

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 26/02/2023.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO COM PROTEÍNA NÃO-
DEGRADÁVEL NO RÚMEN SOBRE O CONSUMO,
METABOLISMO E MICROBIOTA RUMINAL DE BOVINOS
NELORE RECRIADOS A PASTO NO PERÍODO DAS SECAS**

**Ana Veronica Lino Dias
Zootecnista**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO COM PROTEÍNA NÃO-
DEGRADÁVEL NO RÚMEN SOBRE O CONSUMO,
METABOLISMO E MICROBIOTA RUMINAL DE BOVINOS
NELORE RECRIADOS A PASTO NO PERÍODO DAS SECAS**

Ana Veronica Lino Dias

Orientadora: Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli

Co-orientadoras: Dra. Juliana Duarte Messana

Dra. Yury Tatiana Granja-Salcedo

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

D541i

Dias, Ana Veronica Lino

Influência da suplementação com proteína não-degradável no rúmen sobre o consumo, metabolismo e microbiota ruminal de bovinos Nelore recriados a pasto no período das secas / Ana Veronica Lino Dias. -- Jaboticabal, 2021
87 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Telma Teresinha Berchielli

Coorientadora: Juliana Duarte Messana

1. Nutrição animal. 2. Rúmen Microbiologia. 3. Aminoácidos na nutrição animal. 4. Metabolismo. 5. Suplementos dietéticos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO COM PROTEÍNA NÃO-DEGRADÁVEL NO RÚMEN SOBRE O CONSUMO, METABOLISMO E MICROBIOTA RUMINAL DE BOVINOS NELORE RECRIADOS A PASTO NO PERÍODO DAS SECAS

AUTORA: ANA VERÔNICA LINO DIAS

ORIENTADORA: TELMA TERESINHA BERCHIELLI

COORIENTADORA: JULIANA DUARTE MESSANA

COORIENTADORA: YURY TATIANA GRANJA-SALCEDO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

Juliana Duarte Messana

Pos-doutoranda JULIANA DUARTE MESSANA (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Juliana Duarte Messana

Dr. PABLO DE SOUZA CASTAGNINO (Participação Virtual)
Melhoramento e Nutrição Animal / FMVZ - Unesp - Botucatu

Juliana Duarte Messana

Prof. Dr. RICARDO ANDRADE REIS (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 26 de fevereiro de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Ana Veronica Lino Dias, nascida em 17 de agosto de 1994 na cidade de Mogi Mirim, estado de São Paulo. Filha de Antônia Marina Lino e Clésio Macedo Dias. Possui graduação em Zootecnia (2014 - 2018), pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP - Campus de Jaboticabal. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica CNPq sob a orientação da professora Dra. Telma Teresinha Berchielli. Em agosto de 2019 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na área de nutrição e alimentação animal, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP - Campus de Jaboticabal, sob a orientação da professora Dra. Telma Teresinha Berchielli e coorientação da Dra. Juliana Duarte Messana e Dra. Yury Tatiana Granja-Salcedo, sendo bolsista FAPESP (processo 2019/21280-8).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por minha vida, saúde e todas as bênçãos que Ele tem gerado em minha vida.

A minha mãe, por toda paciência, amor incondicional e encorajamento.

A toda minha família, em especial ao meu pai e minha irmã, por todo amor e apoio.

Ao meu amor, Guilherme, por sempre acreditar em meu potencial, me apoiar sempre e por sempre me ajudar a me manter firme e forte.

Ao meu sobrinho Theo, por ser minha alegria e um presente em minha vida.

A Aparecida Auxiliadora Silva, por sempre estar torcendo e orando por mim, obrigada por todo o carinho e amor!

A minha orientadora Prof.^a Dr^a Telma Teresinha Berchielli, pela confiança em meu trabalho, por todas as oportunidades e orientação durante minha graduação e mestrado. Muito obrigado!

As minhas co-orientadoras Dr^a Juliana Duarte Messana e Dr^a Yury Tatiana Granja-Salcedo pela orientação, paciência, ensinamentos e carinho para comigo sempre.

Ao Prof. Dr Ricardo Andrade Reis pelas valiosas considerações e sugestões em minha qualificação e por todo o ensinamento. Assim como a Dr^a Ana Rebeca Castro Lima, muito obrigada por toda ajuda!

A todos os professores que contribuíram para a minha formação pessoal e profissional, em especial aos professores Ricardo Andrade Reis, Flavio Dutra de Resende, Hrasilva Borba, Luciano Hauschild, Izabelle Molina, Yury Tatiana Granja-Salcedo, Telma Teresinha Berchielli e Euclides Braga Malheiros pelos conhecimentos transmitidos nas suas respectivas disciplinas

Ao Grupo de Estudos em Nutrição de Ruminantes (GENRU), por toda a experiência e ensinamentos adquiridos. A todos os membros do grupo: Karine Dalla Vecchia, Geovany Carvalho, Kênia Alves, Paloma Gonçalves, Larissa Coelho, Ana Rebeca Lima, Liziane Brito, Lorryny Galoro, João Marcelo Sanchez, Juliana Duarte, Elisabeth Machado, Yasmin Andrade, Maria Júlia Ganga, Paulo Detogni, Willian Souza e Thayna Ribeiro, por cada ajuda e vivência.

Ao funcionário do setor, Vlademir por toda ajuda.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal (LANA), Ana Paula e Sr. Orlando por todo auxílio e amizade.

Ao Dr. Vinícius Carneiro por todos os ensinamentos e ajuda.

As minhas amigas, Tainá Marchi, Marília Andrade, Gilmara Alves e Karina Petri.

A amiga que Jaboticabal me deu, Karine Della Vecchia, meu muito obrigada por toda ajuda, por me ouvir e aconselhar sempre.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal, ao programa de Pós-graduação em Zootecnia e ao Departamento de Zootecnia.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos (Processo nº 2019/21280-8).

Sumário

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DOS ANIMAIS.....	iii
1.1. Introdução	1
1.2. Suplementação proteica de bovinos em pastagens tropicais	2
1.2.1. Perfil de aminoácidos da proteína metabolizável por ruminantes	4
1.2.2. Impacto da proteína sobre a diversidade microbiana ruminal	6
2. Objetivo.....	10
3. Referências	10
CAPÍTULO 2 – Suplementação com nitrogênio não proteico ou proteína não-degradável no rúmen e seu efeito no metabolismo e diversidade microbiana ruminal em novilhos Nelore criados em pastos de baixa qualidade.....	19
1.Introdução.....	20
2.Material e Métodos	21
2.1. Local, animais e duração do experimento	21
2.2. Dietas experimentais.....	22
2.3. Amostragem do pasto e do suplemento	24
2.4. Consumo e digestibilidade.....	24
2.5. Parâmetros ruminais.....	26
2.6. Diversidade bacteriana ruminal	26
2.7. Análise estatística	28
3.Resultados.....	28
4.Discussão	42
5.Conclusão	42
6.Referências.....	42
CAPÍTULO 3- Eficiência do uso de aminoácidos em bovinos suplementados com diferentes fontes de N em pasto de baixa qualidade	49
1. Introdução	50
2. Material e Métodos.....	51
2.1. Animais e delineamento experimental.	52
2.2. Dietas experimentais	52
2.3. Consumo, digestibilidade e fluxo.....	55
2.4. Parâmetros sanguíneos	57

2.5. Análise de aminoácidos	57
2.6. Cálculos	58
2.7. Análise estatística	59
3. Resultados.....	59
4.Discussão	65
5.Conclusão	69
6.Referências.....	69



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado **"Impacto da proteína metabolizável na produção de bovinos de corte e emissão de gases do efeito estufa"**, protocolo nº 16.688/16, sob a responsabilidade da Profª Drª Telma Teresinha Berchielli, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 04 de novembro de 2016.

Vigência do Projeto	01/03/2017 a 01/03/2022
Espécie / Linhagem	<i>Bos indicus</i> (Bovino Nelore)
Nº de animais	112
Peso / Idade	200 kg
Sexo	Machos
Origem	Fazenda

Jaboticabal, 04 de novembro de 2016.


Profª Drª Lizandra Amoroso
Coordenadora – CEUA

INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO COM PROTEÍNA NÃO-DEGRADÁVEL NO RÚMEN SOBRE O CONSUMO, METABOLISMO E MICROBIOTA RUMINAL DE BOVINOS NELORE RECRIADOS A PASTO NO PERÍODO DAS SECAS

RESUMO - Este experimento teve como objetivo avaliar a influência da suplementação com nitrogênio não proteico (NNP) ou com proteína não degradável no rúmen (PNDR) sobre o consumo, digestibilidade de nutrientes, parâmetros ruminais e sanguíneos, utilização de aminoácidos e microbiota ruminal de bovinos Nelore recriados a pasto no período das secas. Foram utilizados 8 novilhos Nelore ($263 \pm 48,69$ kg de peso corporal), alocados em piquetes de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, dispostos em quatro quadrados latinos 2×2 (2 tratamentos e 2 períodos) balanceados para efeitos residuais. Foram utilizados dois tipos de suplementação: sal mineral e ureia como fonte de NNP; ou glúten de milho como fonte de PNDR com adição de sal mineral. O consumo e digestibilidade não foram influenciados pelo tipo de suplementação utilizada ($P > 0,05$). Exceto, o consumo de FDN, o qual foi menor nos animais que receberam SGM ($P = 0,0464$). Animais suplementados com PNDR apresentaram maior proporção isoButirato, isoValerato e Valerato no ambiente ruminal ($P < 0,05$). A Pmic e a eficiência de síntese de proteína microbiana (EPBmic) foram similares nos animais alimentados com diferentes suplementos ($P > 0,05$). A fonte de PNDR no suplemento não influenciou os estimadores de diversidade, índices de riqueza e composição total de bactérias e Archaeas. Apenas o filo Firmicutes foi mais abundante no rúmen de animais suplementados com SMU ($P = 0,0188$). O uso de PNDR estimulou uma mudança na abundância de bactérias como *Eubacterium ruminantium*, *Ruminococcus.spp*, *Papillibacter.spp*, e a família Christensenellaceae, o que aumentou a proporção de isoButirato, isoValerato e Valerato no rúmen, e a funcionalidade, para utilização de aminoácidos como fonte de energia para manutenção dos microrganismos e fonte de N para produção de Pmic através da reciclagem. O fluxo de AA não foi influenciado pelo suplemento utilizado no experimento ($P > 0,05$). O fluxo de AA de origem microbiana e o fluxo de AA provenientes da PNDR também não foram influenciados pelo suplemento ($P > 0,05$), da mesma forma que a digestibilidade e absorção não obtiveram diferença

significativa ($P > 0,05$). Animais suplementados com PNDR apresentaram maior quantidade dos AAs isoleucina, treonina e cistina na composição sanguínea ($P < 0,05$). Os suplementos afetaram a albumina presente no soro sanguíneo de animais recebendo NNP, que apresentaram menor concentração dessa proteína ($P < 0,05$). Embora tenha sido observada essa maior concentração sanguínea de isoleucina, treonina e cistina, a suplementação com PNDR não aumentou a eficiência de utilização do N pelos animais alimentados com pastos de gramíneas tropicais durante o período seco. Assim como a suplementação com NNP não resultou em aumento de AA proveniente da Pmic no duodeno.

Palavras-chave: Bactérias, digestibilidade, fermentação ruminal, glúten de milho 60

INFLUENCE OF RUMEN UNDEGRADED PROTEIN SUPPLEMENTATION ON INTAKE, METABOLISM AND RUMINAL MICROBIOTA OF NELLORE CATTLE GRAZING IN THE DRY SEASON

ABSTRACT - This experiment aimed to evaluate the influence of supplementation with non-protein nitrogen (NPN) or ruminal undegradable protein (RUP) on intake, digestibility of nutrients, ruminal and blood parameters, use of amino acids and ruminal microbiota in Nellore cattle reared on pasture in the dry period. Eight Nellore steers with 263 ± 48.69 kg of body weight were used, allocated on pasture of *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, arranged in four 2×2 Latin squares (2 treatments and 2 periods) balanced for residual effects. Two types of supplementation were used: mineral salt and urea; or corn gluten as a source of RUP with the addition of mineral salt. Intake and digestibility were not influenced by the type of supplement used ($P > 0.05$). Except for the NDF consumption, which was lower in the animals that received gluten ($P = 0.0464$) Animals supplemented with gluten showed a higher proportion of isoButyrate, isoValerate and Valerate of these acids in the rumen environment ($P < 0.05$). The time influenced all ruminal fermentation parameters evaluated ($P < 0.05$). Pmic and efficiency of microbial protein synthesis (EPBmic) were similar in animals fed different supplements ($P > 0.05$). The source of RUP in the supplement did not influence the diversity, wealth index and total composition of bacteria and Archaeas. Only the phylum Firmicutes was more abundant in the rumen of animals supplemented with SMU ($P = 0.0188$). The AA flow was not influenced by the supplement used in the experiment ($P > 0.05$). The flow of AA of microbial origin and the flow of AA from RUP were also not influenced by the supplement ($P > 0.05$), in the same way that digestibilities did not obtain significant difference ($P > 0.05$). Animals supplemented with SGM showed a greater amount of AAs isoleucine, threonine and cystine in the blood composition ($P < 0.05$). The supplements affected the albumin present in the blood of animals receiving SMU, which had a lower concentration of this protein ($P < 0.05$). The use of RUP stimulated a change in the abundance of bacteria such as *Eubacterium ruminantium*, *Ruminococcus.spp*, *Papillibacter*, and *Christensenellaceae*, which increased the proportion of isoButyrate, isoValerate and Valerate in the rumen,

and the functionality, for use of amino acids as a source of energy for the maintenance of microorganisms and a source of N for the production of Pmic through recycling. Supplementation with urea resulted in an increase in the abundance of the phylum Firmicutes. RUP supplementation in this study did not result in a greater flow of amino acids to the duodenum, but resulted in a higher content of isoleucine, threonine and cystine in the blood of the animals that received this in the diet. Although this higher blood concentration of these AA was observed, supplementation with RUP did not increase the efficiency of N use by animals fed with tropical grass pastures during the dry period. Just as supplementation with NNP did not result in an increase in AA from Pmic in the duodenum.

Keywords: Bacteria, digestibility, rumen fermentation, corn gluten 60

CAPÍTULO 1- Considerações gerais

1.1. Introdução

A produção de animais a pasto representa 86% dos abates brasileiros, com uma área ocupada de 162,53 milhões de hectares (ABIEC, 2020), sendo uma das espécies forrageiras que se destaca nesta produção a *Urochloa brizantha*, com ênfase para as cultivares Marandu, Piatã e Xaraés (Jank et al., 2013). Adicionalmente, a produção forrageira é afetada pela sazonalidade climática, onde durante o período chuvoso se tem maior produtividade e qualidade das forrageiras, e no período das secas há redução da qualidade (alto teor de MS e de fibra, reduzido teor proteico e digestibilidade) e possivelmente da quantidade (altura do dossel, relação folha x colmo) de forragem (Moraes et al., 2006). Neste cenário das secas, as forrageiras podem ter valores de proteína bruta abaixo de 7% (Reis et al., 2005).

A baixa qualidade da forragem (reduzido teor proteico e elevada lignificação) resulta em menor digestibilidade da fibra e produção de ácidos graxos de cadeia curta devido a limitação da atividade microbiana (Minson, 1990). Neste cenário, os microrganismos não obtêm o N necessário para seu crescimento apenas com a ingestão do pasto, devido a isso há a necessidade da suplementação com fontes proteicas (Poppi e McLennan, 1995), para que a proteína metabolizável não seja prejudicada.

A proteína metabolizável é suprida em sua maioria pela Pmic e a PNDR, sendo utilizada para a manutenção e produção animal (Hanigan et al., 2018). Essa proteína metabolizável quando possui um perfil de aminoácidos de alta qualidade, aumenta a eficiência de utilização proteica e reduz a excreção de nitrogênio (Alves, 2004).

Entender a função da proteína para o ruminante, além de conhecer sua taxa de degradação e composição aminoacídica, ajuda a formular rações com menor excreção de nitrogênio para o solo, além de aumentar a eficiência de síntese microbiana (Ribeiro et al., 2015), esse entendimento leva a uma melhor utilização dos aminoácidos da dieta.

As fontes de PNDR podem ser digeridas e absorvidas no intestino do animal, sendo que algumas podem não ser aproveitadas sendo então excretadas nas fezes,

mas a PNDR digerida pode levar a um melhor aproveitamento de aminoácidos pelo ruminante e reduzir as perdas de N através da urina (Ribeiro et al., 2014). Algumas fontes proteicas que têm sua degradação ampliada a nível ruminal podem levar a maior síntese de proteína microbiana a qual gera maior aporte de aminoácidos microbianos para o intestino e ácidos graxos para o metabolismo de energia (Detmann et al., 2004).

O fluxo e qualidade da proteína bruta (PB) que chega ao intestino varia de acordo com a Pmic e PNDR e suas digestibilidades (Clark et al., 1992), de modo que as fontes proteicas então afetam o fluxo e a qualidade da proteína digestível. O desenvolvimento da nutrição animal permite o equilíbrio de AA na dieta para se melhorar a eficiência de utilização de proteína (Schwab, 2010), porém o conhecimento do fluxo de AA e digestibilidade podem melhorar ainda mais os modelos de nutrição. Alguns autores demonstram que além da proteína, a energia pode ser um limitante para os microrganismos e têm associado a velocidade de liberação de N e energia (através da degradação de carboidratos) para uma melhor eficiência dos microrganismos e aumento da Pmic (Prado et al., 2004; Zeoula et al., 2006; Caldas Neto et al., 2007; Caldas Neto et al., 2008).

3. Referências

Abbasi IHR, Abbasi F, Abd El-Hack ME, Abdel-Latif MA, Soomro RN, Hayat K, Mohamed MAE, Bodinga BM, Yao J, Cao Y (2018). Critical analysis of excessive utilization of crude protein in ruminants ration: impact on environmental ecosystem and opportunities of supplementation of limiting amino acids—a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 1, p. 181-190.

ABIEC - Perfil da Pecuária no Brasil Relatório Anual (2020). Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/> Acesso em: 14 de dezembro 2020.

Alves D (2004). Nutrição aminoacídica de bovinos. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 10, n. 3.

Alves EM, dos Santos Pedreira M, de Oliveira CAS, Ferreira DN, Moreira BS, Freire LDR (2010). Importância da sincronização do complexo proteína/energia na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, v. 4, p. Art. 844-849.

Alves KLGC, Granja-Salcedo YT, Messana JD, Souza VC, Ganga MJG, Colovate PHD, Kishi LT, Berchielli TT (2020). Rumen bacterial diversity in relation to nitrogen retention in beef cattle. **Anaerobe**, p. 102316.

Belanche A, Doreau M, Edwards JE, Moorby JM, Pinloche E, Newbold CJ (2012). Shifts in the rumen microbiota due to the type of carbohydrate and level of protein ingested by dairy cattle are associated with changes in rumen fermentation. **The Journal of nutrition**, v. 142, n. 9, p. 1684-1692.

Bento CBP, Azevedo AC, Gomes DI, Batista ED, Rufino LMA, Detmann E, Mantovani HC (2016). Effect of protein supplementation on ruminal parameters and microbial community fingerprint of Nellore steers fed tropical forages. **Animal**, v. 10, n. 1, p. 44-54.

Biddle A, Stewart L, Blanchard J, Leschine S (2013). Untangling the genetic basis of fibrolytic specialization by lachnospiraceae and ruminococcaceae in diverse gut communities. **Diversity**. 5: 627–640.

Borucki SI, Phillip LE, Lapierre H, Jardon PW, Berthiaume R (2008). The relative merit of ruminal undegradable protein from soybean meal or soluble fiber from beet pulp to improve nitrogen utilization in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 10, p. 3947 – 3957.

Butler WR (1998). Symposium: optimizing protein nutrition for reproduction and lactation. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2533-2539.

Caldas Neto SF, Zeoula LM, Kazama R, Prado IND, Geron LJV, Oliveira FCLD, Prado OPPD (2007). Proteína degradável no rúmen associada a fontes de amido de alta ou baixa degradabilidade: digestibilidade in vitro e desempenho de novilhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.452-460.

Caldas Neto SF, Zeoula LM, Prado IND, Branco AF, Kazama R, Geron LJV, Maeda EM, Fereli F (2008). 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.

Calsamiglia S, Ferret A, Reynolds CK, Kristensen NB, Van Vuuren AM (2010). Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1184.

Cecava MJ, Merchen NR, Berger LL, Mackie RI, Fahey Jr GC (1991). Effects of dietary energy level and protein source on nutrient digestion and ruminal nitrogen metabolism in steers. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 5, p. 2230-2243.

Chen G, Russell JB (1989). More monensin-sensitive, ammonia-producing bacteria from the rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 55, n. 5, p. 1052–1057.

Clark JH, Klusmeyer TH, Cameron MR (1992). Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 75, n. 8, p. 2304-2323.

Costa NDL, Monteiro ALG, Silva ALP, De Moraes A, Giostri AF, Stivari TSS, ... Pin EA (2015). Considerações sobre a degradação da fibra em forragens tropicais associada com suplementos energéticos ou nitrogenados. **Archivos de Zootecnia**, v. 64, n. 247, p. 31-41.

De Carvalho DMG, da Silva Cabral L et al. (2011). Suplementos para ovinos mantidos em pastos de capim-marandu. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 46, n. 2, p. 196-204.

Dehority BA (2004). Rumen microbiology. Nottingham: **Nottingham University Press**, 2nd ed. 372 p.

De Jesus RB, Granja-Salcedo YT, Messana JD, Kishi LT, Lemos EG, de Souza JAM, Berchielli, TT (2019). Characterization of ruminal bacteria in grazing Nellore steers. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 32, n. 4.

Detmann E, Paulino, MF, Zervoudakis JT, Cecon PR, Valadares Filho SDC, Gonçalves LC, ... Melo AJN (2004). Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiço em pastejo durante época seca: desempenho produtivo e característica de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.169-180.

Detmann E, Paulino, MF, Mantovani, HC, Valadares Filho, SDC, Sampaio, CB, De Souza MA, Lazzarini I, Detmann KS (2009). Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis–Menten kinetics. **Livestock Science**, v. 126, n. 1-3, p. 136-146.

Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SDC (2010). Otimização do uso de recursos forrageiros basais. Simpósio de Produção de Gado de Corte. **Anais... Simpósio de Produção de Gado de Corte**, 7, 191-240.

Detmann E, Queiroz ACD, Zorzi K, Mantovani HC, Bayão GFV, Gomes MPC (2011). In vitro degradation of neutral detergent fiber of low-quality tropical forage according to supplementation with true protein and (or) non-protein nitrogen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 6, p. 1272-1279.

Egan AR (1965). The fate and effects of duodenally infused casein and urea nitrogen in sheep fed on a low-protein roughage. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 16, n. 2, p. 169-177.

Fernandes VG (1998). Co-produtos na industrialização do milho. **Mogi Guaçu: Corn Products do Brasil**.

Firkins JL, Yu Z, Morrison M (2007). Ruminal nitrogen metabolism: perspectives for integration of microbiology and nutrition for dairy. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. E1-E16.

Figueiras JF, Detmann E, Paulino MF, Valente TNP, Valadares Filho SDC, Lazzarini I (2010). 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.

Geron LJV, Mexia AA, Garcia J, Silva MM, Zeoula LM (2012). Suplementação concentrada para cordeiros terminados a pasto sobre custo de produção no período da seca. **Semina: Ciências Agrárias**, 33, 797-808.

Hanigan MD, White RR, Apelo SIA, Aguilar M, Estes KA, Myers A (2018). Predicting post-absorptive protein and amino acid metabolism. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47.

Hoffmann A, de MORAES EHBK, Mousquer CJ, Simioni TA, Gomer FJ, Ferreira VB, da SILVA HM (2014). Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período da seca. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 119-130.

James B, Strobel HJ, Chen G (1988). Enrichment and isolation of a ruminal bacterium with a very high specific activity of ammonia production. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 54, n.4, p. 872–877.

Jank L, Braz TGS, Martuscello JA (2013). Gramíneas de Clima Tropical. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal.

Janssen PH, Kirs M (2008). Structure of the archaeal community of the rumen. **Appl. Environ. Microbiol.** 74, 3619–3625. 10.1128/AEM.02812-07.

Jayme CG, Oliveira PCS, Arcanjo AHM, Moreira LC, Jayme DG (2013). Suplementação de bovinos de corte a pasto durante o período seco. **PUBVET**, v.7, p.2446-2564, 2013.

Kamra DN (2005). Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, n.1, p.124-134.

Krause DO, Russell JB (1996). An rRNA approach for assessing the role of obligate amino acid-fermenting bacteria in ruminal amino acid deamination. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 62, n.3, p.815–821.

Köster HH, Cochran RC, Titgemeyer EC, Vanzant ES, Nagaraja TG, Kreikemeier KK, St. Jean G (1997). Effect of increasing proportion of supplemental nitrogen from urea on intake and utilization of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 5, p. 1393-1399.

Krumholz LR, Forsberg CW, Veira DM (1983). Association of methanogenic bacteria with rumen protozoa. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v.29, p.676-680.

Larue R, Yu Z, Parisi VA, Egan AR, Morrison M (2005). Novel microbial diversity adherent to plant biomass in the herbivore gastrointestinal tract, as revealed by ribosomal intergenic spacer analysis and rrs gene sequencing. **Environmental Microbiology**, Hoboken, v. 7, p. 530-543.

Lempp B (2013). Anatomia de Plantas forrageiras. In: Reis RA, Bernardes TF, Siqueira GR. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: Gráfica Multipress.

Leng RA (1990). Factors affecting the utilization of quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, v. 3, p. 277-303.

Lobley GE, Connell AM, Lomax A, Brown DS, Milne E, Calder AG, Farningham DAH (1995). Hepatic detoxification of ammonia in the ovine liver: possible consequences for amino acid catabolism. *Br J Nutr* 73:667–685.

Lopes LD, de Souza Lima AO, Taketani RG, Darias P, da Silva LRF, Romagnoli EM, ... Mendes R (2015). Exploring the sheep rumen microbiome for carbohydrate-active enzymes. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 108, n. 1, p. 15-30.

Maiga HA, Schingoethe DJ, Henson JE (1996). Ruminal degradation, amino acid composition, and intestinal digestibility of the residual components of five protein supplements. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 9, p. 1647-1653.

Minson DJ (1990). **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press. 483p.

Mjoun K, Kalscheur KF, Hippen AR, Schingoethe DJ (2010). Ruminal degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in soybean and corn distillers grains products. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 9, p. 4144-4154.

Moore JE (1980). Forage crops. **Crop quality, storage, and utilization**, p. 61-91.

Moraes EHBKD, Paulino MF, Zervoudakis JT, Valadares Filho SDC, Cabral LDS, Detmann E, Valadares RFD, Moraes KAKD (2006). Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas 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.

Morgavi DP, Kelly WJ, Janssen PH, Attwood GT (2013). Rumen microbial (meta) genomics and its application to ruminant production. **Animal**, v. 7, p. 184–201.

Mousquer CJ (2015). **Associação da altura do pasto e níveis de suplementação para bovinos de corte no período de transição águas-seca**. 2015. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia.

Naves, JR (2010). **Utilização de fontes nitrogenadas com diferentes taxas de degradabilidade em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.

National Research Council – NRC (2001). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: D.C. 363p.

Neto GAF, Paulino MF (2000). **Suplementação de bovinos em pastagens: uma abordagem mecanística**. Viçosa: Garcez Neto, AF.

Ogunade IM, Lay J, Andries K, McManus CJ, Bebe F (2019). Effects of live yeast on differential genetic and functional attributes of rumen microbiota in beef cattle. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 10, n. 1, p. 1-7.

Paulino MF (2001). Estratégias de suplementação para bovinos em pastejo. In: Simpósio De Produção De Gado De Corte, 1., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** p.137-156.

Paulino MF, Figueiredo DD, Moraes EHBK, Porto MO, Sales MF, Acedo TS, Villela SDJ, Valadares Filho SDC (2004). Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. **Simpósio de produção de gado de corte**, v. 4, p. 93-144.

Pina DS et al. (2010). **Degradação Ruminal da Proteína dos Alimentos e Síntese de Proteína Microbiana**. 2010. Disponível em: [http://cqbal.agropecuaria.ws/webcqbal/brcorte/brcorte2010port/2Degradabilidade proteina.pdf](http://cqbal.agropecuaria.ws/webcqbal/brcorte/brcorte2010port/2Degradabilidade%20proteina.pdf)

Poppi DP, Mclennan SR (1995). Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.1, p.278-290.

Porto MO, Paulino MF, Detmann E, Valadares Filho SDC, Sales MFL, Cavali J, Nascimento ML, Acedo TS (2011). 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.

Prado OPP, Zeoula LM, Neto SFC, Geron LJ, Fereli F, Maeda E, Oliveira FCL, Kazama R (2004). Digestibilidade dos nutrientes de rações com diferentes níveis de proteína degradável no rúmen e fonte de amido de alta degradabilidade ruminal em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 26, no. 4, p. 521-527.

Preston TR (1986). Analytical methods for characterizing In: Feed resources for ruminants. **Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines**.2. A practical manual for research workers. Rome: FAO, p.106.

Reis RA, Rodrigues LDA, Pereira JRA (1997). Suplementação como estratégia de manejo de pastagem. In: Simpósio Sobre Manejo De Pastagem, 13., 1997, Piracicaba, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. p.123-150.

Reis RA, Melo GD, Bertipaglia LMA, Oliveira AP (2005). Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: **Volumosos Na Produção De Ruminantes**, 2., 2005, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal:FUNEP, p.25-60.

Reis RA, Ruggieri AC, Casagrande DR, Páscoa AG (2009). Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. SPE, p. 147-159.

Reynolds CK, Kristensen NB (2008). Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: an asynchronous symbiosis. **Journal of animal science**, v. 86, n. suppl_14, p. E293-E305.

Ribeiro PR, Macedo Junior GL, Silva SP (2014). Aspectos nutricionais da utilização das proteínas pelos ruminantes. **Veterinária notícias**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 1-14.

Ribeiro PR, De Lima Macedo G, Da Silva SP (2015). Aspectos nutricionais da utilização da proteína na pelos ruminantes.

Russell JB, Hespell RB (1981). Microbial rumen fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 64, n. 6, p. 1153-1169.

Russell JB, Sniffen CJ (1984). Effect of carbon-4 and carbon-5 volatile fatty acids on growth of mixed rumen bacteria in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 5, p. 987-994.

Russell JB, O'Connor JD, Fox DG, Van Soest PJ, Sniffen CJ (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3551- 3561.

Russell JB, Mantovani HC (2002). The bacteriocins of ruminal bacteria and their potential as an alternative to antibiotics. **Journal of molecular microbiology and biotechnology**, v. 4, n. 4, p. 347-355.

Salazar DR, Cortinhas CS, Jr JEF (2008). Sincronismo energia-proteína: assimilação de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em ruminantes. **PUBVET**, v. 2, n. 12.

Santos FAP, Mendonça AP (2011). Metabolismo de proteínas. In: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. 2ed. **Nutrição de Ruminantes**. FAPESP: Jaboticabal, SP. p.265-297, 2011.

Santos FDA (2004). Gluten de milho na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 3, p. 79-100.

Schwab CG (2010). Balancing diets for amino acids: Nutritional, environmental and financial implications. In: **Proceedings of the 19th Annual Tri-State Dairy Nutrition Conference, Grand Wayne Center, Fort Wayne, Indiana, USA, 20-21 April, 2010**. Purdue University Press.

Socreppe LM (2020). Sincronização ruminal de energia e proteína em bovinos de corte criados em sistema pasto-suplemento.

Sok M, Ouellet DR, Firkins JL, Pellerin D, Lapierre H (2017). Amino acid composition of rumen bacteria and protozoa in cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 7, p. 5241-5249.

Souza MA, Detmann E, Paulino MF, Sampaio CB, Lazzarini I, Filho SPC (2010). Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low – quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v.42, n.6, p.1299-1310.

Souza VC, Messana JD et al (2020). Assessing amino acid utilization in young Nellore steers fed high-concentrate diets with different sources and levels of nitrogen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 269, p. 114642.

Teklebrhan T, Wang R, Wang M, Wen JN, Tan LW, Zhang XM, Ma ZY, Tan ZL (2020). Effect of dietary corn gluten inclusion on rumen fermentation, microbiota and methane emissions in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 259, p. 114314.

Torres FE, Valle CB, Macedo MCM, Lempp B (2001). Características físicas e químicas de nove acessos de *Brachiaria brizantha*. In: **Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia**, 38., 2001. Anais... Piracicaba.

Valadares Filho SDC, Paulino PVR, Magalhães KA, Paulino M (2002). Modelos nutricionais alternativos para otimização de renda na produção de bovinos de corte. **Simpósio de Produção de Gado de Corte**, v. 3, p. 197-254.

Valadares Filho SC, Pina DS (2006). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, v.1, 583p.

Valadares Filho SC, Machado PAS, Chizzotti ML, Amaral HF, Magalhães KA, Capelle ER (2020). CQBAL 4.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.cqbal.com.br. Acesso em 17/11/2020

Valle CB, Euclides VPB, Pereira JM, Valério JR, Pagliarini MS, Macedo MCM, Leite GG, Lourenço AJ, Fernandes CD, Dias-Filho MB, Lempp B, Pott A, Souza MA (2004). O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiárias. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 36p (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 149).

Van Soest PJ (1994). **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Cornell University Press. Ithaca, NY. USA. 476 pp.

Wang L, Liu K, Wang Z, Bai X, Peng Q, Jin L (2019). Bacterial community diversity associated with different utilization efficiencies of nitrogen in the gastrointestinal tract of goats. **Frontiers in microbiology**, v. 10, p. 239.

Weimer PJ (1998). Manipulação da fermentação ruminal: uma perspectiva ecológica microbiana. **J. Anim. Sci.** 76, 3114-3122.

Weimer PJ (2011). End product yields from the extraruminal fermentation of various polysaccharide, protein and nucleic acid components of biofuels feedstocks. **Bioresource Technology**, v.102. n.3, p.3254-9.

Weimer PJ (2015). Redundancy, resilience, and host specificity of the ruminal microbiota: implications for engineering improved ruminal fermentations. **Frontiers in microbiology**, v. 6, p. 296.

Welkie DG, Stevenson DM, Weimer PJ (2010). Analysis of ruminal bacterial community dynamics in lactating dairy cows during the feeding cycle. **Anaerobe**, London, v.16, n.2, p.94–100.

Wlodarski L, Maeda EM, Fluck AC, Gilioli D (2017). Microbiota ruminal: diversidade, importância e caracterização. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 11, p. 1-20.

Wu J, Zhang X, Wang R, Wang M, He Z, Tan Z, Jiao J (2020). Replacing corn grain with corn gluten feed: Effects on the rumen microbial protein synthesis, functional bacterial groups and epithelial amino acid chemosensing in growing goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 270, p. 114684.

Zeoula LM, Fereli F, Prado IND, Geron LJV, Caldas Neto SF, Prado OPPD, Maeda EM (2006). Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2179-2186.

Zhou Z, Meng Q, Li S, Jiang L., Wu H (2017). Effect of urea-supplemented diets on the ruminal bacterial and archaeal community composition of finishing bulls. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 101, n. 15, p. 6205-6216.

Zhuang H, Tang N, Yuan Y (2013). Purification and identification of antioxidant peptides from corn gluten meal. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 4, p. 1810-1821.