significant difference between animals supplemented. The concentration of serum urea nitrogen and nitrogen in the urine showed treatment effect, and collection period interaction between treatment and period of collection. Already the concentration of ammoniacal nitrogen in the rumen showed no interaction between treatment and period. The energy supply by supplement up to the 16.40% level of

TDN animals requirement raises the performance of beef cattle in tropical grasslands of high quality. However, those gains are reflected in high forage replacement coefficient by the supplement.

Keywords: associative effect, *capim-xaraes*, energy metabolism, energy supplementation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Quantidade de suplemento fornecido em kg/animal/dia nos tratamentos T15, T30 e T45 no primeiro (1° P), segundo (2° P) e terceiro (3° P) subperíodos experimentais.....	34
Figura 2. Ganho de peso médio diário de tourinhos Nelore em relação ao suprimento de NDT via suplemento.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional média dos suplementos e da forragem	34
Tabela 2. Consumo de nutrientes em relação ao suprimento de NDT via suplemento.....	41
Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes em relação ao suprimento de NDT via suplemento.....	43
Tabela 4. Médias de mínimos quadrados da excreção de nitrogênio da urina (ENU; g), nitrogênio ureico sérico (NUS; mg/dL) e nitrogênio amoniacal no rúmen (NAR; mg/dL), em relação ao suprimento de NDT via suplemento.....	44
Tabela 5. Desdobramento da excreção de nitrogênio da urina (ENU; g), nitrogênio ureico sérico (NUS; mg/dL), em relação ao suprimento de NDT via suplemento.....	45
Tabela 6. Tempo de pastejo e tempo de não pastejo em relação ao suprimento de NDT via suplemento.....	49
Tabela 7. Medidas da espessura de gordura subcutânea e espessura de gordura da garupa em relação ao suprimento de NDT via suplemento.....	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 Revisão de Literatura	15
2.1 Suplementação de Bovinos a Pasto	15
2.1.1 Características das forrageiras tropicais	17
2.2 Consumo e Digestibilidade	18
2.3 Efeitos da Suplementação na Digestibilidade da Dieta	19
2.4 Fermentação Ruminal	20
2.5 Comportamento Ingestivo.....	21
2.6 Ultrassonografia de Carcaça	22
REFERÊNCIAS	24
3 NÍVEIS DE SUPRIMENTO DE ENERGIA VIA SUPLEMENTO PARA DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTAGEM TROPICAL.....	30
3.1 Introdução	32
3.2 Material e métodos.....	33
3.2.1 Área experimental e animais	33
3.2.2 Tratamentos	33
3.2.3 Ensaio Digestivo	35
3.2.4 Avaliação da forragem	36
3.2.5 Avaliação ruminal, sanguínea e urinária	37
3.2.6 Análises laboratoriais	38
3.2.7 Desempenho e avaliação de carcaça	39
3.2.8 Comportamento	39
3.2.9 Análise estatística	39
3.3 Resultados e discussão	40
3.4 Conclusões	51
REFERÊNCIAS	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56

1 INTRODUÇÃO

A produção de bovinos a pasto exige um sistema tecnológico capaz de otimizar a produção forrageira e, ao mesmo tempo, integrar estratégias de manejo do pasto com as exigências nutricionais dos animais, para assim potencializar a produção animal com menor custo. Em pastagens tropicais é comum a ocorrência de déficit nutricional ou desbalanço entre os nutrientes requeridos pelos animais e o fornecido pelas forrageiras mesmo no período favorável ao crescimento das plantas. Dessa forma, a utilização de suplementos visa o fornecimento dos nutrientes que se encontram em desequilíbrio na forragem, corrigindo deficiências específicas, potencializando a utilização desses pelos microrganismos ruminais, aumentando assim o potencial de ganho de peso dos animais (REIS et al., 2012).

Segundo Machado et al. (2012), bovinos suplementados aumentam o consumo de matéria seca e energia, com conseqüente aumento do ganho de peso, influenciando nas principais características de carcaça, como área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, sendo a suplementação, portanto, uma importante aliada na produção de bovinos em pastagens.

Segundo Santos et al. (2007), em pastagens com menores teores de nutrientes o principal fator determinante da restrição do potencial genético dos animais é expresso pela ingestão de energia. Portanto, a utilização de suplementos favorece o desempenho animal, podendo aumentar a taxa de lotação dos pastos, gerando maior produção de carne por unidade de área.

Prever o impacto que a suplementação terá sobre o desempenho animal torna-se um desafio frente à produção de bovinos a pasto, contudo é importante para preconizar o uso dos suplementos em função de otimizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível. Porém, o uso da suplementação deve ser de forma a não fornecer nutrientes além das exigências dos animais, devendo-se levar em consideração a deficiência individual de cada nutriente da pastagem, os quais contribuam para o aumento do consumo e da digestibilidade da matéria seca disponível (REIS et al., 1997), levando-se em consideração o gasto energético por parte dos animais para a excreção dos nutrientes em excesso ou que se encontram em desbalanço.

Dessa forma, a energia que poderia estar sendo utilizada para produção passará a ser utilizada na excreção dos excedentes, como na excreção de nitrogênio com alto custo energético no ciclo da ureia para formação dos metabólitos a serem excretados, ou ainda, o

excesso de ciclos fúteis para queimar energia excedente fazem que o potencial de produção animal diminua (MEDEIROS et al., 2015).

Devido à relação entre a disponibilidade e o valor nutritivo da forragem ofertada e da composição e quantidade ofertada de suplemento, é importante a avaliação da interação entre a suplementação e o consumo de forragem, no intuito de identificar a composição e a quantidade do suplemento a ser fornecido de forma a maximizar o incremento no desempenho animal, e identificar o nível máximo onde já não ocorre incremento no desempenho com maiores ofertas de suplemento. Essa relação tem por função orientar o manejo do pasto e do uso de suplementos de maneira a tornar o sistema de produção economicamente viável (SANTOS et al., 2004).

Portanto, o uso racional da suplementação para animais em pastagem deve prover a otimização da digestão da forragem, melhorando a taxa de digestão das frações potencialmente digestíveis e aumentando a taxa de passagem das frações indigestíveis com consequente aumento no consumo de nutrientes digestíveis totais através da exploração dos efeitos associativos positivos. Para potencializar esses efeitos, o ambiente ruminal deve ser mantido dentro dos limites que permitam o crescimento e adequado metabolismo microbiano (HOFFMANN et al., 2014).

Na época das águas normalmente os pastos fornecem compostos nitrogenados para adequada atividade da microbiota ruminal, tendo na disponibilidade de energia um fator limitante (OLIVEIRA et al., 2007). Portanto, com a inclusão de carboidratos não fibrosos na dieta no período das águas, há maior potencial de aproveitamento dos compostos nitrogenados de rápida degradação no ambiente ruminal, devendo-se prezar pelo adequado balanço de energia e proteína no rúmen (COSTA et al., 2011). Dessa forma, podem ser minimizados os possíveis efeitos de substituição causados pela redução no consumo de pasto em virtude do consumo de suplemento, observado principalmente em condições de pastagem com elevada disponibilidade de matéria seca com o uso de suplementos energéticos em elevada proporção em relação ao peso corporal dos animais (CABRAL et al., 2008).

A redução no consumo de forragem, quando fornecidos carboidratos facilmente fermentáveis, pode se dar por competição entre microrganismos fibrolíticos e os que digerem carboidratos não fibrosos, por subprodutos da degradação dos compostos nitrogenados, acarretando em retenção dos resíduos fibrosos por mais tempo no rúmen. Contudo, a suplementação energética quando bem planejada contribui para a diminuição das perdas de nitrogênio advindo da forragem, otimizando o balanço entre energia disponível e a amônia no

rúmen, aumentando a síntese de proteína microbiana, em consequência, alcançando um melhor desempenho animal (MOORE et al., 1999).

Portanto, a suplementação deve vir como uma aliada no sistema de produção animal, fechando as lacunas deixadas pela forragem. Porém, o nível de suprimento o qual vai ajustar os desequilíbrios no fornecimento de nutrientes oriundos da forragem deve ser levado em consideração, de modo a criar um ambiente ruminal favorável à digestibilidade e ao consumo de nutrientes, incrementando a eficiência de utilização da forragem pelo animal para ganhos mais elevados, sem perdas de nutrientes da forragem ou do suplemento por aporte de nutrientes não requeridos para a condição nutricional que a forragem está proporcionando.

Assim, objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de suprimento de energia pelo fornecimento de suplemento sobre o desempenho produtivo e características nutricionais de bovinos de corte em pastagens tropicais.

2 Revisão de Literatura

2.1 Suplementação de Bovinos a Pasto

Quando se trabalha exclusivamente a pasto, sendo esta a única fonte de suprimento das exigências nutricionais dos animais, este deve suprir todos os nutrientes requeridos para manutenção e ganho. Porém, em condições diversas de tecnificação do sistema produtivo em conjunto com as variáveis climáticas, nem sempre a produção forrageira comporta, quantitativa e qualitativamente, em proporções adequadas de nutrientes, as necessidades para a obtenção de ganhos satisfatórios da produção animal. Para tanto, o suplemento múltiplo entra no sistema de produção com o intuito de fornecer os nutrientes deficitários, melhorando a utilização da forragem pelos animais, de forma a propiciar a obtenção de maiores ganhos produtivos (MORAES et al., 2012).

Nas regiões tropicais, a base da alimentação dos rebanhos se constitui de forragem, portanto a interação entre forragem disponível, consumo, digestão e exigências nutricionais torna-se fundamental para o desempenho animal. A partir de uma visão sistêmica dessa interação, é possível a determinação da necessidade de suplementação da dieta dos animais (ZERVOUDAKIS et al., 2002).

Levando em consideração essa sistemática de produção, pode-se inferir que o princípio básico e universal dos sistemas de produção de bovinos preza pelo equilíbrio entre a demanda e o suprimento de energia e nutrientes digestíveis (PAULINO et al., 2004).

Portanto, quando as exigências não são totalmente supridas via forragem, faz-se necessário a suplementação, por meio da formulação de suplementos que visem o fornecimento dos nutrientes os quais estejam em desequilíbrio na pastagem, de forma a melhorar o desempenho animal, otimizando o consumo e a digestibilidade da forragem (REIS et al., 2009). Para se alcançar os objetivos pretendidos através da suplementação, faz-se necessário o conhecimento dos componentes estruturais da forragem, assim como das variações da sua composição ao longo do tempo, além do balanceamento do suplemento fornecido, correlato às características da forragem disponível e do animal a ser suplementado (CANESIN et al., 2007).

O suplemento é um complemento para suprir os nutrientes deficientes na forragem (REIS et al., 2004), podendo refletir no consumo de forragem, na concentração de nutrientes, na disponibilidade de energia dietética, nos precursores bioquímicos do metabolismo e no desempenho animal. Porém, a interação entre o suplemento fornecido e a forragem é dependente principalmente do tipo e quantidade de suplemento fornecido e da qualidade da forragem (PAULINO et al., 2004).

Em muitos casos é possível melhorar o desempenho animal com o uso de suplemento, mas nem sempre a resposta é de acordo com a esperada, podendo ocorrer variações de maiores ou menores amplitudes. Essas variações podem ser explicadas pelo efeito associativo do suplemento sobre o consumo de forragem e energia disponível da dieta (GOES et al., 2005).

Segundo Hoffmann et al. (2014), ao fornecer suplemento a animais sob pastejo, possíveis alterações podem ocorrer devido às mudanças na digestibilidade e no consumo de forragem. Os efeitos associativos positivos podem ocorrer em ocasião da baixa concentração de nutrientes da forragem, em níveis limitantes para os microrganismos do rúmen, associada à suplementação com concentrado contendo quantidade suficiente para balancear a dieta total. Porém, os substratos fornecidos podem apresentar efeitos diversos, positivos ou negativos, de acordo com o efeito dos substratos microbianos e dos carboidratos não fibrosos sobre a digestão da fibra.

Dentre os efeitos associativos o efeito aditivo ou suplementar pode ser denotado pelo aumento do consumo total de energia digestível devido ao incremento do concentrado, ficando o consumo de forragem inalterado ou podendo aumentar. O efeito substitutivo é

caracterizado pela redução na ingestão de energia digestível da forragem, com consequente aumento do consumo de concentrado, permanecendo a ingestão total de energia digestível inalterada, ou ainda, o efeito associativo onde se observa decréscimo no consumo de forragem e elevação na ingestão total de energia (MOORE et al., 1980). Os efeitos associativos negativos podem ser reduzidos quando ocorre o suprimento de substratos microbianos essenciais (HOFFMANN et al., 2014).

2.1.1 Características das forrageiras tropicais

Em sistemas de criação de bovinos a pasto é fundamental o conhecimento das características estruturais e bromatológicas das plantas forrageiras, tanto para estimar o valor nutritivo da base alimentar dos animais, como para traçar planos de suplementação de bovinos a pasto (CASTAGNARA et al., 2011).

As forrageiras abundantes em ambientes tropicais normalmente possuem hábito de crescimento cespitoso e, segundo Reis et al. (2009), possuem alta taxa de crescimento, portanto quando não consumidas pelos animais, acumulam colmos, fazendo com que a digestibilidade torne-se decrescente, comprometendo o desempenho dos animais.

A composição química e a digestibilidade sofre grande influência do estágio de desenvolvimento das plantas, e o seu valor energético pode ser determinado pela digestibilidade da matéria orgânica, a qual está relacionada com a proporção entre carbono e nitrogênio e a população microbiana do rúmen (PAULINO et al., 2001).

De forma geral, as gramíneas tropicais possuem ciclo C4 de fixação de carbono, possibilitando uma maior capacidade de fixação de nitrogênio, associada à reduzida fotorrespiração. E, por apresentarem maior eficiência fotossintética, são mais produtivas em termos de matéria seca (VALLE et al., 2001).

Porém, a degradação ruminal das gramíneas C4 ocorre de forma mais lenta por apresentarem parede celular mais grossa e com maior teor de compostos indigestíveis comparado às C3, apresentando em média digestibilidade inferior a 65 – 70% (VAN SOEST, 1994).

Com o período das águas vem o início do período da rebrota das plantas, com consequente aumento do teor de água e proteína e diminuição do teor de matéria seca (PAULINO et al., 2001). Portanto, a digestibilidade e o aporte de nutrientes para os animais é

otimizada, considerando que o desempenho animal está diretamente ligado à qualidade da forragem, determinante na quantidade de nutrientes ingeridos.

2.2 Consumo e Digestibilidade

O principal determinante do desempenho de animais em pastejo é o consumo de forragem, junto ao valor nutritivo do alimento consumido, sendo este influenciado por fatores ligados ao animal, à forragem, ao ambiente e às interações do meio. Portanto, o desempenho animal está diretamente relacionado à digestibilidade dos alimentos e aos fatores que influenciam no consumo de energia e nutrientes (CARVALHO et al., 2007).

A digestibilidade e o consumo são os componentes com maior relevância na determinação da qualidade de um alimento. A digestão se caracteriza no processo de conversão de macromoléculas da dieta em compostos mais simples, os quais podem ser absorvidos a partir do trato gastrintestinal. Portanto, a digestibilidade dos nutrientes tem por finalidade quantificar a absorção destes, gerando um coeficiente de digestibilidade, o qual infere uma estimativa do valor nutricional do alimento (VAN SOEST, 1994).

Com a elevação nos teores de concentrado na dieta, normalmente há elevação na digestibilidade total dos nutrientes, pois os carboidratos não fibrosos possuem coeficiente de digestibilidade aparente total acima de 90% e carboidratos fibrosos de aproximadamente 50% (VALADARES FILHO, 1987). Contudo, a digestibilidade aparente da FDN pode ser influenciada negativamente ou não sofrer influência com o aumento dos carboidratos não fibrosos na dieta (ÍTAVO et al., 2002). Portanto, em dietas com maiores teores de carboidratos fibrosos há redução na digestão da matéria seca devido à menor taxa de crescimento dos microrganismos fermentadores de carboidratos fibrosos, acarretando em menor capacidade de competição por substratos fibrosos (ZORZI et al., 2009).

Dentre os efeitos associativos do suplemento ao nível de forragem pode ocorrer a redução da degradação da fibra do volumoso com o aumento do concentrado na dieta (RESENDE et al., 2001). Portanto, a quantidade de suplemento a ser fornecida depende dos objetivos pretendidos, devendo ser de acordo com o planejamento de ganho de peso proposto, fator dependente da qualidade e disponibilidade de matéria seca do pasto (BARBOSA et al., 2007).

A energia digestível da forragem é relativamente constante, mas a sua disponibilidade para os animais é variável. Há correlação entre a energia digestível com a proporção de

matéria seca da forragem e sua digestibilidade (MINSON, 1990). Portanto, a digestibilidade se constitui em um dos parâmetros para a avaliação do valor nutritivo dos alimentos consumidos pelos ruminantes (BERCHIELLI et al., 2000).

A extensão da digestão microbiana dos carboidratos no rúmen se relaciona, portanto, com a digestibilidade da forragem juntamente com os carboidratos não fibrosos do suplemento. Os efeitos associativos desses na dieta poderão contribuir para a digestibilidade da digesta, contribuindo para uma maior ingestão e aproveitamento dos nutrientes.

2.3 Efeitos da Suplementação na Digestibilidade da Dieta

A maior parte dos nutrientes para suprir as exigências nutricionais de animais em pastejo deve ser advinda da forragem presente na pastagem. Portanto, a suplementação deve ser fornecida de forma a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível, sendo importante a avaliação do impacto que a suplementação terá no desempenho animal (SILVA et al., 2009).

Na produção de ruminantes a pasto, um dos principais fatores a ser levado em consideração é a ingestão de matéria seca, onde o baixo consumo desta é paralelo ao baixo consumo de energia (NOLLER et al., 1997).

A eficiência do uso de suplementos depende do efeito de sua ingestão no consumo de forragem. Dentre os fatores que afetam a ingestão de nutrientes em bovinos sob pastejo recebendo suplementação destaca-se a substituição da forragem pelo suplemento e a redução da digestão da fibra (REARTE e PIERONI, 2001). As mudanças estruturais e químicas da forragem são responsáveis pelos diferentes níveis de substituição da forragem pelo suplemento (BREMM et al., 2008).

O fornecimento de suplementos energéticos aos animais tem influência direta na degradabilidade da fração fibrosa da dieta. Assim, suplementos que tenham elevadas concentrações de carboidratos não estruturais e que são fornecidos em grandes quantidades tornam o ambiente ruminal desfavorável às bactérias celulolíticas devido à queda no pHruminal, com conseqüente redução da degradação da fibra (RUSSEL e WILSON, 1996).

O crescimento microbiano pode sofrer limitações advindas da forragem, quando esta permitir uma baixa assimilação do nitrogênio disponível em proteína no rúmen, em função da alta degradabilidade dos compostos nitrogenados ou da baixa velocidade de degradação dos carboidratos fibrosos da forragem (POPPI e McLENNAN, 1995). Assim, a suplementação

com fontes energéticas de rápida disponibilidade no rúmen se constitui em uma forma de promover uma maior assimilação do nitrogênio oriundo dos compostos nitrogenados de alta degradabilidade da forragem, aumentando o desempenho produtivo dos animais.

Embora as forrageiras tropicais normalmente tenham um teor de proteína bruta adequado principalmente em regiões de clima temperado, o desempenho animal pode ser aquém do esperado, pois pode ocorrer alta degradabilidade da proteína bruta da forragem promovendo perda de nitrogênio no rúmen na forma de amônia, gerando déficit proteico em relação às exigências dos animais (POPPI e McLENNAN, 1995).

2.4 Fermentação Ruminal

A disponibilidade e a composição dos carboidratos presentes na dieta de ruminantes pode afetar a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados, pois os carboidratos são responsáveis pelo aporte de energia no sincronismo de nutrientes a ser utilizado pelos microrganismos ruminais para síntese de proteína microbiana (CAVALCANTE et al., 2006).

Portanto, além do fornecimento de proteína, a eficiência da utilização da energia da dieta é um fator de relevância na produção animal. Os ácidos graxos voláteis fornecem a maior parte da energia absorvida pelo animal, estimando-se que 50% a 70% da energia digestível total seja proveniente dessa fonte (ALVES et al., 2009).

Uma grande parte da proteína dietética ingerida pelo animal passará para amônia antes de ser utilizada para síntese de proteína microbiana, sendo que a utilização dessa amônia está diretamente relacionada com a disponibilidade de carboidratos. Portanto, quando a disponibilidade de carboidratos aumenta a concentração de amônia diminui devido à utilização direta do nitrogênio amoniacal na proteína microbiana (AGLE et al., 2010).

Para que os microrganismos ruminais, principalmente os celulolíticos, consigam efetuar a síntese de proteína microbiana, é fundamental que haja um equilíbrio através de uma fonte adequada de energia para se ligar ao nitrogênio amoniacal. Assim, quando em desequilíbrio, a excreção de compostos nitrogenados aumenta, em consequência, o gasto de energia para que ocorra essa excreção também aumenta (RUSSELL et al., 1992).

Os microrganismos ruminais utilizam a amônia, produto da transformação da proteína por esses no rúmen, para a síntese de proteínas estruturais, sendo o excedente carreado para a circulação geral através da absorção pelas paredes ruminais. Chegando ao fígado, é transformada em ureia, da qual a fração que não é excretada volta ao rúmen através da saliva

e por difusão pela parede ruminal. Nesse sentido, a energia exerce função inversa à concentração de amônia no rúmen por consequência do maior aproveitamento da amônia ruminal na síntese proteica microbiana com o aumento da disponibilidade de carboidratos para fornecimento de energia (GONZALES et al., 2000).

A energia fornecida pela dieta tem efeito sobre os indicadores do metabolismo proteico, sendo assim, a concentração de ureia no sangue está correlacionada com a quantidade e utilização da amônia ruminal, a qual depende da atividade microbiana. Há uma íntima relação entre a concentração de ureia no sangue e o aporte proteico da ração, assim como da relação entre a proteína e a energia (GONZALES et al., 2000). Quando altos, esses valores indicam que a dieta está com excesso de proteína ou com déficit de energia.

A fermentação microbiana também influencia o valor do pH ruminal, o qual atua sobre o ecossistema microbiano, determinando a seletividade das espécies de microrganismos os quais irão se desenvolver, assim como quais produtos gerados pela fermentação desses microrganismos irão preponderar no ambiente ruminal. A fermentação dos carboidratos libera ácidos orgânicos que reduzem o pH (PENNER et al., 2013).

As dietas altamente fermentáveis são convertidas rapidamente a ácidos orgânicos no rúmen. Com a absorção dos ácidos graxos voláteis ocorre maior transporte de ureia para o rúmen que através da reciclagem da amônia remove prótons do rúmen para o sangue. Esse processo de transporte dos ácidos graxos, ureia e amônia coordena a fermentação de energia e a assimilação de proteína regulando o pH no rúmen (ASCHENBACH et al., 2010).

Dietas contendo milho como fonte energética fornecem ao animal substrato para a formação da glicose, a partir dos ácidos orgânicos resultantes da fermentação ruminal do amido, principal componente energético do grão de milho (MAEDA et al., 2007). A digestão microbiana do amido no rúmen propicia a produção de ácidos graxos voláteis, os quais se constituem na principal fonte de energia para o animal (THEURER, 1986). O propionato é o principal ácido graxo volátil formado a partir da degradação do amido, o que reduz a necessidade de aminoácidos para a gliconeogênese no fígado. Porém, as fontes de amido de alta degradabilidade podem provocar distúrbios ruminiais, com alteração do pH, diminuição no consumo, no aporte de energia metabolizável, refletindo na produção animal (MAEDA et al., 2007).

2.5 Comportamento Ingestivo

As atividades diárias dos animais compreendem períodos de pastejo intercalados com períodos de descanso e ruminação, porém, o período de pastejo compreende o de maior importância, demandando um período que varia entre 7 a 10 horas por dia. Esse pastejo sofre influência direta da exigência do animal, sendo esta suprida pela quantidade e qualidade da pastagem e pela quantidade e qualidade do suplemento fornecido (MORENO et al., 2008).

Em sistemas de criação de bovinos a pasto os animais estão sujeitos a diferentes fatores e interações, sendo a suplementação responsável majoritariamente pela alteração do comportamento ingestivo dos animais (KARSLI et al., 2001). Os ruminantes modificam o comportamento ingestivo de acordo com a necessidade de aporte nutricional necessário à manutenção e à produção (FORBES, 1988).

Dessa forma, o comportamento ingestivo de ruminantes pode ser um importante indicador na avaliação do desempenho produtivo dos animais, uma vez que é alterado de acordo com a dieta fornecida (MISSIO et al., 2010). O consumo de forragem por animais em pastejo pode ser influenciado por três fatores, sendo eles os que afetam o processo de ingestão, os que afetam o processo de digestão e os que afetam as exigências nutricionais e a demanda por nutrientes (BERCHIELLI, 2006).

A composição do suplemento, considerando suas propriedades físicas e químicas, tem influência no aproveitamento da forragem podendo, dessa forma, modificar o comportamento ingestivo dos animais (CARVALHO et al., 2006).

Quando a dieta fornecida aos animais é constituída, além da forragem, por uma parte de suplemento, o aporte de nutrientes é maior, tendo como consequência uma possível mudança no comportamento ingestivo dos animais, podendo haver modificação no tempo de pastejo (BARTON, 1992).

2.6 Ultrassonografia de Carcaça

A alimentação pode mudar o perfil de caracterização da carcaça, alterando a porcentagem de gordura e a musculabilidade, assim, animais recebendo diferentes dietas podem diferir quanto à composição de suas carcaças (RESTLE et al., 1998).

Com a avaliação da carcaça é possível estimar a qualidade da carne e a rentabilidade da proporção comestível, sendo que para a avaliação das características de carcaça *in vivo* utiliza-se da técnica da ultrassonografia, cujo princípio de funcionamento do aparelho de ultrassom se dá pela reflexão das ondas de alta frequência quando essas passam pelos tecidos

(RODRIGUES et al., 2007). Portanto, a ultrassonografia consiste em uma técnica de avaliação das características de carcaça através de procedimentos não invasivos (YOKOO et al., 2009).

Essa técnica passou a ser considerada para avaliação da composição da carcaça de bovinos de corte a partir de 1950, sendo considerada de baixo custo e fácil aplicação comparada às mensurações pós abate (FISHER et al., 1997).

O acompanhamento das características de carcaça dos animais *in vivo*, como a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea, fornece informações importantes sobre o desenvolvimento dos animais (BERGEN et al., 1996).

A utilização dessa técnica para estimar gordura subcutânea e musculabilidade é mais eficaz do que o peso corporal, sendo uma medida com alta correlação positiva entre porcentagem de gordura subcutânea e porcentagem de gordura de recorte. Já para porcentagem de carne magra na carcaça há correlação negativa em relação à gordura subcutânea (WILSON et al., 1992).

A musculabilidade pode ser mensurada através da área de olho de lombo que é um indicador do rendimento dos cortes de maior valor comercial. A região do animal mais utilizada e aceita na mensuração da área de olho de lombo como indicativo da composição da carcaça se dá na região entre a 12^a e 13^a costelas (LUCHIARI FILHO, 2000).

Já para a espessura de gordura subcutânea, em estudo para avaliação dos pontos anatômicos para se obter medidas de confiabilidade, segundo Johnson e Vidyadaran (1981), o terço superior do músculo *Biceps femoris* apresentou-se com alta confiabilidade como indicador da gordura total da carcaça.

Dessa forma, medidas de ultrassonografia permitem o conhecimento da composição corporal dos animais, tornando-se um indicativo o qual permite a elaboração de um plano nutricional que vise suprir as exigências nutricionais destes, permitindo o fornecimento de dietas que venham a suprir as necessidades nutricionais para a obtenção de carcaça com adequada proporção de músculos e gordura (CARTAXO et al., 2011).

REFERÊNCIAS

- AGLE, M.; HRISTOV, A.N.; ZAMAN, S. et al. Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.93, p.4211–4222, 2010.
- ALVES, T.C.; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES, P.H.M., et al. Efeitos de dietas com níveis crescentes de milho no metabolismo ruminal de energia e proteína em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2001-2006, 2009.
- ASCHENBACH, J.R.; PENNER, G.B.; STUMPF, F. et al. Invited review: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. **Journal of Animal Science**, v.89, n.4, 2010.
- BARBOSA, F.A.; GRAÇA, D.S.; MAFFEI, W.E. et al. Desempenho e consumo de matéria seca de bovinos sob suplementação proteico-energética durante a época de transição água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.160-167, 2007.
- BARTON, R.K.; KRYSL, M.B.; JUDKINS, D.W. et al. Time of daily supplementation for steer grazing dormant intermediate wheatgrass pasture. **Journal of Animal Science**, v.70, n.2, p.547-558, 1992.
- BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. et al. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- BERCHIELLI, T.T. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNESP, 2006. p.583.
- BERGEN, R.D.; MCKINNON, J.J.; CHRISTENSEN, D.A. et al. Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultra-sound. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, p.305-311, 1996.
- BREMM, C.; ROCHA, M.G.; FREITAS, F.K. et al. Comportamento ingestivo de novilhas de corte submetidas a estratégias de suplementação em pastagens de aveia e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1161-1167, 2008.
- CABRAL, L.da S.; ZERVOUDAKIS, J.T.; COPPEDÊ, C.M. et al. Suplementação de bovinos de corte mantidos em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia-1 no período das águas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p. 293-302, 2008.
- CANESIN, R.C.; BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P. de. et al. Performance of beef steers grazing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu and receiving different supplementation strategies during the rainy and dry seasons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.411-420, 2007.
- CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO FILHO, H.M.N. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.151-170, 2007.

- CARVALHO, S.; VERGUEIRO, A.; KIELING, R. et al. Desempenho e características da carcaca de cordeiros mantidos em pastagem de Tifton-85 e suplementados com diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira Agrociência**, v.12, n.3, p.357-361, 2006.
- CARTAXO, F.Q.; SOUZA, W.H.de; CEZAR, M.F. et al. Características de carcaça determinadas por ultrassonografia em tempo real e pós-abate de cordeiros terminados em confinamento com diferentes níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.160-167, 2011.
- CASTAGNARA, D.D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A. et al. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1637-1648, 2011.
- CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.203-210, 2006.
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Consumo e digestibilidade em bovinos em pastejo durante o período das águas sob suplementação com fontes de compostos nitrogenados e de carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1788-1798, 2011.
- FISHER, A.V. A review of the technique of estimating the composition of livestock using the velocity of ultrasound. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.17, p.217-231, 1997.
- FORBES, T.D.A. Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2369-2379, 1988.
- GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; LANA, R.P. et al. Recria de novilhos mestiços em pastagem de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região Amazônica. Consumo e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1730- 1739, 2005.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; OSPINA, H.; BARCELOS, J.O.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2000.
- HOFFMANN, A.; MORAES, E.H.B.K.; MOUSQUER, C.J. et al. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. **Nativa**, v.02, n.02, p.119-130, 2014.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FIHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1024-1032, 2002.

- JOHNSON, E.R.; VIDYADARAN, M.K. An evaluation of different sites for measuring fat thickness in beef carcass to determine carcass fatness. **Australian Journal Agricultural Research**, v.32, p.999-1007, 1981.
- KARSLI, M.A. **Grazing behavior of ruminant livestock**. 2001. <www.agron.iastate.edu/moore/434/chapter6.htm> 04-11-2016.
- LUCHIARI FILHO, A. Pecuária da carne bovina. 1ed. São Paulo: LUCHIARI FILHO, A. p.134, 2000.
- MACHADO, P.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.683-692, 2012.
- MAEDA, E. M.; ZEOULA, L. M.; GERON, L. J. V. Digestibilidade e características ruminais de dietas com diferentes níveis de concentrado para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.716-726, 2007.
- MEDEIROS, S.R.de. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S.R.de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D.J. (Ed.) **Nutrição de bovinos de corte fundamentos e aplicações**. 1.ed. Brasília: [s.n.], 2015. p. 27-44.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990.
- MISSIO, R. L.; BRONDANI, I.L.; SEGABINAZZI, L.R. et. al. Característica da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1610-1617, 2010.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE, W.E. et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 122–135, 1999.
- MOORE, J. E. Forage crops. In: HOVEL AND, C. S. (Ed.). Crop quality, storage, and utilization. Madison: Crop Science Society of America, 1980.
- MORAES, A.L. Suplementação de bovinos de corte em sistemas de pastejo. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v.16, n.5, p.97-112, 2012.
- MORENO, C.B.; FISCHER, V.; MONKS, P.L. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhas Jersey sob suplementação com farelo de milho em pastagens de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.487-493, 2008.
- NOLLER, C.H.; NASCIMENTO JR. D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p.319-352.
- OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A.F.; GARCEZ NETO, A.F. Limitações nutricionais das forrageiras tropicais, seletividade e estratégias de suplementação de bovinos de corte. In: OLIVEIRA, R.L.; Barbosa, M.A.A.F (Ed.). **Bovinocultura de corte: desafios e tecnologias**. Salvador: EDUFBA, 2007. p.357-380.

- PAULINO, M. F.; DETMAN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T. et al. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 2, 2000. **Anais...** Viçosa MG: UFV, 2001. p.187-232.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2004. Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: SIMCORTE, 2004, p.93-144.
- PENNER, G.B.; ASCHENBACH, J.R. Functional adaptation of the ruminal epithelium In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 4, 2013, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, p.107-127, 2013.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, n.2, p.278-290, 1995.
- REARTE, D.H.; PIERONI, G.A. Supplementation of temperate pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001. Piracicaba. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.679-689. 2001.
- REIS, R.A.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; FREITAS, D. et al. Suplementação protéico-energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE: PECUÁRIA DE CORTE INTENSIVA NOS TRÓPICOS, 5, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p.171-226.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. A suplementação como estratégia de manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p.123-150.
- REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; CASAGRANDE, D.R. et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, suplemento especial, p.147-159, 2009.
- REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; OLIVEIRA, A.A. et al. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.642-655, 2012.
- RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso: concentrado. 1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.261-269, 2001.
- RESTLE, J.; LUPATINI, G. C.; ROSO, C. et al. Eficiência e desempenho de categorias de bovinos de corte em pastagens cultivadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.397-404, 1998.
- RODRIGUES, E. **Crescimento dos tecidos muscular e adiposo e qualidade da carne de novilhas de diferentes grupos genéticos no modelo biológico suprepcoce.** 2007. 67f.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.

- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3551-3581, 1992.
- RUSSEL, J.B.; WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1503-1509, 1996.
- SANTOS, D. **Manipulação da oferta de forragem em pastagem natural: efeito sobre o ambiente de pastejo e o desenvolvimento de novilhas de corte**. 2007. 259f. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S. et al. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. 2. Disponibilidade de forragem e desempenho animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.214-224, 2004.
- SILVA, F.F.; SÁS, J.F.; SCHIO, A.R. et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38,suplemento especial, p.371-389, 2009.
- THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, n.4, p.1649-1662, 1986.
- VALADARES FILHO, S.C.; RODRIGUEZ, N.M.; INFANZÓN,R.R.V. et al. Digestão total e parcial de fenos de soja perene emovinos. 1. Matéria seca e energia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, n.2, p.131-139, 1987.
- VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. 2001. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 17. 2001. **Anais...** FEALQ. Piracicaba. 2001. p.458.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press,.p.476, 1994.
- WILSON, D.E. Aplication of ultrassound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, v.70, p.973-983, 1992.
- YOKOO, M.J.I.; WERNECK, J.N.; PEREIRA, M.C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.197-202, 2009.
- ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Desempenho de novilhas mestiças e parâmetros ruminais em novilhos, suplementados durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1050-1058, 2002.

ZORZI, K.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C. et al. *In vitro* degradation of neutral detergent fiber of high-quality tropical forage according to supplementation with different nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.964-971, 2009.

3 NÍVEIS DE SUPRIMENTO DE ENERGIA VIA SUPLEMENTO PARA DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTAGEM TROPICAL

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de suprimento de energia pelo fornecimento de suplemento sobre o desempenho produtivo e características nutricionais de bovinos de corte em pastagens tropicais. O período experimental foi de 29 de outubro de 2016 a 20 de janeiro de 2017. Foram utilizados 28 tourinhos da raça Nelore, com peso corporal médio inicial de $325,2 \pm 4,1$ kg divididos em quatro tratamentos: 0%; 15%; 30% e 45% da exigência de NDT suprida pelo suplemento, em delineamento inteiramente casualizado com nível de significância de 10%. Os animais de todos os tratamentos receberam suplementação com mistura mineral *ad libitum*. O experimento foi conduzido em 3 subperíodos experimentais de 28 dias. As variáveis avaliadas foram consumo e digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso médio diário, tempo de pastejo, espessura de gordura subcutânea e parâmetros ruminais, sanguíneos e urinários. Verificou-se efeito linear decrescente para o consumo de matéria seca do pasto e efeito linear crescente para o consumo de matéria seca do suplemento em função dos níveis crescentes de NDT do suplemento, com aumento da digestibilidade aparente da matéria seca. Já a matéria orgânica apresentou coeficiente de digestibilidade aparente de ordem quadrática em relação aos níveis de suprimento de NDT do suplemento. A concentração de nitrogênio ureico sérico e a excreção de nitrogênio na urina apresentaram efeito de tratamento, de período de coleta e interação entre tratamento e período de coleta, enquanto que o nitrogênio amoniacal do rúmen não apresentou interação entre tratamento e período de coleta. O ganho médio diário apresentou efeito linear platô com estabelecimento do platô com ganho médio diário de 1,276 kg ao nível de 16,40% de suprimento de NDT via suplemento. O tempo de pastejo reduziu com o aumento dos níveis de suprimento de NDT do suplemento. A espessura de gordura subcutânea não apresentou efeito entre os tratamentos. O suprimento de energia via suplemento até o nível de 16,40% da exigência dos animais em NDT eleva o desempenho de bovinos de corte em pastagens tropicais de alta qualidade. Porém, esses ganhos refletem em alto coeficiente de substituição da forragem pelo suplemento.

Palavras-chave: capim-xaraes, efeito associativo, metabolismo energético, suplementação energética

ENERGY SUPPLY LEVELS BY SUPPLEMENT FOR PERFORMANCE OF BEEF CATTLE IN TROPICAL PASTURE

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of energy levels supplying by means of supplement on the productive performance and nutritional characteristics of beef cattle in tropical pastures. The experimental period was from 29 October 2016 to 20 January 2017. Twenty-eight Nelore young bulls were used, with average initial body weight of 325.2 ± 4.1 kg, randomly divided in four treatments: 0%; 15%; 30% and 45% of the TDN requirement supplied by the supplement, in completely randomized design with a significance level of 10%. The animals of all treatments received mixed mineral supplements *ad libitum*. The experiment was conducted in 3 experimental subperiods of 28 days. The variables evaluated were intake and digestibility of nutrients, average daily weight gain, grazing time, thickness of subcutaneous fat and ruminal parameters, blood and urinary. Linear effect was verified down to the dry matter intake of pasture and linear increasing effect for dry matter intake of supplement in the light of the increasing levels of supplement with TDN increased apparent digestibility of dry matter. Already the organic matter presented apparent digestibility coefficient of quadratic order in relation to the TDN supply levels of the supplement. The concentration of serum urea nitrogen and nitrogen excretion in the urine showed treatment effect, and collection period interaction between treatment and period of collection, while the ammoniacal nitrogen in the rumen presented no interaction between treatment and period of collection. The average daily gain presented linear plateau effect with establishment of plateau with average daily gain of 1.276 kg at 16.40% TDN supply by supplement. The grazing time reduced with increased levels of supplement TDN supply. The thickness of subcutaneous fat presented no effect among the treatments. The energy supply by supplement up to the 16.40% level of TDN animals requirement raises the performance of beef cattle in tropical grasslands of high quality. However, those gains are reflected in high forage replacement coefficient by the supplement.

Keywords: associative effect, *capim-xaraes*, energy metabolism, energy supplementation

3.1 Introdução

A produção forrageira apresenta variação na sua composição e na quantidade de matéria seca disponível ao longo do ano, devido à sazonalidade climática. Mesmo na estação chuvosa, animais mantidos exclusivamente em pastagem normalmente atingem ganhos aquém do seu potencial, devido ao déficit ou ao desbalanço de nutrientes na forragem (REIS et al., 2012).

Portanto, o fornecimento de nutrientes através de suplementos concentrados deve corrigir deficiências específicas de nutrientes da forragem, potencializando a utilização desta pelos microrganismos ruminais e aumentando o desempenho produtivo dos animais (REIS et al., 2012), levando em consideração a quantidade e a qualidade da forragem disponível (CASTAGNARA et al., 2012).

As condições ruminais podem ser moduladas de acordo com a dieta fornecida, modificando a taxa de crescimento e a ação digestiva das espécies de microrganismos presentes no rúmen (VALADARES FILHO e PINA, 2011). O crescimento microbiano pode ser estimulado através do fornecimento de carboidratos rapidamente fermentáveis. Porém, a substituição da fibra por carboidratos rapidamente fermentáveis pode influenciar de forma negativa os microrganismos fermentadores de carboidratos fibrosos, alterando a dinâmica microbiana ruminal (KLIEVE et al., 2003). Por outro lado, a inclusão de carboidratos não fibrosos nos suplementos durante o período das águas permite a otimização da assimilação dos compostos nitrogenados de rápida degradação no rúmen (DETMANN et al., 2005).

Os efeitos associativos podem ocorrer se as interações digestivas e metabólicas entre o suplemento e a forragem alterar o consumo de energia. O efeito associativo pode ser positivo, onde o consumo de matéria seca e a digestão da forragem aumentam com a suplementação com grãos, devido ao suprimento de nutrientes limitantes presentes no suplemento que complementam o déficit da forragem. Por outro lado, o efeito pode ser negativo, com redução no consumo e na digestibilidade, causado principalmente pelo fornecimento de carboidratos não fibrosos que provocam redução do pH ruminal e redução do crescimento de bactérias celulolíticas (GOES et al., 2004).

Portanto, o estudo das interações que ocorrem quanto ao consumo de suplemento e forragem são importantes para determinar os efeitos associativos de possível ocorrência, tornando a suplementação uma alternativa para potencializar a produção de animais a pasto. Assim, objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de suprimento de energia pelo fornecimento de

suplemento sobre o desempenho produtivo e características nutricionais de bovinos de corte em pastagens tropicais.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Área experimental e animais

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Professor Alcibiades Luiz Orlando, no setor de bovinocultura de corte, município de Entre Rios do Oeste, Paraná, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, situada a 24°40'34" de latitude sul e 54°16'38" de longitude oeste.

A classificação climática da região segundo Koppen é do tipo Cfa (subtropical úmido), com precipitação média de novembro de 2016 a janeiro de 2017 de 133 mm.

A área de pastagem utilizada foi de 8 ha plantados com *Urochloa brizantha* cv. Xaraes, formada em 2014. A área é caracterizada no formato de pizza, com 4 piquetes de 2 ha cada, manejados sob lotação contínua com rotação dos animais. O centro da área experimental é provido de uma praça de alimentação com bebedouros e comedouros, e corredor (200 m) para acesso ao curral de manejo antiestresse.

Foram utilizados 28 bovinos machos inteiros da raça Nelore, com aproximadamente 19 meses de idade e peso corporal inicial médio de $325,2 \pm 4,1$ kg, divididos em 4 tratamentos. O experimento foi conduzido no período de 29 de outubro de 2016 a 20 de janeiro de 2017. Os tourinhos foram submetidos a 14 dias de adaptação à dieta e às condições de manejo. O período experimental total foi de 84 dias, divididos em 3 sub períodos de 28 dias.

Os animais foram rotacionados entre os piquetes a cada 7 dias para minimizar o efeito do ambiente de pastagem sobre as variáveis analisadas.

3.2.2 Tratamentos

Os tratamentos avaliados foram: Controle recebendo mistura mineral *ad libitum*, T15 – 15%, T30 – 30% e T45 – 45% das exigências de NDT suprida pelo suplemento. Todos os animais receberam suplementação mineral *ad libitum*. O teor de proteína bruta dos

suplementos foi determinado de acordo com a quantidade necessária para completar o teor contido na forragem, fixando o valor correspondente à exigência dos animais em PB na dieta total e variando o teor dos suplementos até atingir o valor fixado, levando em consideração a quantidade de suplemento fornecido.

As exigências foram calculadas usando as equações do BR-Corte (VALADARES FILHO et al., 2010) para ganho de 0,9 kg/dia no primeiro período. A quantidade de suplemento (Figura 1) e a composição (Tabela 1) foram ajustadas a cada 28 dias em função da exigência e da composição do pasto. Para o ajuste, foram realizadas pesagens dos animais a cada 28 dias, sem a realização de jejum.

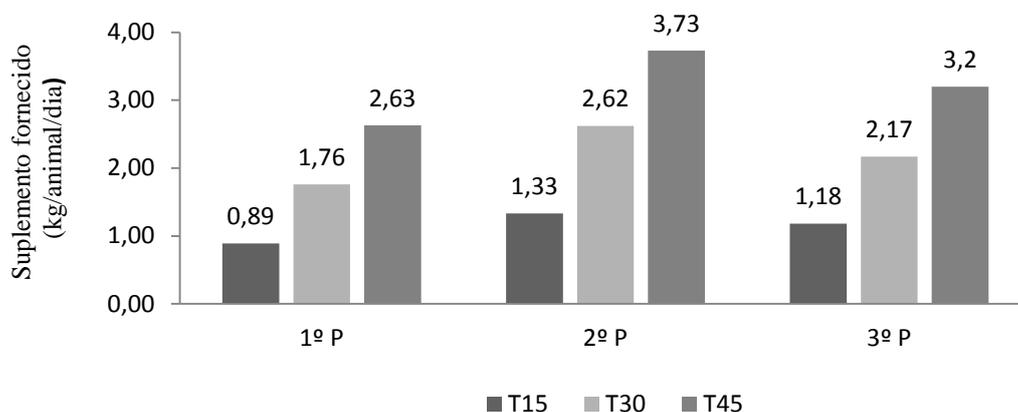


Figura 1. Quantidade de suplemento fornecido em kg/animal/dia nos tratamentos T15, T30 e T45 no primeiro (1º P), segundo (2º P) e terceiro (3º P) subperíodos experimentais.

Tabela 1. Composição nutricional média dos suplementos e da forragem

Item	Suprimento de NDT via suplemento (%)			Composição média da forragem
	15	30	45	% (MS)
MS	91,10	91,55	91,75	91,61
PB	22,19	16,64	13,62	11,02
FDNcp	10,43	9,86	9,53	55,91
MO	95,13	96,38	97,02	91,64
CNF	62,11	68,54	72,01	21,65
EE	2,98	3,26	3,41	2,78
MM	2,27	1,76	1,42	8,35

Matéria seca (MS; %), proteína bruta (PB; %MS), fibra em detergente neutro (FDN; %MS), matéria orgânica (MO; %MS), carboidratos não fibrosos (CNF; %MS), extrato etéreo (EE; %MS) e matéria mineral (MM; %MS).

O suplemento foi formulado utilizando milho, farelo de soja, ureia e sulfato de amônio como ingredientes. A ureia foi adicionada no suplemento na quantidade necessária para fornecer 30% do N do suplemento, de forma a deixar o perfil proteico do suplemento similar ao da pastagem.

3.2.3 Ensaio Digestivo

Entre os dias 38 e 45 do período experimental foi realizado um ensaio para avaliação do consumo e digestibilidade. Para estimar a excreção fecal, foi fornecido aos animais dióxido de titânio (TiO_2) como indicador externo, na quantidade de 15g/animal, embrulhado em papel e aplicado via esôfago com auxílio de sonda de borracha. Para avaliação do consumo individual de suplemento foi utilizado o óxido de cromo (Cr_2O_3) na quantidade de 15g/animal, misturado ao suplemento e ofertado no cocho, todos os dias às 11h00. Adotou-se o período de adaptação aos indicadores de cinco dias e o período de coleta de fezes de três dias consecutivos em horários distintos (08h00, 12h00 e 16h00). As amostras de fezes foram coletadas imediatamente após a defecação espontânea em quantidades aproximadas de 300 g, sendo identificadas por animal e secas em estufa com circulação forçada de ar (60°C/ 72 horas).

A excreção de matéria seca fecal foi estimada com base na razão entre a quantidade do indicador TiO_2 fornecido e sua concentração nas fezes. A estimativa do consumo individual de suplemento, utilizando o indicador externo Cr_2O_3 , foi obtida através da seguinte equação:

$$\text{CISup} = (\text{EF} \times \text{CIF}) / \text{CIS}$$

em que: CISup = consumo individual de suplemento (kg/dia); CIF = concentração do indicador nas fezes do animal (kg/kg); CIS = concentração do indicador no suplemento (kg/kg); EF = excreção fecal (kg/dia).

A estimativa do consumo voluntário de matéria seca de forragem foi realizada empregando-se como indicador interno a FDNi, utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{CMS (kg/dia)} = [(\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IS}] / \text{CIFO}$$

em que: CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg); IS = quantidade de indicador no suplemento (kg); EF = excreção fecal (kg/dia).

O consumo total de MS de cada animal foi a soma do correspondente consumo de forragem e de suplemento, estimados com uso de indicadores como descrito anteriormente.

O efeito associativo do suplemento sobre o consumo de forragem foi determinado pelo coeficiente de substituição do consumo do pasto pelo suplemento. O coeficiente de substituição foi calculado pela diferença entre o consumo de forragem do tratamento controle e o consumo de forragem pelos tratamentos em que os animais receberam suplementação. Quando o valor encontrado foi positivo indicou a redução do consumo de forragem pelo consumo de suplemento. Entretanto, quando o coeficiente de substituição foi negativo, indicou que a suplementação incrementou o consumo de forragem.

3.2.4 Avaliação da forragem

A avaliação da altura dos pastos foi realizada a cada 28 dias medindo-se com régua 100 pontos aleatórios por piquete. A altura do pasto em cada ponto correspondeu à altura do ponto mais alto da folha superior em torno da régua.

Para estimativa do acúmulo de forragem foram utilizadas três gaiolas de exclusão de 1 m² por piquete. A cada 28 dias as gaiolas foram alocadas em pontos representativos da média do dossel, com massa e composição morfológica semelhante às áreas sob pastejo.

A massa de forragem foi estimada a cada 28 dias, cortando-se 3 amostras de 0,25 m² por piquete, rente ao solo, ao acaso, e mais 1 amostra representativa da massa de forragem inicial de cada gaiola, as quais foram pesadas individualmente, totalizando 6 amostras por piquete, formando uma amostra composta e pesado.

A massa de forragem dentro da gaiola foi obtida por corte rente ao solo, comparada à média dos cortes fora das gaiolas do período anterior. A taxa de acúmulo de forragem (kg/ha/dia) foi obtida por meio da diferença entre as massas de forragem observadas dentro das gaiolas e dos cortes fora das gaiolas.

As amostras de todos os piquetes foram homogeneizadas formando uma amostra composta de dentro das gaiolas e uma amostra composta de fora das gaiolas, retirando-se uma subamostra composta representativa de dentro das gaiolas e uma subamostra composta representativa de fora das gaiolas, as quais foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas e pesadas para estimativa do acúmulo de massa seca de forragem e da massa seca de forragem total respectivamente. As subamostras foram moídas em moinho de

facas tipo *Willey* com crivo de 1 mm para análise de matéria seca definitiva de acordo com AOAC (1990).

A amostragem qualitativa da forragem ingerida pelos animais foi realizada a cada 14 dias pelo método da simulação manual de pastejo com observação prévia do comportamento de pastejo (JOHNSON, 1978). As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas e moídas em moinho de facas tipo *Willey* com crivo de 1 mm para posterior análise bromatológica. Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados conforme a equação $CNF = 100 - [(PB - PB \text{ da uréia} + \% \text{ uréia}) + EE + MM + FDNcp]$ proposta por Hall (2000). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados conforme a equação $NDT = PBd + 2,25 EEd + CNFd$, em que PBd é proteína bruta digestível; EEd, extrato etéreo digestível; FDNd, fibra em detergente neutro digestível; e CNFd, carboidratos não fibrosos digestíveis.

No sétimo dia do ensaio digestivo foi realizada uma amostragem qualitativa da forragem por piquete, secas em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas. Cada amostra foi dividida em duas subamostras, uma moída em moinho de facas tipo *Willey* com crivo de 1 mm para posterior análise bromatológica. A outra subamostra foi moída em moinho de facas tipo *Willey* com crivo de 2 mm para posterior análise de FDNi (VALENTE et al., 2011).

3.2.5 Avaliação ruminal, sanguínea e urinária

Nos dias 45 e 46 do período experimental foram coletadas amostras do líquido ruminal, sangue e urina, 4h00 antes e 4h00 após a suplementação, fornecida às 11h00. O líquido ruminal foi coletado com auxílio de uma sonda esofágica, mangueira de silicone e uma bomba de vácuo, para determinação da concentração de amônia ruminal, utilizando-se 50 mL de líquido ruminal misturado a 1 mL de ácido sulfúrico à concentração de 50%. As amostras foram armazenadas em potes plásticos com tampa e congeladas a -20 °C para posteriores análises.

Simultaneamente à coleta de líquido ruminal foram coletadas amostras de sangue, através de punção na veia jugular. Em seguida, as amostras foram centrifugadas por 20 minutos a 1600xg e o soro sanguíneo armazenado em *ependorfs*, congelados a -20°C para posteriores análises quanto ao teor de ureia.

A coleta de urina foi realizada pelo método da coleta *spot*. As amostras foram obtidas de todos os animais por micção espontânea, sendo coletado no dia 45 dos tratamentos T0 e T15 04h00 antes da suplementação, e dos tratamentos T30 e T45, 04h00 após a suplementação, e no dia 46 dos tratamentos T0 e T15, 04h00 após a suplementação e T30 e T45 04h00 antes da suplementação, de modo a se obter uma coleta antes e uma após a suplementação por animal.

Logo após a coleta, a urina foi homogeneizada e retirada uma alíquota de 10 mL, misturadas a 40 mL de ácido sulfúrico à concentração de 0,1%, armazenadas a -20°C para posteriores análises quanto ao teor de nitrogênio e creatinina por *kit* comercial (Analisa® Belo Horizonte, MG, BR) pelo método picrato alcalino. A excreção diária de creatinina foi determinada pela equação proposta por Costa e Silva (2012), com o peso corporal médio dos animais no período da coleta ajustado para peso corporal em jejum conforme BR-CORTE (VALADARES FILHO, 2016):

$$EC = (0,0345 * ((PC^{1,0175}) * 0,88))^{0,9491}$$

em que: EC = excreção de creatinina (g/dia); PC = peso corporal (kg).

O volume urinário foi estimado pela relação entre a EC e a concentração de creatinina na amostra *spot* de urina.

3.2.6 Análises laboratoriais

As amostras de suplemento, forragem e fezes foram avaliadas quanto aos teores de N, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), MM e EE (AOAC, 1990); FDN, segundo Mertens (2002), corrigida para MM e PB; fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após a incubação *in situ* por 288hs com uso de sacos para análise de fibra (F57, Ankon®) (VALENTE et al., 2011). As fezes foram ainda analisadas quanto aos teores de Cr e TiO₂ por métodos em espectrofotômetro de absorção atômica e colorimetria, respectivamente.

Após descongelamento, as amostras de líquido ruminal foram centrifugadas para separação das partículas sólidas do líquido, e retirado o sobrenadante para análise. A amônia ruminal foi analisada de acordo com Chaney e Marbach (1962) substituindo-se o fenol por solução de salicilato de sódio (12%) (Felix e Cardoso, 2004). Após descongelamento do soro sanguíneo, a ureia sérica foi analisada por *kit* comercial (Analisa® Belo Horizonte, MG, BR) pelo método enzimático.

3.2.7 Desempenho e avaliação de carcaça

O desempenho dos animais foi avaliado pelo ganho de peso durante o período experimental. Foi realizada pesagem no início e no final do experimento, após jejum de 14hs de sólidos.

Para avaliação das características de carcaça por ultrassonografia em tempo real, utilizou-se um equipamento de ultrassom marca Medical modelo Águila, acoplado a um transdutor linear com frequência de 3,5 MHz e 18 cm de comprimento. As medidas foram obtidas no primeiro e no último dia do experimento.

Foram coletadas imagens entre a 12^a e 13^a costelas, no músculo *Longissimus dorsi* para obter a espessura de gordura subcutânea. Para espessura de gordura da garupa, as imagens foram coletadas na borda superior do músculo *Biceps femoris*, todas do lado esquerdo dos animais. Sobre o local da medida colocou-se óleo vegetal como acoplante acústico para auxiliar na transmissão e recepção das ondas do ultrassom.

3.2.8 Comportamento

Nos dias 22 a 25, 50 a 53 e 78 a 81 do período experimental foi avaliado o comportamento visual de pastejo dos animais, no período diurno das 7h00 às 19h00.

As observações foram realizadas com auxílio de binóculos, onde foram avaliados os parâmetros pastejo e não pastejo de todos os animais. As observações foram realizadas por observadores treinados mediante 2 pontos de observação simultâneos.

3.2.9 Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos, que corresponderam aos níveis de inclusão de NDT. No tratamento T15 foi perdido uma unidade experimental, totalizando 6 observações. Os dados de consumo, digestibilidade, comportamento de pastejo, características de carcaça e parâmetros ruminais, sanguíneos e urinários foram avaliados quanto aos efeitos de ordem linear e quadrática utilizando contrastes ortogonais. Os dados dos parâmetros ruminais, sanguíneos e urinários foram testados ainda quanto ao efeito de tratamento, período e interação entre tratamento e

período. O desempenho foi avaliado através do modelo linear platô. Para a avaliação das características de carcaça foi realizado um contraste ortogonal polinomial para comparar animais que receberam suplementação com os que não receberam suplementação. Foi adotado nível de 10% de significância. Todas as avaliações foram testadas utilizando o procedimento Proc Mixed do SAS *University Edition* (2016).

3.3 Resultados e discussão

A massa de forragem média foi de 4893,5 kg/ha de MS, com acúmulo de forragem durante o período de 6482,4 kg/ha de MS e altura média ao longo do período de 40 cm. A taxa de lotação média foi de 3,06 UA/ha.

A forragem apresentou elevada disponibilidade de massa seca, o que para Silva et al. (2009) garante a seletividade pelos animais, não comprometendo o desempenho animal pela falta de MS, referenciando 4500 kg/ha, uma quantia desejável de massa seca, devendo garantir pelo menos 1200 kg/ha de massa seca verde, oferta de 10 a 12% do PC de MS da forragem e 6% de MS potencialmente digestível para não comprometer o ganho por área. Além da alta disponibilidade quantitativa, também apresentou alto valor qualitativo (Tabela 1).

O teor de PB está atendendo o nível de 11% estabelecido por Lazzarini et al. (2009) para otimizar o uso da forragem, estabelecendo como limite mínimo 7% para que ocorra o crescimento microbiano e a digestão dos carboidratos fibrosos, atendendo as necessidades mínimas dos microrganismos ruminais.

O suplemento foi utilizado como complemento da dieta, com o fornecimento de 15, 30 e 45% das exigências dos animais em NDT via suplemento e adição de PB, de forma a complementar o teor da forragem e alcançar a exigência dos animais para ganhos de acordo com os ganhos do período anterior. Assim, o teor de PB dos suplementos foi decrescendo inversamente ao aumento da quantidade ofertada de suplemento nos tratamentos (Figura 1), em resposta ao ajuste do fornecimento de PB (Tabela 1).

O consumo de matéria seca do pasto (CMSP) apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,10$) acompanhado de aumento linear ($P < 0,10$) do consumo de matéria seca do suplemento (CMSS) com ausência de efeito significativo ($P > 0,10$) no consumo de matéria seca total (CMST) (Tabela 2).

Os principais efeitos observados pela suplementação com níveis crescentes de NDT foi principalmente em relação à substituição do consumo voluntário de forragem pelo suplemento. O coeficiente de substituição da forragem foi de 1, onde a redução no CMSP foi equivalente à quantidade de suplemento consumido. Os níveis de substituição foram de 14,24%, 32,58% e 45,77% para os animais dos tratamentos T15, T30 e T45, respectivamente.

Tabela 2. Consumo de nutrientes em relação ao suprimento de NDT via suplemento

Item	Suprimento de NDT via suplemento (%)				EP	Contrastes	
	0	15	30	45		L	Q
	g/kg PC						
CMSP	20,93	17,95	14,11	11,35	0,77	<0,001 ^{*1}	0,888
CMSS	0,00	3,42	6,34	9,12	0,62	<0,001 ^{*2}	0,610
CMST	20,93	21,37	20,54	20,47	1,15	0,659	0,827
CPB	2,51	3,01	2,83	2,67	0,17	0,714	0,071 ^{*3}
CFDN	13,12	11,61	9,48	7,99	0,51	<0,001 ^{*4}	0,992
CEE	0,41	0,45	0,48	0,53	0,03	0,006 ^{*5}	0,839
CMOT	19,20	19,69	19,12	19,24	1,08	0,925	0,865
CCNF	3,15	3,89	5,73	7,68	0,46	<0,001 ^{*6}	0,199
CMOD	11,41	11,82	11,50	12,95	0,60	0,111	0,403

Consumo de matéria seca do pasto (CMSP); consumo de matéria seca do suplemento (CMSS); consumo de matéria seca total (CMST); consumo de proteína bruta (CPB); consumo de fibra em detergente neutro (CFDN); consumo de extrato etéreo (CEE); consumo de matéria orgânica total (CMOT); consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF); consumo de matéria orgânica digestível (CMOD); L= contraste para efeito de ordem linear; Q = contraste para efeito de ordem quadrática; *significativo ao nível de 0,10 de probabilidade;

^{*1} $y = 20,944 - 0,217x$ ($r^2 = 0,81$); ^{*2} $y = 0,153 + 0,202x$ ($r^2 = 0,85$); ^{*3} $y = 2,542 + 0,033x - 0,001x^2$ ($r^2 = 0,13$); ^{*4} $y = 13,156 - 0,116x$ ($r^2 = 0,74$); ^{*5} $y = 0,411 + 0,003x$ ($r^2 = 0,29$); ^{*6} $y = 2,854 + 0,102x$ ($r^2 = 0,71$)

Segundo Rearte e Pieroni (2001), a eficiência da suplementação é dependente do efeito no consumo de forragem. Em bovinos em pastejo recebendo suplementação, há dois fatores de relevância que afetam a ingestão de nutrientes, a taxa de substituição da forragem pelo suplemento e a depressão da digestão da fibra. Em pastagens de alta qualidade o efeito substitutivo da forragem pelo suplemento é considerado mais importante.

Efeitos negativos no consumo de matéria seca de pastagens de alta qualidade causados pela adição de suplementos energéticos na dieta de bovinos também foram observados por Porto et al. (2008) e Costa et al. (2011).

Segundo Mertens (1994), o consumo de MS é influenciado pela FDN quando o consumo desta é superior a 12,5 g/kg de PC. De acordo com os dados obtidos, os animais suplementados não tiveram repleção ruminal pelo consumo de FND (CFDN). Foi observado efeito linear decrescente ($P < 0,10$) para o CFDN (Tabela 2), pois com a substituição da forragem pelo suplemento, os animais que ingeriram maior quantidade de suplemento tiveram menor participação de volumoso na dieta, cuja concentração de FDN é maior

comparada aos suplementos concentrados. Portanto, pode-se inferir que mecanismos metabólicos de controle do consumo foram mais relevantes na condição onde a diminuição no consumo de forragem foi igual à quantidade de suplemento consumido.

O consumo de proteína bruta (CPB) total foi de 12, 14, 13 e 13% do CMST pelos animais dos tratamentos T0, T15, T30 e T45 respectivamente, apresentando efeito quadrático ($P < 0,10$) em função do aumento de NDT dos suplementos (Tabela 2). O maior CPB dos animais do T15 se deve ao maior teor de PB do suplemento (Tabela 1), com teor de 25,0% e 38,6% maior comparado ao suplemento fornecido aos animais do T30 e T45 respectivamente, e maior CMSP, resultando em maior CPB da forragem. Já a redução do CMSP em 21,4% e 36,8% do T30 e T45 respectivamente, em relação ao T15, refletiu no menor CPB da forragem, paralelo ao menor teor de PB do suplemento, o que ocasionou redução do CPB total pelos animais dos tratamentos T30 e T45.

Detmann et al. (2014) encontraram a relação de até 145 g de PB / kg de MS consumida como ponto máximo de otimização do consumo voluntário de MS. As relações encontradas nesse estudo foram de 120, 140, 137 e 130 g de PB / kg de MS nos tratamentos T0, T15, T30 e T45, respectivamente. Portanto, essa relação pode ter influenciado, limitando o máximo consumo voluntário dos animais devido ao menor consumo de PB, o que diminui a utilização de energia metabolizável limitando a ingestão devido à produção de calor a partir da energia em excesso.

O consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) e o consumo de extrato etéreo (CEE) apresentaram aumento linear ($P < 0,10$) com o aumento dos níveis de NDT via suplemento energético na dieta (Tabela 2). O menor CMSP proporcionado pela substituição da forragem pelo suplemento com o aumento do fornecimento de NDT via suplemento proporcionou maior ingestão de CNF e EE provenientes do suplemento, os quais se encontram em maior fração nos alimentos concentrados comparado à forragem. Porém, o consumo de matéria orgânica total (CMOT) e consumo de matéria orgânica digestível (CMOD) não apresentaram diferença ($P > 0,10$), pois o alto teor de MOD da forragem possibilitou um consumo equivalente tanto para os animais que consumiram exclusivamente forragem como também aos animais suplementados, permanecendo não significativo ao coeficiente de substituição da forragem pelo suplemento.

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) apresentou efeito linear crescente ($P < 0,10$) com o aumento do NDT do suplemento (Tabela 3). O maior consumo de suplemento pelos animais (Figura 1) paralelo ao aumento do NDT via suplemento energético

propiciou maior fração de CNF e diminuição da FDN em relação à MS total da dieta, possibilitando maior CDMS.

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) apresentou efeito quadrático ($P < 0,10$) ao aumento do NDT da dieta (Tabela 3).

Segundo Caldas Neto et al. (2008), a utilização de concentrados energéticos pode ter favorecido a utilização da amônia no rúmen para a síntese microbiana, evitando perdas de nitrogênio, com conseqüente aumento do CDPB. Já a níveis onde a energia excede a quantidade necessária para a sincronia com a PB, ocorre a redução da eficiência de síntese de proteína microbiana em função das elevadas taxas de fermentação, o que eleva as exigências de energia de manutenção dos microrganismos, diminuindo a sua eficiência de síntese (MEDEIROS et al., 2015). A partir do suprimento de 15% de NDT via suplemento o consumo de PB pelos animais decresceu o que, segundo Van Soest (1994), pode gerar menor CDPB pela maior participação da proteína endógena. Conforme ocorre a diminuição do CPB, há um progressivo aumento da proporção de proteína endógena nos compostos nitrogenados excretados, diminuindo o CDPB dos animais dos tratamentos T30 e T45.

Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes em relação ao suprimento de NDT via suplemento

Item	Suprimento de NDT via suplemento (%)				EP	Contrastes	
	0	15	30	45		L	Q
CDMS	54,22	56,92	56,91	63,05	0,92	<0,001 ^{*1}	0,076
CDPB	63,62	65,98	68,87	63,67	1,05	0,511	0,002 ^{*2}
CDFDN	68,85	66,06	63,50	67,05	0,92	0,059	0,002 ^{*3}
CDEE	-12,20	6,98	30,65	40,40	4,74	<0,001 ^{*4}	0,331
CDMO	59,32	60,80	56,36	67,18	2,58	0,101	0,084 ^{*5}
CDCNF	25,64	39,24	54,36	68,62	2,68	<0,001 ^{*6}	0,903

Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS; %); coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB; %); coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN; %); coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDEE; %); coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica (CDMO; %); coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos (CDCNF; %); L= contraste para efeito de ordem linear; Q = contraste para efeito de ordem quadrática; *significativo ao nível de 0,10 de probabilidade;

^{*1} $y = 53,814 + 0,179x$ ($r^2 = 0,60$); ^{*2} $y = 63,248 + 0,396x - 0,008x^2$ ($r^2 = 0,35$); ^{*3} $y = 69,109 - 0,368x + 0,007x^2$ ($r^2 = 0,39$); ^{*4} $y = -10,826 + 1,204x$ ($r^2 = 0,77$); ^{*5} $y = 58,085 + 0,134x$ ($r^2 = 0,10$); ^{*6} $y = 25,384 + 0,960x$ ($r^2 = 0,87$)

Para o CDFDN observou-se efeito quadrático ($P < 0,10$) em relação ao aumento do NDT do suplemento (Tabela 3). Segundo Porto et al. (2011), o aumento no fornecimento de energia através do suplemento reduz a digestibilidade da FDN. Com o aumento na proporção de energia da dieta devido à adição de suplemento ocorre aumento na taxa de passagem da digesta pelo rúmen, e com isso há menor tempo para a colonização das partículas pelos

microrganismos ruminais, fato que contribui para a diminuição da digestibilidade da fibra devido ao aumento nas proporções dos carboidratos prontamente disponíveis (MERTENS, 2001).

A sobreposição das bactérias amilolíticas em relação às fibrolíticas na competição pelos mesmos substratos ou por enzimas que degradam a fibra, as quais podem ser inibidas pelos CNF ou pelos produtos da sua digestão, também pode ocorrer em dietas com participação de suplementos com altos teores de CNF, reduzindo assim o CDFDN.

Com a substituição da forragem pelo suplemento há redução da energia vinda da forragem. Segundo Mertens (1988), o aumento da concentração dos constituintes não fibrosos na dieta representa uma fonte de rápida disponibilidade, a qual associada às diferenças na quantidade entre os constituintes da parede celular do milho e do farelo de soja aumenta o CDMS da MO e dos CNF.

A excreção de nitrogênio na urina (ENU) e o nitrogênio ureico sérico (NUS) apresentaram efeito de período de coleta, de tratamento e interação entre tratamento e período de coleta ($P < 0,10$) em relação ao aumento do NDT do suplemento. Já o nitrogênio amoniacal no rúmen (NAR) não apresentou interação entre tratamento e período de coleta, sendo a média do efeito de tratamento apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Médias de mínimos quadrados da excreção de nitrogênio da urina (ENU; g), nitrogênio uréico sérico (NUS; mg/dL) e nitrogênio amoniacal no rúmen (NAR; mg/dL), em relação ao suprimento de NDT via suplemento

item	Suprimento de NDT via suplemento (%)					Valor P		
	0	15	30	45	EP	Tratamento	Período	Trat*Per
ENU	64,41	92,82	67,11	83,47	2,663	<0,001	<0,001	0,002
NUS	12,88	18,66	14,40	15,00	0,599	<0,001	<0,001	<0,001
NAR	9,29	11,68	9,42	8,18	0,550	0,002	0,004	0,145

Trat*Per = interação entre tratamento e período de coleta; EP = erro padrão; valor P = níveis descritos de probabilidade para contrastes.

O NAR apresentou efeito quadrático ($P < 0,10$) em relação aos níveis de NDT do suplemento (Tabela 4). O suplemento do tratamento T15 em sua composição apresentou teor proteico maior comparado aos outros tratamentos, com 22,19; 16,64 e 13,62% de PB nos tratamentos com suprimento de 15, 30 e 45% de NDT via suplemento respectivamente. Uma vez que o programa de formulação utilizado não considera os efeitos associativos, e o suplemento foi formulado para um coeficiente de substituição da forragem pelo concentrado

de 1, a redução do CMSP dos animais do T15 foi de 14,24% em relação ao grupo controle, assim além do consumo do suplemento, houve maior CPB vinda da forragem comparado aos tratamentos T30 e T45, cuja substituição do CMSP foi maior em relação aos animais do tratamento controle, causando o efeito aditivo substitutivo.

Quando comparado ao consumo crescente de CNF (Tabela 1) à redução do NAR, pode-se inferir que houve melhor utilização da amônia ruminal disponível para os microrganismos, através do fornecimento de fontes de energia de rápida degradabilidade, gerando uma maior sincronia entre a proteína e a energia disponível. Segundo Agle (2010), o fornecimento de energia para os microrganismos ruminais melhora a eficiência de fermentação, aumentando a utilização do nitrogênio amoniacal na síntese de proteína microbiana.

A principal fonte de nitrogênio utilizada pelas bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais para a síntese de proteína é a amônia ruminal, sendo que para o crescimento da flora microbiana de forma satisfatória a concentração mínima de nitrogênio amoniacal no rúmen deve ser de 6,24 mg/dL de fluido ruminal, o que corresponde ao nível mínimo de 7% de PB (SAMPAIO et al., 2009).

Segundo Detmann et al. (2014), o máximo CMOD ocorre quando a concentração de NAR atinge 13 mg/dL. As concentrações de NAR (Tabela 4) foram inferiores ao descrito, o que pode ter contribuído para a substituição do CMSP, reduzindo assim o CMOD proveniente da forragem em substituição ao suplemento.

A ENU apresentou efeito quadrático ($P < 0,10$) quanto ao efeito de tratamento e de período de coleta tanto na manhã quanto à tarde (Tabela 5).

Tabela 5. Desdobramento da excreção de nitrogênio da urina (ENU; g), nitrogênio ureico sérico (NUS; mg/dL), em relação ao suprimento de NDT via suplemento

Item	Suprimento de NDT via suplemento (%)				EP	Contrastes	
	0	15	30	45		L	Q
Manhã							
ENU	59,41	78,83	59,94	70,82	2,29	0,117	0,080 ^{*1}
NUS	11,80	14,85	13,02	13,26	0,72	0,413	0,067 ^{*2}
Tarde							
ENU	69,40	106,75	73,05	91,59	2,97	0,020	0,005 ^{*3}
NUS	13,87	22,44	16,07	16,74	0,69	0,453	<0,001 ^{*4}

Manhã = 4 horas antes da suplementação; Tarde = 4 horas após a suplementação;

L= contraste para efeito de ordem linear;

Q = contraste para efeito de ordem quadrática;

*significativo ao nível de 0,10 de probabilidade;

^{*1} $y = 60,972 + 1,057x - 0,020x^2$ ($r^2 = 0,29$); ^{*2} $y = 12,085 + 0,181x - 0,004x^2$ ($r^2 = 0,20$)

^{*3} $y = 75,098 + 1,045x - 0,018x^2$ ($r^2 = 0,11$); ^{*4} $y = 14,747 + 0,389x - 0,008x^2$ ($r^2 = 0,31$)

A maior ENU dos animais que receberam 15% da exigência de NDT suprida pelo suplemento se deve possivelmente ao maior consumo de PB oriunda do efeito substitutivo da forragem pelo suplemento, uma vez que no T15, o consumo de suplemento (Figura 1) foi menor, com maior teor de PB, apresentando menor nível de substituição da forragem pelo suplemento comparado aos demais animais suplementados. Observa-se decréscimo da ENU dos animais que receberam suprimento de NDT via suplemento acima de 30%, possivelmente pelo menor consumo de PB e maior consumo de energia oriunda dos carboidratos não fibrosos do suplemento, a qual otimiza a utilização do nitrogênio amoniacal para a síntese de proteína microbiana pelos microrganismos ruminais, reduzindo as perdas por excreção de nitrogênio.

O NUS apresentou efeito quadrático ($P < 0,10$) no desdobramento do efeito de tratamento no período da tarde, não apresentando efeito significativo ($P > 0,10$) no período da manhã (Tabela 4). Os teores de NUS seguem a tendência de ordem quadrática da ENU.

Quanto ao efeito de período de coleta, houve maior ENU à tarde (Tabela 5). Quando observado o maior teor de NUS à tarde, pode-se perceber a relação de ambos com o maior consumo de nitrogênio, exclusivamente da forragem dos animais do tratamento T0 durante os períodos de pastejo diurno, e da forragem mais suplemento dos animais dos demais tratamentos. Diante da variação da concentração da ENU e do NUS ao longo do dia, observado pelo efeito de período, é importante a padronização dos horários de coletas de sangue e urina dos animais.

Os valores estimados de consumo de PB foram 220 g, 254 g, 245 g e 206 g por kg de MOD nos tratamentos T0, T15, T30 e T45 respectivamente. Esses valores seguem a tendência de ordem quadrática da ENU. De acordo com a relação estimada por Poppi e McLennan (1995), é necessário 160 g de PB por kg de MOD para a adequada atividade dos microrganismos ruminais com perdas mínimas de nitrogênio, e com perdas mais acentuadas de nitrogênio em valores acima de 210 g de PB por kg de MOD. Conforme verificado na Tabela 2, os valores de consumo de PB ficaram acima da relação de 210 g de PB por kg de MOD consumida, exceto no T45, onde chegou próximo.

Segundo Van Soest (1994), a concentração de ureia na urina está positivamente relacionada às concentrações de nitrogênio no plasma e com a ingestão de nitrogênio, podendo ser utilizado como um importante indicador da eficiência de utilização de nitrogênio ruminal. Ainda, segundo Broderik et al. (1995), a concentração de ureia na urina pode ser utilizada como parâmetro para observar o equilíbrio da interação entre energia e proteína da dieta. Portanto, os animais que tiveram suprimento de NDT acima de 30% via suplemento

tiveram uma melhor eficiência de aproveitamento do nitrogênio ruminal. Assim, possivelmente a suplementação energética proporcionou melhor sincronia entre a energia e a PB, melhorando a eficiência de síntese microbiana a nível ruminal.

O peso corporal médio dos animais ao início do experimento foi de $326,9 \pm 3,9$ kg. Ao final do período experimental a média de peso corporal foi de 426,5; 433,8; 435,2 e 433,4 kg nos tratamentos T0, T15, T30 e T45 respectivamente.

O ganho médio diário (GMD) apresentou efeito linear platô ($P < 0,10$), atingindo o ponto máximo ao nível de suprimento de 16,40% de NDT via suplemento, com ganho médio diário de 1,276 kg (Figura 2). O efeito linear de ganho foi de 0,106 kg, superior aos animais não suplementados.

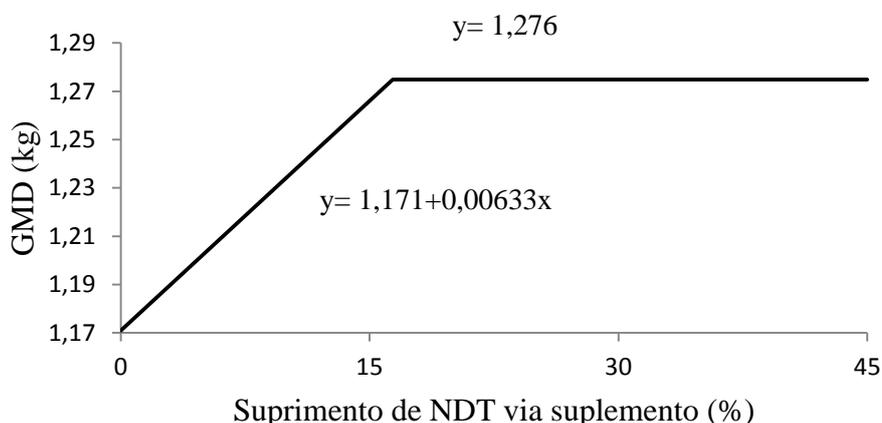


Figura 2. Ganho de peso médio diário de tourinhos Nelore em relação ao suprimento de NDT via suplemento.

Conforme se verifica na Tabela 1, a forragem apresentou boa qualidade e disponibilidade de MS, fazendo com que o coeficiente de substituição não alterasse o CMOD dos animais. Porém, segundo o NRC (1996), a energia do suplemento é usada com maior eficiência para manutenção e ganho comparado à energia vinda da forragem. Portanto, os animais suplementados tiveram um ganho de peso médio diário levemente superior aos não suplementados, chegando ao platô onde o nível de energia foi limitante para um maior ganho de peso médio diário.

Segundo Reis et al. (2009), a qualidade da forragem, está diretamente relacionada ao consumo de energia digestível, portanto diretamente relacionada ao desempenho dos animais. Sendo assim, seu valor nutricional pode ser estimado pelo consumo de matéria seca e valor

nutritivo da forragem. Portanto, quando a massa de forragem for alta, com baixo teor de fibra e alto conteúdo de proteína (Tabela 1), a suplementação pode ter pouco efeito no desempenho dos animais.

De acordo com Zinn e Garces (2006), em condições onde a disponibilidade de pastagem com alto valor nutricional está atendendo o consumo voluntário dos animais, o limite biológico de deposição proteica dos animais a pasto está próximo de ser atingido.

O aumento no peso corporal observado nos bovinos suplementados até o platô em relação aos sem suplementação pode ser atribuído ao aporte de energia e proteína do suplemento. Durante as chuvas, a forragem normalmente se encontra com altas concentrações de nitrogênio solúvel, com consequente desequilíbrio no suprimento de energia (POPPI e McLENNAN, 1995). Portanto, o fornecimento de energia prontamente disponível minimiza as perdas de nitrogênio da forragem, levando a um melhor sincronismo entre a disponibilidade de energia e de amônia no rúmen, favorecendo a síntese de proteína microbiana.

O CPB de 220 g, 254 g, 245 g e 206 g por kg de MOD pelos animais dos tratamentos T0, T15, T30 e T45 respectivamente, está abaixo da relação estabelecida por Detmann et al. (2014), de 288 g de PB / kg de MOD para os animais atingirem o máximo consumo voluntário. Portanto, o consumo de PB e MOD do suplemento pode ter contribuído para o maior ganho de peso até atingir o platô, onde a relação PB:MOD pode ter limitado o CMST e consequentemente o CMOD.

Fernandes et al. (2010) também observaram efeito positivo da suplementação energética no desempenho de bovinos em pastagem na época das chuvas, atribuindo o melhor desempenho ao efeito associativo do suplemento, com diminuição do consumo de MS da forragem. Pois, em níveis de suplementação acima de 0,3% do peso corporal o consumo de pasto pode reduzir por substituição, tornando-se mais acentuado quanto maior o nível de suplementação (ZINN & GARCES, 2006).

À medida que se elevou o consumo de NDT via suplemento energético, o tempo despendido para o pastejo reduziu linearmente ($P < 0,10$), paralelo ao aumento do tempo de não pastejo (Tabela 6). O tempo de pastejo reduziu na proporção de 11,4%, 23,6% e 35,6% para os animais dos tratamentos T15, T30 e T45 respectivamente, em relação ao tempo de pastejo dos animais do tratamento T0.

As variáveis comportamentais referentes ao tempo de pastejo reduziram à medida que houve a substituição da forragem pelo suplemento, demonstrando que a suplementação

energética pode alterar o comportamento ingestivo influenciando o uso dos nutrientes e diminuindo o tempo de pastejo (SALES et al., 2008).

Tabela 6. Tempo de pastejo e tempo de não pastejo em relação ao suprimento de NDT via suplemento

Item	Suprimento de NDT via suplemento (%)				EP	Contraste	
	0	15	30	45		L	Q
pastejo (h)	4,58	4,06	3,50	2,95	0,10	<0,001* ¹	0,870
não-pastejo (h)	7,42	7,94	8,5	9,05	0,10	<0,001* ²	0,870
pastejo (%)	38,18	33,88	29,56	24,56	0,85	<0,001* ³	0,870
não-pastejo (%)	61,83	66,13	70,85	75,44	0,85	<0,001* ⁴	0,870

L = efeito de ordem linear

Q = efeito de ordem quadrática

*significativo ao nível de 0,10 de probabilidade;

*¹ $y = 4,59 - 0,036x$ ($r^2=0,31$); *² $y = 7,4 + 0,036x$ ($r^2=0,31$); *³ $y = 38,27 - 0,30x$ ($r^2=0,31$); *⁴ $y = 61,74 + 0,30x$ ($r^2 = 0,31$)

Silva et al. (2010) trabalhando com novilhos Nelore suplementados em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, com disponibilidade de forragem de 3654,8 kg/ha e teor de PB de 6,09% verificaram um tempo de pastejo de 7,08 horas. Possivelmente, a maior disponibilidade de forragem de alta qualidade no presente estudo contribuiu para um menor tempo de pastejo, possibilitando menor tempo de seleção da forragem pelos animais.

Segundo Minson (1990), os suplementos energéticos promovem efeito substitutivo mais elevado comparados a outros suplementos. Conforme revisado por Goes et al. (2004), dietas com altas concentrações de carboidratos não fibrosos podem reduzir o crescimento de bactérias celulolíticas, reduzindo o CMSP.

A espessura de gordura subcutânea obtida ao início e ao final do período experimental, assim como a diferença entre as medidas inicial e final, não diferiram entre os tratamentos ($P>0,10$) (Tabela 7).

A espessura de gordura subcutânea final e o acréscimo entre a mensuração final e inicial apresentaram efeito significativo ($P<0,10$) quando comparados os animais suplementados aos não suplementados (Tabela 7).

Os valores da espessura de gordura da garupa inicial, final e a diferença entre as duas não foram influenciados pelos tratamentos ($P>0,10$) (Tabela 7).

A espessura de gordura da garupa estimada para cada 100 kg de peso corporal demonstra que a diferença no peso corporal dos animais não influenciou na deposição de gordura, uma vez que não teve efeito significativo das variáveis ($P>0,10$) entre os tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7. Medidas da espessura de gordura subcutânea e espessura de gordura da garupa em relação ao suprimento de NDT via suplemento

Item	Suprimento de NDT via suplemento (%)					Contraste		
	T0	T15	T30	T45	CV(%)	L	Q	Sup
EGSi	0,48	0,3	0,7	0,39	133,4	0,928	0,79	0,935
EGSf	1,93	3,18	2,11	2,87	27,7	0,153	0,372	0,017
difEGS	1,44	2,88	1,42	2,49	38,7	0,231	0,561	0,029
EGGi	1,91	1,95	1,68	1,9	17,2	0,576	0,48	0,627
EGGf	4,1	4,6	4,1	4,31	21,6	0,928	0,698	0,565
difEGG	2,19	2,65	2,42	2,41	34,5	0,753	0,483	0,412
EGGi_100kg	0,59	0,6	0,51	0,58	17,9	0,475	0,449	0,502
EGGf_100kg	0,98	1,06	0,94	0,99	22,3	0,868	0,849	0,816
difEGG_100kg	0,38	0,46	0,43	0,41	45,9	0,848	0,536	0,534

Espessura de gordura subcutânea inicial (EGSi; mm); espessura de gordura subcutânea final (EGSf; mm); diferença entre espessura de gordura subcutânea (difEGS; mm); espessura de gordura na garupa inicial (EGGi; mm); espessura de gordura na garupa final (EGGf; mm); diferença entre espessura de gordura na garupa (difEGG; mm); espessura de gordura na garupa inicial em relação ao peso corporal (EGGi_100kg; mm); espessura de gordura na garupa final em relação ao peso corporal (EGGf_100kg; mm); diferença entre espessura de gordura na garupa inicial e final em relação ao peso corporal (difEGG_100kg; mm); L = efeito de ordem linear; Q = efeito de ordem quadrática; Sup = suplementação x sem suplementação.

Machado et al. (2012) não observaram efeito dos níveis de suplementação sobre a espessura de gordura subcutânea em animais em fase de terminação, inferindo que houve insuficiência do consumo de energia metabolizável, não havendo sobras de energia para deposição de gordura além da demandada para deposição de músculos.

Medeiros et al. (2010), trabalhando com níveis de suplementação energética com fornecimento de 0; 0,4; 0,8 e 1,2% PC em pastagem com disponibilidade média de 1527 kg/ha de MS e teor de PB de 18,32% também não observaram efeito dos tratamentos na espessura de gordura subcutânea dos animais.

Quando a ingestão de alimento excede a quantidade necessária para manutenção, ocorre a deposição de energia líquida de ganho na forma de tecidos. Em animais jovens a retenção de gordura pode ser de até 50% da energia líquida de ganho, aumentando em animais adultos, variando de 85 a 95% (RESENDE et al., 2006). Portanto, quanto maior o ganho médio diário maior a tendência de deposição de gordura.

Segundo Barbosa et al. (1995), em ganhos de peso superiores a 1,2 kg/dia a taxa de deposição de gordura é maior, sendo que no presente estudo o platô de ganho de peso médio diário foi de 1,28 kg, visível pela baixa deposição de gordura.

A falta de efeito significativo na deposição de gordura entre os animais suplementados pode indicar que a relação PB: MOD limitou a utilização da energia, limitando o ganho médio diário (Figura 2), e permanecendo constante a deposição de

gordura. Os animais do T0, por apresentarem menor ganho de peso médio diário, diferiram também na menor deposição de gordura quando comparados aos animais suplementados.

3.4 Conclusões

O suprimento de energia via suplemento até o nível de 16,40% da exigência dos animais em NDT eleva o desempenho de bovinos de corte em pastagens tropicais de alta qualidade. Porém, esses ganhos refletem em alto coeficiente de substituição da forragem pelo suplemento.

REFERÊNCIAS

- AGLE, M.; HRISTOV, A.N.; ZAMAN, S. et al. Effect of dietary concentrate on rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.93, p.4211-4222, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15.ed. Washington: AOAC International, 1990. 369-406 p.
- BARBOSA, P.F. Cruzamentos para obtenção do novilho precoce. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE NOVILHO PRECOCE, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: SAASP, CATI, 1995. p.75-92.
- BRODERICK, G.A. Use of milk urea as indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cow. U.S. Dairy Forage. Center Research Summaries.U.S. Department of Agriculture, Agricultural Service. 1995.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Proteína degradável no rúmen na dieta de bovinos: digestibilidades total e parcial dos nutrientes e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1094-1102, 2008.
- CASTAGNARA, D. D.; KRUTZMANN, A.; ZOZ, T. et al. Effect of boron and zinc fertilization on white oats grown in soil with average content of these nutrients. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1598-1607, 2012
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-132, 1962.
- COSTA e SILVA, L.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI M.L et al. Creatinine excretion and relationship with body weight of Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.807-810, 2012.
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Consumo e digestibilidade em bovinos em pastejo durante o período das águas sob suplementação com fontes de compostos nitrogenados e de carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1788-1798, 2011.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R. et al.. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: Consumo voluntário e trânsito de partículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1371-1379, 2005.
- DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D. et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v.162, p. 141-153, 2014.
- FELIX, E.P.; CARDOSO, A.A. Revisão: Amônia (NH₃) atmosférica: fontes, transformação, sorvedouros e métodos de análise. **Química Nova**, v.27, n.1, p.123-130, 2004.

- FERNANDES, L. de O.; REIS, R.A.; PAES, J.M.V. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.1, p.240-248, 2010.
- GOES, R.H.T.B.; ALVES, D.D.; MANCIO, A.B. Revisão: Efeito associativo na suplementação de bovinos a pasto. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia**, v.7, n.2, p. 163-169, 2004.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000. p.A-25 (Bulletin 339, april, 2000).
- JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L. t' (Ed.) **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p.96-102.
- KLIEVE, A.V.; HENNESSY, D.; OUWERKERK, D. et al. Establishing populations of *Megasphaera elsdenii* YE 34 and *Butyrivibrio fibrisolvens* YE 44 in the rumen of cattle fed high grain diets. **Journal of Applied Microbiology**, v.95, n.3, p.621-630, 2003.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2021-2030, 2009.
- MACHADO, P.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.683-692, 2012.
- MEDEIROS, F.S.; PATINO, H.O.; CANO, M.A.S. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos terminados em pastagem de aveia preta e azevém anual com diferentes níveis de suplementação energética. **Ciência Rural**, v.40, n.1, 2010.
- MEDEIROS, S.R.de. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S.R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D.J. (Ed.) **Nutrição de bovinos de corte fundamentos e aplicações**. 1.ed. Brasília: [s.n.], 2015. p. 27-44.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ-ESAL, 1992. p.188.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MERTENS, D.R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p.25-36.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**, FAHEY, G.C.; COLLINS JR,M.; MERTENS, D.R. et al. (ed.), American

- Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI. 1994. p.450–493.
- MERTENS, D. R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1988, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1988. p.150-161.
- MINSON, D.J. **Forage in Ruminant Nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MORETTI, M.H.; REIS, R.A.; CASAGRANDE, D.R. Suplementação proteica energética no desempenho de novilhas em pastejo durante a fase de terminação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.3, p.606–612, 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients Requirements of Beef Cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 244p.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.
- PORTO, M.O.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. Ofertas de suplementos múltiplos para tourinhos Nelore na fase de recria em pastagens durante o período da seca: desempenho produtivo e características nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2548-2557, 2011.
- PORTO, M.O.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Formas de utilização do milho em suplementos para novilhos na fase de terminação em pastagem no período das águas: desempenho e parâmetros nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2251-2260, 2008.
- REARTE, D.H.; PIERONI, G.A. Supplementation of temperate pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001. São Paulo. **Proceedings...** Sao Paulo: SBZ, 2001. p. 679-689.
- REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; CASAGRANDE, D.R. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, suplemento especial, p.147-159, 2009.
- REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; OLIVEIRA, A.A. et al. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.642-655, 2012.
- RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: **Nutrição de Ruminantes**, 1ª ed, Jaboticabal: Berchielli, T.T.; Vaz Pires, A. e Oliveira, S.G. de, 2006, cap 11, p. 311- 332.
- SALES, M.F.L.; PAULINO, M.F.; PORTO, M.O. et al. Níveis de energia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária no período de transição águas-seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.724-733, 2008.

- SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I. et al. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.560-569, 2009.
- SAS INSTITUTE INC. 2016. SAS® University Edition: Installation Guide for Windows Cary, NC: SAS Institute Inc.
- SILVA, F.F.; SÁS, J.F.; SCHIO, A.R. et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, suplemento especial, p.371-389, 2009.
- SILVA, R.R.; PRADO, I.N.do; SILVA, F.F. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos Nelore recebendo níveis crescentes de suplementação em pastejo de capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.2073-2080, 2010.
- VALADARES FILHO, S. C., COSTA E SILVA, L. F., LOPES, S. A. et al. BR-CORTE 3.0. Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. 2016.
- VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed). **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011, p. 161 - 189.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE. 2.d. Viçosa: UFV, 2010. 193p.
- VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e fezes bovinas moídas em diferentes tamanhos e em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1148-1154, 2011.
- VALLE, C.B. do; EUCLIDES, V.P.B.; PEREIRA, J.M. et al. O Capim-Xaraés (*Brachiaria brizantha* CV. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária. 1 ed. Campo Grande [s.n.], 2004. p. 18.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed. London: Constock Publishing Associates, 1994. 476p.
- ZINN, R.A.; GARCES, P. Supplementation of beef cattle raised on pasture: biological and economical considerations. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV; DZO, 2006. p.1-14.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação energética para animais em pastagens tropicais pode ser utilizada para melhorar o desempenho animal, porém, sob avaliação prévia da qualidade e quantidade de forragem disponível, de modo a otimizar o uso do suplemento pelos animais para melhores ganhos de produção, equilibrando os nutrientes exigidos pelos animais.

Ainda assim, no período das águas, onde a forragem apresenta boa qualidade nutricional, os benefícios nutricionais podem não ser relevantes devido ao alto coeficiente de substituição da forragem pelo suplemento. Assim, é de suma importância avaliar o efeito substitutivo diante dos objetivos e os custos de produção. Pois, ao mesmo tempo em que a produção é otimizada com menor consumo de forragem, podendo-se aumentar a taxa de lotação dos pastos, os custos com suplementação aumentam.