

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

MARIANA BARBIZAN

**NÍVEIS DIETÉTICOS DE PROTEÍNA BRUTA PARA BOVINOS DE CORTE EM
PASTAGEM TROPICAL**

Marechal Cândido Rondon

2018

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

MARIANA BARBIZAN

**NÍVEIS DIETÉTICOS DE PROTEÍNA BRUTA PARA BOVINOS DE CORTE EM
PASTAGEM TROPICAL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Dr. Ériton Egídio Lisboa Valente
Coorientadora: Dra. Silvana Teixeira Carvalho

Marechal Cândido Rondon - PR

2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Barbizan, Mariana

Níveis dietéticos de proteína bruta para bovinos de corte em pastagem tropical / Mariana Barbizan; orientador(a), Ériton Egídio Lisboa Valente; coorientador(a), Silvana Teixeira Carvalho, 2018.

33 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2018.

1. Produção animal. 2. Bovinos de corte. 3. Proteína Dietética. I. Valente, Ériton Egídio Lisboa. II. Carvalho, Silvana Teixeira. III. Título.

MARIANA BARBIZAN

Níveis dietéticos de proteína bruta para 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 Egídio Lisboa Valente
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Prof. Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Prof. Dr. Nelcino Francisco de Paula
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)



Prof. Dr. Américo Froes Garcez Neto
Universidade Federal do Paraná - *Campus* de Palotina (UFPR)

Marechal Cândido Rondon, 19 de março de 2018.

A Deus, por me abençoar com oportunidades que me fizeram uma pessoa melhor.
Aos meus pais, Mário Wilson Barbizan e Shirley de Fátima da Silva Barbizan, por todo apoio e incentivo para buscar sempre mais conhecimentos. Às minhas irmãs, Verônica Caroline Barbizan e Izadora Barbizan, pelo companheirismo e inspiração de dedicação.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu refúgio e fortaleza, nos momentos de desânimo e cansaço, e principalmente por me abençoar com momentos de vitórias na caminhada da Pós-graduação. Pelo cuidado e amor incondicional. E a Nossa Senhora Aparecida, pela intercessão e proteção.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná, por ter me proporcionado um crescimento profissional e pessoal repleto de conhecimento através da graduação e Pós-graduação. E ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade e apoio para a execução do meu trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ériton Egídio Lisboa Valente, por toda confiança, apoio, conselhos e ensinamentos. À minha coorientadora, Prof.^a Dra. Silvana Teixeira Carvalho, por todos os ensinamentos, conselhos e apoio nos momentos de desânimo.

Aos professores, por todos os ensinamentos, paciência e incentivo para continuar no caminho da pesquisa.

Aos meus amados pais, Mário e Shirley, por todo amor, apoio, paciência, conselhos, educação e por me proporcionarem caminhos repletos de conhecimento e oportunidades que me fizeram entrar e concluir uma Pós-graduação.

Às minhas irmãs, Verônica e Izadora, pelos momentos de companheirismo, descontração e lealdade. Por torcerem e vibrarem comigo em cada conquista.

Ao meu namorado, Matheus, por todo amor, paciência, ajuda, apoio, incentivo e principalmente por acreditar em mim mais do que eu mesma. Por todos os momentos de companheirismo e lealdade, e por ter feito dessa fase um período mais leve e feliz.

Aos membros da banca de qualificação e defesa, Prof.^a Dra. Silvana Teixeira Carvalho, Prof.^a Dra. Aline Gomes da Silva e Prof.^a Dra. Lívia Vieira de Barros, Prof. Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita, Prof. Dr. Américo Fróes Garcez Neto, Prof. Dr. Leucino Franscisco de Paula, por todos os ensinamentos compartilhados e contribuições para com o meu trabalho.

Aos membros do grupo NEAPEC (Núcleo de Estudos e Atividades em Pecuária de Corte), pelo auxílio no desenvolvimento do experimento e nas análises laboratoriais. Por todo companheirismo, compreensão, convivência, amizade e conhecimentos compartilhados. Vocês foram fundamentais em todos os momentos da minha caminhada na Pós-graduação, me ensinaram e me ajudaram a crescer e amadurecer muito como pessoa e profissional.

Aos amigos que Deus colocou na minha vida, que de alguma forma fizeram dessa fase mais leve e tranquila com palavras de carinho, incentivo e ajuda. Em especial, aos que

acompanharam de perto minha caminhada na Pós-graduação, Ana Lúcia, Jéssica, Cibele, Ewerton, Matheus, Isabela, Emanuelle e Vaneila.

Aos funcionários da Estação Experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em especial Ademar, Cláudio, Marcelo e Ernesto.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação, Paulo Morsch, por toda dedicação e auxílio nos procedimentos relacionados a documentações ao longo do mestrado.

A família Barbizan, Alves de Lima, Damasceno e Leonardi que torceram e rezaram por mim, muitas vezes me ajudaram com palavras de consolo, carinho e incentivo. E por todos os momentos que compartilhamos alegrias, que renovaram minhas energias para lutar dia após dia.

NÍVEIS DIETÉTICOS DE PROTEÍNA BRUTA PARA BOVINOS DE CORTE EM PASTAGEM TROPICAL

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de proteína bruta na dieta, ajustados com o fornecimento variável de suplemento proteico, sobre o desempenho nutricional, comportamento de pastejo e desempenho produtivo de novilhos mantidos em pasto tropical. Foram utilizados 36 novilhos não castrados ($\frac{1}{2}$ Angus \times $\frac{1}{2}$ Nelore), com idade média de 240 dias e peso corporal médio de $217,24 \pm 23,90$ kg, mantidos em pasto *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, com duas repetições de grupo. Os tratamentos foram delineados para testar níveis crescentes de proteína bruta (PB) na dieta, com o fornecimento de suplemento proteico com 30% de PB, consistindo em: um tratamento controle (dieta apenas com forragem, com teor de 9,9% de PB) e outros três tratamentos recebendo suplemento proteico, onde a oferta de suplemento foi definida como a necessária para complementar a proteína bruta da forragem, afim de atingir os níveis de 12,4%, 14,1% e 15,7% PB na dieta. Foi observado um efeito linear positivo ($P < 0,05$) para os consumos de suplemento, matéria seca total, proteína bruta, matéria orgânica e matéria orgânica digestível em função dos níveis de proteína bruta na dieta. Entretanto, nenhuma diferença ($P > 0,05$) foi observada nos consumos de matéria seca da forragem, fibra em detergente neutro e nas digestibilidades de matéria seca, proteína bruta e matéria orgânica, sendo observado um efeito linear ($P < 0,05$) apenas na digestibilidade da fibra em detergente neutro. Os níveis dietéticos de proteína bruta não influenciaram ($P > 0,05$) o pH ruminal, no entanto, proporcionaram incrementos ($P < 0,05$) nas concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal, nitrogênio ureico no soro e na excreção de nitrogênio na urina. O comportamento de pastejo observado durante o período diurno apresentou um efeito linear decrescente em função dos níveis dietéticos de proteína bruta ($P < 0,05$). Além disso, o nível de proteína bruta na dieta exerceu efeito linear crescente no desempenho dos novilhos ($P < 0,05$). O nível crescente de proteína bruta na dieta de bovinos de corte mantidos em pastagem tropical, com o fornecimento de suplemento proteico, não afeta o consumo voluntário de forragem e melhora o desempenho nutricional e produtivo dos animais.

Palavras-chave: dieta, metabolismo proteico, nitrogênio, novilhos, pastagem, suplementação

DIETARY LEVELS OF CRUDE PROTEIN FOR BEEF CATTLE IN TROPICAL PASTURE

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of crude protein levels in the diet, adjusted with variable protein supplementation, on nutritional performance, grazing behavior and productive performance of young bulls kept in tropical pasture. Thirty-six young bulls ($\frac{1}{2}$ Angus \times $\frac{1}{2}$ Nelore) were used with a mean age of 240 days and mean body weight of 217.24 ± 23.90 kg, maintained on pasture *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. The experimental design was completely randomized, with four treatments, with two group repetitions. The treatments were designed to test increasing levels of crude protein (CP) in the diet, with the supply of protein supplement with 30% CP, consisting of: a control treatment (diet with forage, with 9.9% CP) and three treatments receiving a protein supplement, where the supplement supply was defined as that necessary to complement the crude protein of the forage, in order to reach the levels of 12.4%, 14.1% and 15.7% CP in the diet. A positive linear effect ($P < 0.05$) was observed in the intake of supplement, total dry matter, crude protein, organic matter and digestible organic matter as a function of crude protein levels in the diet. However, no differences ($P > 0.05$) were observed in dry matter intake, neutral detergent fiber and dry matter, crude protein and organic matter digestibilities. A linear effect was observed ($P < 0.05$) only in the digestibility of neutral detergent fiber. Dietary levels of crude protein did not influence ruminal pH ($P > 0.05$); however, provided increases ($P < 0.05$) in ruminal ammonia nitrogen, serum urea nitrogen and urine nitrogen excretion. The grazing behavior observed during the diurnal period presented a decreasing linear effect as a function of dietary levels of crude protein ($P < 0.05$). In addition, the crude protein level in the diet exerted an increasing linear effect on the performance of young bulls ($P < 0.05$). The increasing crude protein level in the diet of beef cattle kept in tropical pasture, with the supply of protein supplement, does not affect the voluntary intake of forage and improves the nutritional and productive performance of the animals.

Keywords: diet, grazing, nitrogen, protein metabolism, supplementation, young bulls

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 Qualidade das forragens tropicais.....	12
2.2 Utilização de nitrogênio dietético.....	13
2.3 Referências.....	15
3 NÍVEIS DIETÉTICOS DE PROTEÍNA BRUTA PARA BOVINOS DE CORTE EM PASTAGEM TROPICAL.....	17
3 DIETARY LEVELS OF CRUDE PROTEIN FOR BEEF CATTLE IN TROPICAL PASTURE.....	18
3.1 Introdução.....	19
3.2 Material e Métodos.....	19
3.2.1 Protocolo experimental e animais.....	20
3.2.2 Dietas experimentais.....	20
3.2.3 Procedimentos experimentais e amostragem.....	21
3.2.4 Análises laboratoriais.....	24
3.2.5 Análise Estatística.....	25
3.3 Resultados e Discussão.....	25
3.4 Conclusão.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

A grande parte da produção de bovinos de corte em regiões tropicais baseia-se na utilização das gramíneas como a principal fonte de nutrientes, por ser uma alternativa econômica e prática de alimentação, devido a capacidade de fornecer substratos energéticos de baixo custo, principalmente a partir dos carboidratos fibrosos (MORAES et al., 2006; PAULINO et al., 2008).

Entretanto, as gramíneas tropicais raramente podem ser consideradas uma dieta equilibrada, devido ao fornecimento de substratos variar ao longo do ano, por consequências das variáveis climáticas, proporcionando oscilações na quantidade e na qualidade de massa forrageira produzida, influenciando diretamente, o consumo de nutrientes pelos animais e, consequentemente seu desempenho produtivo. (FIGUEIRAS et al., 2015).

A otimização de uma produção a pasto, baseia-se na máxima exploração das forragens, que pode ser realizada por meio de programas de suplementação, sendo definida pelo equilíbrio entre consumo e degradação ruminal dos componentes ingeridos. A formulação do suplemento deve contemplar os objetivos a serem alcançados na produção e considerar a interação direta com as características quantitativas e qualitativas da forragem disponível ao longo do ciclo anual (REIS et al., 2010; DETMANN et al., 2014a).

Em períodos onde o teor de proteína bruta da forragem, não limita o crescimento microbiano (mínimo de 70 g de PB/kg de MS; LAZZARINI et al., 2009), presume-se um excesso relativo de energia em relação à concentração de proteína, entretanto, na composição química da proteína, existem proporções elevadas de compostos nitrogenados não-proteicos e na forma insolúvel em detergente neutro, que são de degradação lenta e incompleta, proporcionando um desequilíbrio metabólico ao animal (DETMANN et al., 2010). Logo, o fornecimento de suplemento energético, aumentaria o desequilíbrio na relação energia-proteína, justamente pelo excesso de energia, proporcionando efeito associativo substitutivo, em que o animal substitui grande parte de forragem por pequena quantidade de suplemento, afim de se obter o equilíbrio na relação energia-proteína (MOORE, 1980; COSTA et al., 2011; FIGUEIRAS et al., 2015).

Desta forma, a utilização do nitrogênio como principal componente dos suplementos ofertados aos bovinos de corte ao longo do ano, formulados com fontes de proteína de alta e baixa degradabilidade no rúmen (proteína verdadeira e/ou nitrogênio não proteico), adequando a relação de energia-proteína, com o intuito de não afetar o consumo e a digestibilidade da fibra

pode promover ganhos no desempenho produtivo dos animais (COSTA et al., 2011; DETMANN et al., 2014a).

Diversas avaliações da relação entre o fornecimento de suplementos, o consumo de forragem e a produção animal têm permitido evidenciar a importância de estudos com níveis da proteína bruta (PB) na dieta, de forma que o aumento na concentração, proporciona estímulos sobre o consumo voluntário da forragem, em teores dietéticos próximos a 145 g PB/kg MS (DETMANN et al., 2009; SAMPAIO et al., 2010; DETMANN et al., 2014a).

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de proteína bruta na dieta, ajustados com o fornecimento variável de suplemento proteico, sobre o desempenho nutricional, comportamento de pastejo e desempenho produtivo de novilhos mantidos em pasto tropical.

2 Referencial teórico

2.1 Qualidade das forragens tropicais

As gramíneas tropicais raramente podem ser consideradas uma dieta equilibrada para animais em pastejo, pois estas irão exhibir invariavelmente uma ou mais limitações nutricionais que causarão restrições sobre o consumo de pasto, a digestão da forragem ou sobre os substratos absorvidos. Ao longo do ano, as forrageiras sob pastejo sofrem grande influência de variáveis climáticas, o que causa alterações na quantidade e na qualidade de forragem disponível ao animal (FIGUEIRAS et al., 2015).

Em períodos com baixa precipitação, as forragens tropicais são consideradas de baixa qualidade, sendo caracterizadas pela redução nos níveis de proteína bruta ou compostos nitrogenados e pelo aumento na lignificação da fração fibrosa da parede celular (PAULINO et al., 2006). Desta forma, a deficiência de compostos nitrogenados no ambiente ruminal, reduz a síntese de enzimas microbianas que são responsáveis pela degradação dos compostos fibrosos insolúveis da forragem, comprometendo a utilização dos substratos energéticos pelos microrganismos, diminuindo o consumo de matéria seca do pasto e o desempenho animal (LAZZARINI et al., 2009; DETMANN et al., 2014b).

Por outro lado, em períodos com precipitação regular (transição seca-águas, águas e transição águas-seca), do ponto de vista nutricional e produtivo, a forragem disponível ao pastejo é de melhor qualidade, porém, não pode ser considerada estável, porque a forma como o crescimento vegetal se altera e a interação do animal com a massa disponível, podem levar a alterações marcantes na qualidade do material ingerido (DETMANN et al. 2010). Embora nesses períodos as forragens não sejam consideradas deficientes em proteína, elevada proporção dos compostos nitrogenados totais do pasto pode ser encontrada na forma insolúvel em detergente neutro, considerada de lenta e incompleta degradação, podendo implicar em deficiências de compostos nitrogenados aos microrganismos ruminais (PAULINO et al., 2008; BARROS et al., 2015).

Portanto, o fato do nitrogênio ser o elemento associado diretamente às deficiências nutricionais do pasto ao longo do ano, a única variação estaria associada à intensidade com que cada limitação se manifestaria em função das oscilações quantitativas e qualitativas do pasto ao longo do ciclo de produção (DETMANN et al., 2014b).

2.2 Utilização de nitrogênio dietético

A otimização de um sistema de produção a pasto, baseia-se na máxima exploração das forragens, que pode ser realizada por meio de programas de suplementação, sendo definida pelo equilíbrio entre consumo e degradação ruminal dos componentes ingeridos. A formulação do suplemento deve contemplar os objetivos a serem alcançados na produção e considerar a interação direta com as características quantitativas e qualitativas da forragem disponível ao longo do ciclo anual (REIS et al., 2010; DETMANN et al., 2014a).

Segundo Moore (1980), as interações existentes entre o consumo de forragem e o consumo de suplemento, apresenta três efeitos: O aditivo, no qual o consumo de forragem é constante em diferentes níveis de suplementação e ocorre adição no consumo total no mesmo nível que o suplemento é fornecido; o efeito combinado, em que o consumo total aumenta, porém há redução do consumo de forragem; e o efeito substitutivo, ou seja, o consumo total é constante, porém o consumo de forragem diminui na mesma proporção que aumenta o consumo de suplemento. Portanto, o fornecimento de suplemento pode alterar ou não o consumo de forragem dos animais, visto que as respostas à dieta, dependem da quantidade e da qualidade da forragem disponível, das características do suplemento, bem como da maneira de seu fornecimento e do potencial de produção dos animais (REIS et al., 2009).

Ao longo do ano, o nitrogênio é o substrato basal que está diretamente associado as deficiências nutricionais das forragens, podendo assim, ser considerado o principal componente dos suplementos para animais sob pastejo em condições tropicais. Desta forma, a utilização da suplementação proteica/nitrogenada tem sido apontada como principal ferramenta de manejo para o incremento da produtividade animal em pastejo, principalmente, em razão da melhor utilização dos recursos nutricionais oriundos das forragens tropicais (DETMANN et al., 2014b).

Programas de suplementação com compostos nitrogenados devem ser estabelecidos para que se propicie concentração mínima de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR) de 8 mg/dL, que garante aos microrganismos disponibilidade de compostos nitrogenados para a síntese dos sistemas enzimáticos responsáveis pela degradação dos carboidratos fibrosos da forragem, esta concentração seria observada em teores dietéticos próximos a 100 g PB/kg de MS (DETMANN et al., 2014b).

Em condições brasileiras, o consumo voluntário de forragem tem sido estimulado com o estabelecimento de concentrações de NAR próximas a 15 mg/dL e teores de proteína bruta na

dieta de 145 g/kg MS (DETMANN et al., 2009; DETMANN et al., 2014a). Figueiras et al. (2015), avaliaram os efeitos do fornecimento de quantidades crescentes de suplemento proteico durante o período de transição seca-águas para bovinos em pastejo, onde se obteve teor de 113,3 g PB/kg MS e concentração de 8,49 mg NAR/dL no tratamento sem suplementação e observaram ausência de efeito da suplementação sobre o consumo da forragem.

A deficiência de nitrogênio no rúmen é normalmente caracterizada pela baixa disponibilidade de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR), o que limita o crescimento microbiano, conseqüentemente, a utilização dos carboidratos fibrosos da forragem (DETMANN et al., 2009; LAZZARINI et al., 2009; SAMPAIO et al., 2010).

Programas de suplementação que visam o suprimento de compostos nitrogenados para os microrganismos ruminais, são normalmente caracterizados pelo fornecimento de baixas quantidades de suplementos com elevada concentração proteica e com grande participação de fontes nitrogenadas não proteicas. Esta forma de manejo alimentar objetiva apenas reduzir a relação energia:proteína do substrato basal (forragem), ampliando sua degradação, a extração de energia a partir da fibra e a síntese de compostos nitrogenados microbianos. Nestes casos, os patamares máximos de produção oscilarão entre a manutenção do peso animal e o estabelecimento de ganhos de baixa magnitude, o que logicamente dependerá de interações determinadas pela categoria e estágio fisiológico dos animais e pela disponibilidade quantitativa e qualitativa do substrato basal (PAULINO et al., 2001; DETMANN et al., 2014b).

Qualquer planejamento produtivo para ganhos acima da manutenção deve se iniciar a partir da correção da deficiência em compostos nitrogenados para o crescimento microbiano. Somente após o suprimento de tais deficiências e a obtenção de estimativas da capacidade produtiva do pasto/forragem é que o suprimento direto de compostos nitrogenados para síntese de produto animal (ganho de peso) deve ser considerado (DETMANN et al., 2014b).

Portanto, qualquer entendimento da eficiência de transformação metabólica dos compostos nitrogenados em produto animal somente pode ser adequadamente obtido considerando-se que as deficiências de compostos nitrogenados do rúmen tenham sido corrigidas (DETMANN et al., 2014b).

2.3 Referências

- BARROS, L.V.; PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.B.K. et al. Níveis crescentes de proteína bruta em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo no período das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1583-1598, 2015.
- 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.; MANTOVANI, H.C. et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, n.1-3, p.136-146, 2009.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa, 2010. p.191-240
- DETMANN, E.; VALENTE, É.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, 2014a.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Aspectos nutricionais aplicados a bovinos em pastejo nos trópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 9., Viçosa. **Anais...** Viçosa: Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa, 2014b. p.239-267.
- FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante o período de transição seca-águas recebendo suplementação proteica. **Archivos de Zootecnia**, v.64, n.247, p.269-276, 2015.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.635-647, 2009.
- MOORE, J.E. Forage crops. In: HOVEL AND, C.S. (Ed.) **Crop quality, storage, and utilization**. Madison: Crop Science Society of America, 1980. P.61-91.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Associação de diferentes fontes energéticas e proteicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.914-920, 2006.
- PAULINO, M.F., DETMANN, E., ZERVOUDAKIS, J.T., S.C. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.187-232.

- PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.B.K.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Terminação de novilhos mestiços leiteiros sob pastejo, no período das águas, recebendo suplementação com soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.154-158. 2006.
- PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: SYMPOSIUM ON STRATEGIC MANAGEMENT OF PASTURE, 4., 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa, 2008. p.275-305.
- 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, p.147-159, 2009.
- REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; CASAGRANDE, D.R. Suplementação alimentar de bovinos em pastagens. In: PIRES, A.V. (Ed.) **Bovinocultura de corte**. 1. ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2010. p. 219-255.
- SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, n.7, p.1471-1479, 2010.

3 NÍVEIS DIETÉTICOS DE PROTEÍNA BRUTA PARA BOVINOS DE CORTE EM PASTAGEM TROPICAL

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de proteína bruta na dieta, ajustados com o fornecimento variável de suplemento proteico, sobre o desempenho nutricional, comportamento de pastejo e desempenho produtivo de novilhos mantidos em pasto tropical. Foram utilizados 36 novilhos não castrados ($\frac{1}{2}$ Angus \times $\frac{1}{2}$ Nelore), com idade média de 240 dias e peso corporal médio de $217,24 \pm 23,90$ kg, mantidos em pasto *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, com duas repetições de grupo. Os tratamentos foram delineados para testar níveis crescentes de proteína bruta (PB) na dieta, com o fornecimento de suplemento proteico com 30% de PB, consistindo em: um tratamento controle (dieta apenas com forragem, com teor de 9,9% de PB) e outros três tratamentos recebendo suplemento proteico, onde a oferta de suplemento foi definida como a necessária para complementar a proteína bruta da forragem, afim de atingir os níveis de 12,4%, 14,1% e 15,7% PB na dieta. Foi observado um efeito linear positivo ($P < 0,05$) para os consumos de suplemento, matéria seca total, proteína bruta, matéria orgânica e matéria orgânica digestível em função dos níveis de proteína bruta na dieta. Entretanto, nenhuma diferença ($P > 0,05$) foi observada nos consumos de matéria seca da forragem, fibra em detergente neutro e nas digestibilidades de matéria seca, proteína bruta e matéria orgânica, sendo observado um efeito linear ($P < 0,05$) apenas na digestibilidade da fibra em detergente neutro. Os níveis dietéticos de proteína bruta não influenciaram ($P > 0,05$) o pH ruminal, no entanto, proporcionaram incrementos ($P < 0,05$) nas concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal, nitrogênio ureico no soro e na excreção de nitrogênio na urina. O comportamento de pastejo observado durante o período diurno apresentou um efeito linear decrescente em função dos níveis dietéticos de proteína bruta ($P < 0,05$). Além disso, o nível de proteína bruta na dieta exerceu efeito linear crescente no desempenho dos novilhos ($P < 0,05$). O nível crescente de proteína bruta na dieta de bovinos de corte mantidos em pastagem tropical, com o fornecimento de suplemento proteico, não afeta o consumo voluntário de forragem e melhora o desempenho nutricional e produtivo dos animais.

Palavras-chave: dieta, metabolismo proteico, nitrogênio, novilhos, pastagem, suplementação

3 DIETARY LEVELS OF CRUDE PROTEIN FOR BEEF CATTLE IN TROPICAL PASTURE

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of crude protein levels in the diet, adjusted with variable protein supplementation, on nutritional performance, grazing behavior and productive performance of young bulls kept in tropical pasture. Thirty-six young bulls ($\frac{1}{2}$ Angus \times $\frac{1}{2}$ Nelore) were used with a mean age of 240 days and mean body weight of 217.24 ± 23.90 kg, maintained on pasture *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. The experimental design was completely randomized, with four treatments, with two group repetitions. The treatments were designed to test increasing levels of crude protein (CP) in the diet, with the supply of protein supplement with 30% CP, consisting of: a control treatment (diet with forage, with 9.9% CP) and three treatments receiving a protein supplement, where the supplement supply was defined as that necessary to complement the crude protein of the forage, in order to reach the levels of 12.4%, 14.1% and 15.7% CP in the diet. A positive linear effect ($P < 0.05$) was observed in the intake of supplement, total dry matter, crude protein, organic matter and digestible organic matter as a function of crude protein levels in the diet. However, no differences ($P > 0.05$) were observed in dry matter intake, neutral detergent fiber and dry matter, crude protein and organic matter digestibilities. A linear effect was observed ($P < 0.05$) only in the digestibility of neutral detergent fiber. Dietary levels of crude protein did not influence ruminal pH ($P > 0.05$); however, provided increases ($P < 0.05$) in ruminal ammonia nitrogen, serum urea nitrogen and urine nitrogen excretion. The grazing behavior observed during the diurnal period presented a decreasing linear effect as a function of dietary levels of crude protein ($P < 0.05$). In addition, the crude protein level in the diet exerted an increasing linear effect on the performance of young bulls ($P < 0.05$). The increasing crude protein level in the diet of beef cattle kept in tropical pasture, with the supply of protein supplement, does not affect the voluntary intake of forage and improves the nutritional and productive performance of the animals.

Keywords: diet, grazing, nitrogen, protein metabolism, supplementation, young bulls

3.1 Introdução

As gramíneas tropicais raramente podem ser consideradas uma dieta equilibrada, devido ao fornecimento de substratos variar ao longo do ano, por decorrência das variáveis climáticas que proporcionam oscilações na quantidade de massa forrageira produzida, bem como na qualidade da forragem disponível, influenciando diretamente, o consumo de nutrientes pelos animais e, conseqüentemente, seu desempenho produtivo.

Estudos conduzidos em condições tropicais, tem mostrado que independente da época do ano, os problemas de ordem nutricional e metabólica que limitam a produção animal são os mesmos, estando relacionados a disponibilidade de nitrogênio na forragem basal. Desta forma, o uso de nitrogênio como base da suplementação para bovinos de corte, tem sido utilizada como estratégia, afim de otimizar o consumo de forragem e melhorar o desempenho nutricional e produtivo dos animais (PAULINO et al., 2008; DETMANN et al., 2014).

Entretanto, a maioria das pesquisas buscam resultados relacionados ao nível ideal de proteína bruta do suplemento ou a quantidade de oferta de suplemento proteico (BARROS et al., 2015; FIGUEIRAS et al., 2015). Logo, são escassos estudos que visam os efeitos das concentrações de proteína bruta na dieta de bovinos de corte em gramíneas tropicais.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de proteína bruta na dieta, ajustados com o fornecimento variável de suplemento proteico, sobre o desempenho nutricional, comportamento de pastejo e desempenho produtivo de novilhos mantidos em pasto tropical

3.2 Material e Métodos

O protocolo experimental (13/17) foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE. O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da estação experimental professor Alcibiades Luiz Orlando, localizado no município de Entre Rios do Oeste- PR (24°40' S e 54°16' W).

A classificação climática da região segundo Koppen é do tipo Cfa (subtropical úmido), com temperatura média de 18,4 °C (máxima 34,1 °C e mínima -1,3°C) e precipitação pluviométrica de 165,6 milímetros durante o período experimental (SIMEPAR, 2017).

3.2.1 Protocolo experimental e animais

O protocolo experimental foi de 20 de maio a 12 de agosto de 2017, correspondendo a 84 dias. Os novilhos foram adaptados por 11 dias às dietas, ao ambiente e aos manejos diários.

A área experimental foi dividida em oito piquetes de um hectare cada, formados em 2014 com gramínea *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, manejados sob lotação contínua. Os novilhos tinham livre acesso aos bebedouros coletivos e a praça de alimentação com cochos de cimento, para a alimentação em grupo. Para a realização de manejos sanitários, pesagens e coletas os animais eram conduzidos por um corredor de aproximadamente 200 metros até o curral antiestresse.

Foram utilizados 36 novilhos ($\frac{1}{2}$ Angus \times $\frac{1}{2}$ Nelore), com idade média de 240 dias e peso corporal médio inicial de $217,24 \pm 23,90$ kg. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos, com duas repetições de tratamento, onde um grupo continha quatro, e o outro, cinco animais, totalizando 9 novilhos por tratamento.

De forma a minimizar possíveis efeitos de piquete e oferecer as mesmas condições a todos os grupos, realizou-se a cada sete dias, a rotação dos animais entre os piquetes. Os animais foram submetidos ao controle de endoparasitas e ectoparasitas no período de adaptação e ao longo do experimento, sempre que necessário.

3.2.2 Dietas experimentais

Foram avaliados quatro tratamentos que consistiram em: um tratamento controle, dieta com forragem (9,9% de proteína bruta) e outros três tratamentos recebendo suplemento proteico com 30% de proteína bruta (PB), onde a oferta de suplemento foi definida como a necessária para complementar a proteína bruta do pasto, afim de atingir os níveis de 11%, 13% e 15% PB na dieta. Todos os animais receberam suplementação mineral comercial *ad libitum* (Tabela 1).

Com o intuito de manter os níveis dietéticos de proteína bruta pré-estabelecidos, a oferta de suplemento foi reajustada no 01º, 21º, 42º e 63º dia experimental considerando o peso corporal médio de cada grupo, o ganho médio diário e o teor de proteína bruta do pasto, provenientes das simulações de pastejo. Além disso, o consumo de matéria seca total foi estimado pelo BR-Corte 3.0 (VALADARES FILHO et al., 2016) para ganhos de 0,6 kg/dia.

O suplemento foi formulado com farelo de soja (31%), milho (65,4%), ureia e sulfato de amônio (3,6%; na proporção de 9:1) e o seu fornecimento foi realizado diariamente às 11:00

horas da manhã. A ureia foi utilizada para fornecer 30% de nitrogênio no suplemento, afim de tornar o perfil proteico do suplemento semelhante ao da forragem.

Tabela 1. Composição química do pasto e do suplemento

	Composição química (g/kg MS) ¹					
	MS	MM	MO	PB	FDN	FDNi
Pasto ²	267,3	113,2	886,8	99,0	664,3	166,4
Suplemento	950,0	30,0	970,0	290,0	130,0	10,0
Mistura Mineral ³	-	-	-	-	-	-

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDNi: fibra em detergente neutro indigestível.

¹: g/kg de matéria seca; ²: amostras de simulação manual de pastejo; ³Composição química (quantidades/kg do produto): Ca - 215 g, P - 65 g, Co - 45 mg, Mg - 12 g, Mn - 425 mg, Zn - 1.900 mg, Se - 35 mg, I - 65 mg, S - 10 g, F - 650 mg, Fe - 1.700 mg, Cu - 800 mg, Na - 75g (produto comercial).

3.2.3 Procedimentos experimentais e amostragem

No 13°, 27°, 34°, 55°, 69°, 83° dias experimentais foram realizadas as amostragens do pasto ingerido pelos animais, através da simulação manual de pastejo com observação prévia do comportamento de pastejo dos animais. No 1°, 22°, 43° e 64° dias experimentais, foram realizadas as medições da altura da forragem, coleta de amostras aleatórias para avaliação da disponibilidade de forragem e a fixação das gaiolas de exclusão para mensurar a taxa de acúmulo da forrageira.

Para acompanhar a altura da forragem, foram realizadas 30 medições aleatórias em cada piquete, considerando a altura média da curvatura da primeira folha completamente expandida em torno de uma régua graduada. Para a avaliação da disponibilidade de forragem, foram coletadas três amostras aleatórias, cortadas rente ao solo por intermédio de um quadrado metálico com dimensões de 0,5 × 0,5 m. Posteriormente, foram pesadas e em seguida, as amostras foram homogeneizadas e retiradas alíquotas para formar uma amostra composta. O acúmulo de forragem foi estimado utilizando uma gaiola de exclusão (1 m²) por piquete. Essas gaiolas foram fixadas em pontos representativos do dossel, com massa e composição morfológica semelhante às áreas sob pastejo que representassem todo o piquete.

No 21°, 42°, 63° e 84° dias experimentais, a forragem do interior das gaiolas foram cortadas rente ao solo e pesadas. As amostras foram homogeneizadas e retiradas alíquotas para formar uma amostra composta. A estimativa da taxa de acúmulo da forragem (kg/ha/dia) foi obtida por meio da diferença entre as massas de forragem observadas dentro e fora da gaiola, cujo valor foi dividido pelo número de dias de avaliação (21 dias).

Durante o experimento, foram realizados dois ensaios para avaliação do consumo e digestibilidade dos componentes da dieta, entre os dias 21° a 29° e 49° a 57°, utilizando três animais por grupo, totalizando 24 animais para as coletas.

Para estimar a excreção fecal, foi fornecido óxido crômico (Cr_2O_3) como indicador externo, na quantidade de 8 g/animal/dia, acondicionado em cartuchos de papel e aplicados via esôfago com auxílio de sonda de borracha. Para avaliação do consumo individual de suplemento foi utilizado dióxido de titânio (TiO_2) na quantidade de 8 g/animal/dia, misturado ao suplemento e ofertado no cocho a todos os animais do grupo. Para determinação do consumo voluntário de matéria seca do pasto, utilizou-se como indicador interno, os valores da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) das simulações de pastejo provenientes do período da avaliação do consumo e digestibilidade.

Dos nove dias do ensaio, cinco foram para estabilização do fluxo dos indicadores no trato gastrointestinal dos animais e três dias para as coletas de fezes, que foram realizadas imediatamente após a defecação espontânea dos animais, em horários distintos, às 15:00 horas (no 26° e 54° dia), às 11:00 horas (no 27° e 55° dia) e às 07:00 horas (no 28° e 56° dia), onde foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer (-20°C) para posteriores análises laboratoriais.

As excreções de matéria seca fecal (kg/dia) foram estimadas com base na relação entre a quantidade do indicador fornecido (Cr_2O_3) e sua concentração nas fezes, utilizando a seguinte equação:

$$\text{Excreção de matéria seca fecal} = \frac{\text{quantidade fornecida de indicador (kg)}}{\text{concentração de indicador nas fezes (kg/kg)}}$$

A estimativa do consumo individual de suplemento foi obtida através da seguinte equação:

$$\text{CISUP} = \frac{\text{EF} \times \text{CIF}}{\text{CIS}}$$

Em que: CISUP = consumo individual de suplemento (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador (TiO_2) nas fezes do animal (kg/kg); CIS = concentração do indicador (TiO_2) no suplemento (kg/kg).

A estimativa do consumo voluntário de matéria seca foi calculada pelo indicador interno, a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), utilizando-se a equação:

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

Em que: CMS = consumo de matéria seca total (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); CIF = concentração do indicador (FDNi) nas fezes (kg/kg); CISUP = consumo individual de suplemento (kg/dia); CIS = concentração do indicador (FDNi) no suplemento (kg/kg); CIFO = concentração do indicador (FDNi) na forragem (kg/kg).

O consumo total de matéria seca de cada animal foi estimado pela soma do correspondente consumo de forragem e de suplemento, estimados com uso de indicadores como descrito anteriormente.

No 28°, 29°, 56° e 57° dias experimentais, foram coletadas, dos mesmos três animais de cada grupo, uma amostra de líquido ruminal, sangue e urina, quatro horas antes da suplementação e quatro horas após a suplementação.

As coletas de urina foram realizadas em amostras *spot*, em micção espontânea dos animais. Foram retiradas alíquotas de 6 mL de urina diluídas em 24 mL de ácido sulfúrico (0,036 N, na proporção de 1:4), armazenadas em tubos identificados e congeladas (-20°C) para posteriores análises.

As coletas de líquido ruminal foram realizadas com o auxílio de uma sonda esofágica, mangueira de silicone e uma bomba de vácuo, sendo imediatamente após a coleta, mensurado o pH. As amostras foram armazenadas em uma proporção de 25 mL de líquido ruminal com 0,5 mL de ácido sulfúrico (1:1), em tubos identificados e congeladas (-20°C) para posteriores análises.

Simultaneamente às coletas de líquido ruminal, coletou-se amostras de sangue, via punção da veia jugular, utilizando tubos à vácuo. As amostras foram mantidas em refrigeração até o momento da centrifugação. O sangue foi centrifugado a $1600 \times g$ por 20 minutos e as alíquotas de soro foram armazenadas em tubos *ependorfs* identificados e posteriormente congeladas (-20°C) até o momento das análises.

O comportamento de pastejo dos animais foi avaliado nos dias 15° - 16°, 43° - 44° e 78° - 79° do período experimental. Os animais foram identificados dois dias antes da avaliação, com faixas de tecido TNT (tecido-não-tecido) de cores diferentes para facilitar a visualização pelos observadores, que ficaram localizados em dois pontos externos dos piquetes, evitando assim, a alteração do comportamento normal dos animais. As observações foram realizadas com o auxílio de binóculos, por 11 horas contínuas (7:00h às 18:00h), sendo as atividades classificadas em pastejo e não pastejo, conforme os animais trocavam de comportamento e anotadas em planilhas que continham a identificação de cada animal.

O desempenho animal foi avaliado pelo ganho de peso durante o período experimental (84 dias). Realizou-se a pesagem dos animais no início (1º dia) e no final (84º dia) do experimento, após jejum sólido de 14 horas.

3.2.4 Análises laboratoriais

Com base no peso seco ao ar, foi elaborada uma amostra composta de fezes, por animal, dos três dias de coletas. As amostras de forragens, suplemento e fezes foram secas em estufas com ventilação forçada de ar a 55 °C por 72 horas, processadas em moinho de facas tipo Wiley, em peneira de 1 milímetro e armazenadas em potes plásticos identificados e analisadas segundo os procedimentos analíticos padrão do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Zootecnia (INCT-CA)(DETMANN et al., 2012) quanto ao teor de matéria seca (MS; método INCT-CA G-003/1), cinza (método INCT-CA M-001/1) e proteína bruta (PB; método INCT-CA N-001/1); as análises de fibra em detergente neutro (FDN; método INCT-CA F-002/1), utilizando-se α -amilase termoestável, de acordo com Mertens (2002); fibra em detergente neutro indigestível (FDNi; método INCT-CA F-009/1) obtido após a incubação *in situ* por 288 horas, com o uso de sacos para análise de fibra (F57, Ankom®) de acordo com Valente et al. (2011). Além disso, as amostras de fezes foram analisadas quanto ao teor de cromo (método INCT-CA M-005/1) e dióxido de titânio (TiO₂; método INCT-CA M-007/1).

As amostras de urina foram quantificadas quanto aos teores de proteína bruta (PB; método INCT-CA N-001/1) e creatinina (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 3.0 (VALADARES FILHO et al., 2016):

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

Em que: EC = excreção de creatinina (mg/dL); PC = peso corporal em jejum (kg).

As amostras de líquido ruminal foram analisadas quanto as concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal (N-NH₃), através de técnica calorimétrica de acordo com Chaney e Marbach (1962) substituindo-se o fenol por solução de salicilato de sódio (12%), segundo Felix e Cardoso (2004). As amostras de soro foram analisadas quanto ao teor de ureia sérica pelo método enzimático (Analisa®, Belo Horizonte, MG, BR).

3.2.5 Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os dados analisados pelo procedimento MIXED no software SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). O modelo estatístico das variáveis analisadas incluiu os tratamentos dietéticos, como efeito fixo, considerando as repetições aninhadas dentro do grupo de tratamento como o termo de erro (considerando duas repetições/tratamento), a média geral dos dados e o erro experimental. As variáveis relacionadas ao consumo e digestibilidade consideraram seis animais por tratamento. Os dados de desempenho animal e comportamento de pastejo, consideraram nove animais por tratamento, sendo o efeito de tempo considerado como erro experimental. O efeito dos tratamentos (níveis de PB na dieta) nas variáveis de resposta foi analisado usando contrastes ortogonais (linear e quadrático). As diferenças das médias dos tratamentos suplementados em relação ao controle (dieta apenas com forragem) foram analisadas pelo teste de Dunnett considerando o nível de 5% de significância.

3.3 Resultados e Discussão

A disponibilidade média de forragem durante o período experimental (7.239 kg MS/ha) não limitou o consumo voluntário de forragem, que segundo Greenwood (2017) pode ocorrer em disponibilidade abaixo de 1.800 kg MS/ha. O acúmulo médio observado foi de 123,67 kg/ha/dia e a altura média foi de 37 centímetros, semelhante a Flores et al. (2008) que observaram uma taxa de acúmulo de 120,4 kg/ha/dia em capim-xaraés manejado em 40 centímetros de altura no período de transição seca-água. O teor médio de PB das forragens obtidas por simulação manual de pastejo durante o período experimental foi de 9,6 g PB/kg MS (Figura 1).

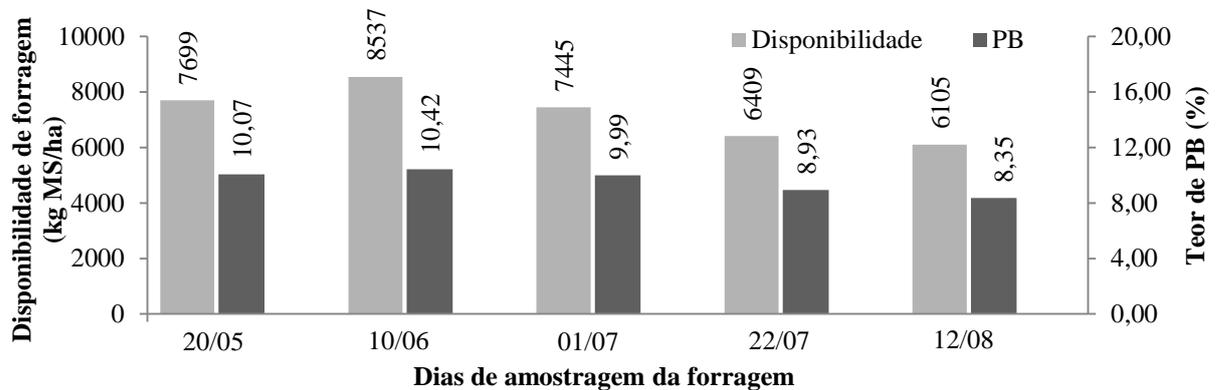


Figura 1. Manejo de forragem realizados durante o período experimental

O nível dietético de proteína bruta proporcionou um efeito linear positivo ($P < 0,05$) sobre os consumos de suplemento (SUP), matéria seca total (MST), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO) e matéria orgânica digestível (MOD; Tabela 2). No entanto, nenhuma diferença ($P > 0,05$) foi observada nos consumos de matéria seca da forragem (MSF) e fibra em detergente neutro (FDN).

Tabela 2. Média de mínimos quadrados, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para o consumo voluntário de novilhos mantidos em pastagem tropical recebendo diferentes níveis dietéticos de proteína bruta.

Item	Níveis dietéticos de PB (%)				EPM	Valor – P ¹	
	9,9	12,4	14,1	15,7		Linear	Quadrático
kg/dia							
CMSP	4,47	4,27	4,29	4,19	0,27	0,859	0,880
CSUP	0,00	0,65*	1,25*	1,81*	0,10	<0,001	0,854
CMST	4,47	4,92	5,53	6,00*	0,31	0,0263	0,8621
CPB	0,44	0,61*	0,79*	0,94*	0,04	<0,001	0,736
CFDN	2,97	2,92	3,01	3,02	0,18	0,705	0,887
CMO	3,96	4,41	5,01	5,46	0,28	0,018	0,844
CMOD	2,67	3,13	3,60*	3,98*	0,23	0,018	0,880
PB:MOD ²	164,87	195,38	220,88	239,46	5,28	<0,001	0,599
g/kg PC							
CMSP	18,58	18,09	17,23	15,95	1,29	0,287	0,902
CSUP	0,00	2,70*	4,96*	6,88*	0,41	<0,001	0,770
CMST	18,58	20,79	22,08	22,85	1,41	0,351	0,893
CPB	1,82	2,58*	3,17*	3,57*	0,20	0,002	0,739
CFDN	12,34	12,36	12,07	11,50	0,87	0,520	0,906
CMO	16,46	18,66	19,99	20,78	1,26	0,269	0,873
CMOD	11,12	13,23	14,37	15,13*	0,99	0,208	0,888

MSF: matéria seca da forragem; SUP: suplemento; MST: matéria seca total; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; MO: matéria orgânica; MOD: matéria orgânica digestível; PB:MOD: relação proteína bruta e matéria orgânica digestível; ¹: probabilidade de efeito linear ou quadrático em níveis crescentes de proteína bruta na dieta; ²g PB/kg MOD;

(*) média difere ($P < 0,05$) do tratamento controle (dieta com forragem) pelo teste de Dunnett.

O fornecimento de suplemento adiciona os nutrientes deficientes na forragem basal, com o intuito de atender as exigências dos animais (REIS et al., 1997), assim, com o fornecimento de suplemento houve uma ampliação na disponibilidade de nutrientes na dieta dos animais, o que proporcionou aumento nos consumos de SUP, MST, PB, MO e MOD. Além disso, o incremento no consumo de PB foi acompanhado pelo consumo de MOD, que ajustou o sincronismo na relação PB:MOD da dieta, proporcionando ausência de efeito substitutivo e propiciando a manutenção do consumo de pasto. Corroborando com outros autores que confirmam que em situações de forragem de média a alta qualidade, o fornecimento de suplementos proteicos favorece a manutenção da relação proteína:energia dentro de uma faixa confortável ao animal e compatível com as demandas metabólicas (COSTA et al., 2011; FIGUEIRAS et al., 2015; BARROS et al., 2015).

Não houve diferenças ($P > 0,05$) na digestibilidade de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e matéria orgânica (MO); entretanto, foi observado um efeito linear ($P < 0,05$) na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN), porém, os tratamentos suplementados não diferiram do controle (Tabela 3). Tal fato pode ter ocorrido, devido a forragem basal não apresentar limitações na disponibilidade de compostos nitrogenados para o crescimento dos microrganismos fibrolíticos, e assim, manter a degradação da fibra.

Tabela 3. Média de mínimos quadrados, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para a digestibilidade de novilhos mantidos em pastagem tropical recebendo diferentes níveis dietéticos de proteína bruta.

Item	Níveis dietéticos de PB (%)				EPM	Valor – P ¹	
	9,9	12,4	14,1	15,7		Linear	Quadrático
MS	63,33	66,81	66,91	68,92*	1,22	0,229	0,524
PB	71,51	76,14	78,34*	78,56*	1,43	0,239	0,577
FDN	66,89	68,22	65,90	63,87	1,39	0,038	0,933
MO	67,50	70,92	70,81	72,30	1,12	0,390	0,563

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; MO: matéria orgânica ¹: probabilidade de efeito linear ou quadrático em níveis crescentes de proteína bruta na dieta;

(*) média difere ($P < 0,05$) do tratamento controle (dieta com forragem) pelo teste de Dunnett.

Os níveis dietéticos de proteína bruta não influenciaram ($P > 0,05$) o pH ruminal (Tabela 4). Tal fato pode ter ocorrido devido a ingestão da fibra proveniente da forragem basal favorecer

a ruminação e conseqüentemente a salivacão, que atua como tamponante, mantendo o pH ruminal próximo a neutralidade (FURLAN et al., 2011).

Os níveis dietéticos de proteína bruta proporcionaram efeito linear crescente ($P < 0,05$) nas concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR), nitrogênio ureico no soro (NUS) e na excreção de nitrogênio na urina (EUN; Tabela 4).

Tabela 4. Média de mínimos quadrados, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para parâmetros ruminais, metabólito sanguíneo e excreção de nitrogênio de novilhos mantidos em pastagem tropical recebendo diferentes níveis dietéticos de proteína bruta.

Item	Níveis dietéticos de PB (%)				EPM	Valor – P ¹	
	9,9	12,4	14,1	15,7		Linear	Quadrático
pH ruminal	6,84	6,96	6,91	6,78	0,07	0,087	0,648
NAR (mg/dL)	10,28	11,92	15,16	21,34*	2,65	0,021	0,657
NUS (mg/dL)	11,16	15,95*	16,95*	18,97*	0,95	0,037	0,667
ENU (g/dia)	38,20	55,27	68,09	126,18*	20,06	0,021	0,368

NAR: nitrogênio amoniacal ruminal; NUS: nitrogênio ureico sérico; ENU: excreção de nitrogênio na urina; ¹: probabilidade de efeito linear ou quadrático em níveis crescentes de proteína bruta na dieta;

(*) média difere ($P < 0,05$) do tratamento controle (dieta com forragem) pelo teste de Dunnett.

A concentração mínima de nitrogênio amoniacal ruminal para que a fermentação e a atividade microbiana não sejam limitadas, de acordo com Satter & Roffler (1974) é de 5 mg/dL de líquido ruminal. Entretanto, os níveis crescentes de proteína bruta dietética, proporcionaram incrementos na disponibilidade de compostos nitrogenados aos microrganismos ruminais, onde as concentrações de NAR ficaram acima da concentração mínima relatada na literatura em condições tropicais (8 mg/dL; Detmann et al., 2009) proporcionando condições favoráveis para o crescimento microbiano para que ocorra a síntese de enzimas que atuam na degradação dos carboidratos fibrosos da forragem.

Além da ampliação no consumo de PB e disponibilidade de compostos nitrogenados no ambiente ruminal, os níveis dietéticos de PB proporcionaram incrementos na transferência de nitrogênio para a corrente sanguínea e excreção via urina (Tabela 4). 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.

O comportamento de pastejo observado durante o período diurno (Tabela 5) apresentou um efeito linear decrescente em função dos níveis dietéticos de proteína bruta ($P < 0,05$).

Os níveis dietéticos de PB reduziram o tempo de pastejo dos animais. Tal fato pode ter ocorrido devido a quantidade de suplemento ofertado aos animais, que desprenderam mais tempo consumindo o suplemento, enquanto os animais do tratamento controle pastejavam. Por outro lado, a ingestão de forragem não diferiu entre os tratamentos, indicando que não houve efeito substitutivo do consumo de forragem pelo suplemento (Tabela 2). Segundo Barton (1992), 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.

Tabela 5. Média de mínimos quadrados, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para o comportamento de pastejo de novilhos mantidos em pastagem tropical recebendo diferentes níveis dietéticos de proteína bruta.

Item	Níveis dietéticos de PB (%)				EPM	Valor – P ¹	
	9,9	12,4	14,1	15,7		Linear	Quadrático
Tempo de pastejo (h) ²	5,48	5,49	4,46*	4,07*	0,17	<0,0001	0,376
Tempo de pastejo (%)	52,63	52,81	43,40*	37,35*	1,53	<0,0001	0,376

¹: probabilidade de efeito linear ou quadrático em níveis crescentes de proteína bruta na dieta; ²: tempo de pastejo em horas;

(*) média difere (P<0,05) do tratamento controle (dieta com forragem) pelo teste de Dunnett.

Foi observado um efeito linear crescente no desempenho dos novilhos (P<0,05) em função dos níveis dietéticos de PB (Tabela 6).

Tabela 6. Média de mínimos quadrados, erro padrão da média (EPM) e indicativos de significância para o desempenho de novilhos mantidos em pastagem tropical recebendo diferentes níveis dietéticos de proteína bruta.

Item	Níveis dietéticos de PB (%)				EPM	Valor – P ¹	
	9,9	12,4	14,1	15,7		Linear	Quadrático
PCF (kg)	218,17	240,44	261,44*	273,61*	9,28	0,017	0,700
GMD (kg/dia)	-0,009	0,306*	0,517*	0,671*	0,49	<0,001	0,636
GPT (kg)	-0,78	25,67*	43,44*	56,39*	4,132	<0,001	0,636
EUS (kg/dia)	0,00	0,484	0,420	0,377	-	0,003	0,4275

PCF: peso corporal final; GMD: ganho médio diário; EUS: eficiência do uso do suplemento; ¹: probabilidade de efeito linear ou quadrático em níveis crescentes de proteína bruta na dieta;

(*) média difere (P<0,05) do tratamento controle (dieta com forragem) pelo teste de Dunnett.

O sincronismo na relação proteína e energia da dieta no ambiente ruminal dos novilhos, através do fornecimento de suplemento proteico propiciaram melhorias no desempenho animal, podendo-se observar maiores ganhos para os animais suplementados em relação aos novilhos que não receberam suplementação e perderam peso (Tabela 6), semelhante aos resultados

encontrados por Zervoudakis et al. (2015), que também observaram melhoras no desempenho devido a suplementação. Além disso, o desempenho dos animais pode ter sido influenciado pelo potencial genético, aliado a adaptabilidade às condições de produção ao pasto, pois o objetivo de cruzar animais europeus com zebuínos é aproveitar as características de rusticidade dos zebuínos e o potencial de desempenho dos europeus. Contudo, apesar de mais rústicos que europeus puros, os animais cruzados não possuem a mesma rusticidade de zebuínos puros, podendo refletir em menores desempenhos em ambiente de pastejo (MARCONDES et al., 2011).

3.4 Conclusão

O nível crescente de proteína bruta na dieta de bovinos de corte mantidos em pastagem tropical, com o fornecimento de suplemento proteico, não afeta o consumo voluntário de forragem e melhora o desempenho produtivo dos animais.

REFERÊNCIAS

- BARROS, L.V.; PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.B.K. et al. Níveis crescentes de proteína bruta em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo no período das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1583-1598, 2015.
- 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.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical chemistry**, v.8, n.2, 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 Nelore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, 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.; MANTOVANI, H.C. et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, n.1-3, p.136-146, 2009.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa, 2010. p.191-240.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal-INCT, 2012. 214 p.
- DETMANN, E.; VALENTE, É.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.
- FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Intake and digestibility in cattle under grazing supplemented with nitrogenous compounds during dry season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1303-1312, 2010.
- FIGUEIRAS, J.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante o período de transição seca-águas recebendo suplementação proteica. **Archivos de Zootecnia**, v.64, n.247, p.269-276, 2015.

- FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRÃO, M.P.C. et al. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1355-1365, 2008.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D.E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIREZ, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p.1-25.
- GREENWOOD, P.L.; PAULL, D.R.; MCNALLY, J. et al. Use of sensor-determined behaviours to develop algorithms for pasture intake by individual grazing cattle. **Crop and Pasture Science**, v.68, n.12, p.1091-1099, 2017.
- MARCONDES, M.I.; OLIVEIRA, I.M.D.; VALADARES, R.F.D. et al. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1313-1324, 2011.
- 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, n.6, p.1217-1240, 2002.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. Suplementação como estratégia para o manejo das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DAS PASTAGENS, 13., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p. 123-150.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.
- SIMEPAR – SISTEMA METEOROLÓGICO DO PARANÁ. **Dados meteorológicos da estação Santa Helena** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <ppzunioeste@gmail.com> em 19 de abril de 2018.
- VALADARES FILHO, S.C., COSTA E SILVA, L.F., LOPES, S.A. et al. [2016]. BR-CORTE 3.0. **Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados**. 2016. Disponível em <www.brcorte.com.br> Acesso em: 02/05/2017.
- VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. In situ estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.666-675, 2011.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. New York: Cornell University Press, p.476, 1994.
- ZERVOUDAKIS, J.T; ZANIN, R; PESQUEIRA-SILVA, L.C. et al. Níveis de farelo de algodão de alta energia em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo: desempenho e avaliação econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.5, p.3283-3292, 2015.