

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 03/08/2023.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO COM BLOCOS
MULTIFUNCIONAIS SOBRE OS PARÂMETROS
NUTRICIONAIS E DIVERSIDADE BACTERIANA RUMINAL DE
NOVILHOS NELORE**

Rayanne Viana Costa

Zootecnista

2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO COM BLOCOS
MULTIFUNCIONAIS SOBRE OS PARÂMETROS
NUTRICIONAIS E DIVERSIDADE BACTERIANA RUMINAL DE
NOVILHOS NELORE**

Rayanne Viana Costa

Orientadora: Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel

Co-orientadora: Dra. Yury Tatiana Granja-Salcedo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

C837i Costa, Rayanne Viana
Impacto da suplementação com blocos multifuncionais sobre os parâmetros nutricionais e diversidade bacteriana ruminal de novilhos Nelore / Rayanne Viana Costa. -- Jaboticabal, 2021
105 f.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Jane Maria Bertocco Ezequiel
Coorientadora: Yury Tatiana Granja-Salcedo

1. Nutrição Animal. 2. Bovino de corte. 3. Rúmen Microbiologia. 4. Nitrogênio na nutrição animal. 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.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO COM BLOCOS MULTIFUNCIONAIS SOBRE OS PARÂMETROS NUTRICIONAIS E DIVERSIDADE BACTERIANA RUMINAL DE NOVILHOS NELORE

AUTORA: RYANNE VIANA COSTA

ORIENTADORA: JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL

COORIENTADORA: YURY TATIANA GRANJA SALCEDO

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



Dra. YURY TATIANA GRANJA-SALCEDO (Participação Virtual)
Corporação Colombiana de Pesquisa Agropecuária / Medellín/Colômbia



Dra. LAURA FRANCO PRADOS (Participação Virtual)
APTA - Gabinete da Coordenadoria/Conselho Técnico Científico / Colina/SP



Prof. Dr. MARCO TULIO COSTA ALMEIDA (Participação Virtual)
Universidade Federal do Espírito Santo-UFES / Alegre/ES



Pós-doutoranda JULIANA AKAMINE TORRECILHAS (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Pós-doutoranda ANA REBECA CASTRO LIMA (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 03 de agosto de 2021

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Rayanne Viana Costa, nascida no dia 05 de agosto de 1992, em Tangará da Serra, no estado de Mato Grosso, filha de Edivaldo Ferreira Costa e Vilma Viana da Silva Costa. No ano de 2010, ingressou no curso de graduação em Zootecnia pela Faculdade de Agronomia e Zootecnia (FAAZ) da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, campus Cuiabá, concluindo em dezembro de 2014. Em março de 2015 ingressou Mestrado em Ciência Animal na área de produção de ruminantes na mesma instituição, sob orientação do Prof. Dr. Luciano da Silva Cabral, concluindo em fevereiro de 2017. Neste mesmo ano, ingressou no doutorado em Zootecnia na área de nutrição e alimentação de ruminantes pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Campus de Jaboticabal, sob orientação da Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel. Participou do Programa Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE – CAPES) atuando como pesquisadora visitante no Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO – Brisbane, Austrália), sob orientação do Dr. Christopher Mcsweeney.

Epígrafe

“Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”. (Josué 1:9)

Dedicatória

*Aos meus pais, **Edivaldo e Vilma** pelos exemplos de dignidade e amor, por acreditar em mim e ser a razão de meus esforços.*

*Ao meu irmão, **Rafael**, e minhas sobrinhas, **Sophia e Anna Samara**, pelo apoio e amor incondicional.*

*A minha avó **Ana Alves da Costa** (in memoriam), exemplo de perseverança, me fazendo acreditar que meus sonhos poderiam ser concretizados.*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me iluminado e me sustentado durante esse período.

A minha família, meus pais Edivaldo e Vilma, meu irmão Rafael e minhas sobrinhas Sophia e Anna Samara. O apoio e o amor incondicional de vocês me dão forças para seguir a diante quando eu penso que não consigo mais.

A minha orientadora profa Dra Jane Maria Bertocco Ezequiel, por ter aceitado me orientar e por todas as portas que me foram abertas durante o doutorado. A minha coorientadora e mentora Dra Yury Tatiana Granja-Salcedo, que me acolheu e me conduziu durante o doutorado. Sou muito grata por ter te conhecido e ter tido a oportunidade de trabalhar com você e crescer como pessoa e profissional.

A De Heus, pelo apoio financeiro para condução do experimento e ao CNPq pela bolsa de doutorado sanduíche.

Aos Drs Chris Mcsweeney e Stuart Denman pela acolhida durante minha estadia no CSIRO e pela ajuda com a manipulação dos dados de bioinformática, tudo isso foi fundamental para o resultado da minha tese.

Aos meus amigos Australianos que foram minha família fora de casa: Bianca Bee, Cécile Godde, Alessandra Albuquerque, Rita Andrade e as minhas housemates Kristina e Jane. Obrigada por cada morning tea e trivia! Em especial ao James Broadbent, por cada sessão de cinema e observações da lua, os dias na Austrália ficaram muito mais leves com você!

Aos meus irmãozinhos Janinos: Sérgio, Edivilson Filho, Ari, Maria Carolina e aos estagiários (agora companheiros de profissão) Andresa, João Pedro, Lívia e Julia por toda ajuda na condução do experimento.

Aos amigos conquistados, pelas conversas, pelos ensinamentos, pelas risadas, pelas comidas, pela parceria, pelos colos, pelo companheirismo e ajuda na hora do desespero! Carol, Juliana Akamine, Débora, Laura, Paloma, mil vezes obrigada!

Às melhores amigas que a vida poderia me presentear, Karine Dalla Vecchia e Kênia Alves. Obrigada por toda compreensão, paciência e parceria. Esse doutorado não

teria saído sem a sua ajuda de vocês. Pela amizade, por ter dividido e participado ativamente das minhas conquistas e decepções. Por ter me ensinado, sempre me acolhendo e me apoiando em tudo e em todos os momentos!

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – processo nº 141882/2017-4

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para execução desse projeto.

Sumário

CERTIFICADO DO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS.....	vii
RESUMO:	viii
ABSTRACT:.....	x
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	12
1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Produção de bovinos de corte em pastagens e uso de suplementação	13
1.2. Blocos multifuncionais na suplementação de bovinos de corte	16
1.3. Importância do microbioma ruminal no metabolismo de bovinos em pasto..	19
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CHAPTER 2 - EFFECT OF LOW-MOISTURE, SUGARCANE MOLASSES-BASED BLOCK SUPPLEMENTATION ON NUTRIENT DIGESTIBILITY, NITROGEN BALANCE AND RUMINAL ECOSYSTEM IN BEEF CATTLE FED WITH LOW-QUALITY FORAGE.....	32
1. INTRODUCTION.....	33
2. MATERIAL AND METHODS	34
2.1. Animals and treatments	34
2.2. Intake and digestibility of dry matter and nutrients.....	36
2.3. Nitrogen balance and rumen microbial protein synthesis.....	36
2.4. Rumen fermentation parameters	38
2.5. Rumen bacteria and archaea diversity.....	38
2.6. Statistical analysis.....	40
3. RESULTS	41
3.1. Intake and digestibility.....	41
3.2. Nitrogen balance and rumen microbial protein synthesis.....	42
3.3. Rumen fermentation parameters	43
3.4. Rumen bacteria and archaea diversity.....	46
4. DISCUSSION	50
5. CONCLUSION.....	55
6. REFERENCES	55

7. SUPPLEMENTARY DATA	62
CHAPTER 3 - EFFECT OF OW-MOISTURE, SUGARCANE MOLASSES-BASED BLOCK SUPPLEMENTATION ON <i>IN SITU</i> RUMINAL DEGRADABILITY, INGESTIVE BEHAVIOR, METABOLIC PARAMETERS, RUMINAL MICROORGANISMS AND THEIR ASSOCIATIONS IN BEEF CATTLE FED WITH LOW QUALITY FORAGE	63
1. INTRODUCTION	65
2. MATERIAL AND METHODS	66
2.1. Animals and treatments	66
2.2. Ingestive behavior.....	68
2.3. Metabolics parameters.....	69
2.4. Ruminal degradability of diets.....	69
2.5. Rumen bacteria and archaea diversity.....	70
2.6. Statistical analysis.....	72
3. RESULTS	73
3.1. Ingestive behavior.....	73
3.2. Metabolics parameters.....	74
3.3. Ruminal degradability	75
3.4. Ruminal microorganisms and their association with rumen degradation and metabolic parameters	76
4. DISCUSSION	82
5. CONCLUSION.....	86
6. REFERENCES	87
7. SUPPLEMENTARY DATA	95

CERTIFICADO DO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

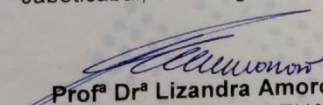
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado “Desempenho nutricional de **bovinos suplementados com mistura de umidade baixa (MUB®)**”, protocolo nº 010216/17, sob a responsabilidade da Prof.^a Dr.^a Jane Maria Bertocco Ezequiel, 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 julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de 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 03 de Agosto de 2017.

Vigência do Projeto	10/08/2017 a 20/04/2018
Espécie / Linhagem	<i>Bos taurus</i>
Nº de animais	06
Peso / Idade	350 Kg / 22 meses
Sexo	Macho
Origem	Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos – FCAV/Unesp

Jaboticabal, 03 de Agosto de 2017.


Prof.^a Dr.^a Lizandra Amoroso
Coordenadora – CEUA

IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO COM BLOCOS MULTIFUNCIONAIS SOBRE OS PARÂMETROS NUTRICIONAIS E DIVERSIDADE BACTERIANA RUMINAL DE NOVILHOS NELORE

RESUMO: Objetivou-se com este estudo avaliar os parâmetros de fermentação ruminal, balanço de nitrogênio, parâmetros da degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN), comportamento ingestivo, os parâmetros metabólicos e a diversidade bacteriana ruminal de novilhos Nelore em regime de alimentação com forragem tropical de baixa qualidade recebendo diferentes fontes de suplementação. Foram utilizados seis novilhos Nelore (350 ±10 kg peso corporal inicial e 24 meses de idade), castrados, canulados permanentemente no rúmen, distribuídos aleatoriamente em um Quadrado Latino duplo 3×3, sendo três tratamentos e três períodos experimentais. Os animais receberam feno de *Urochloa brizantha* (Hochst.) Stapf, “Marandu” *ad libitum* como dieta basal e foram suplementados com sal mineral ureado (SMU), concentrado proteico-energético comercial (SPE) ou bloco multifuncional (BMF). O consumo de MS, suplemento, MO, FDN_{cp} e FDA foi superior para os animais suplementados com SPE (P<0,05). Entretanto, o uso do BMF aumentou o consumo e a digestibilidade de PB (P<0,001). Maiores coeficientes de digestibilidade da FDN_{cp} foram observados em animais suplementados com SMU (P=0,032). Houve interação tempo x tratamento para a concentração ruminal de N-NH₃ onde animais suplementados com SPE apresentaram maior concentração de amônia as 2, 4 e 6 horas após a alimentação, quando comparado a SMU e BMF (P<0,001). A proporção de propionato foi maior quando BMF foi suplementado (P=0,016). Animais suplementados com BMF e SPE tiveram similar retenção de nitrogênio (RN, g/d) em função do nitrogênio consumido e digerido e eficiência de uso do nitrogênio, porém maiores que os animais suplementados com SMU (P<0,007). A suplementação com concentrado proteico-energético proporcionou maior abundância relativa ruminal de *Mogibacterium.spp*, Ruminococcaceae UCG-004 e *Papilibacter.spp* e tendência a maior população relativa de Eubacterium grupo coprostanoligenes quando comparado ao SMU (P<0,05). O *Clostridium* sp. CAG-352, *Lachnoclostridium* 10, Prevotellaceae UCG-004, Ruminococcaceae-UCG-011 e *Succinivibrio.spp* foram identificados apenas no rúmen de novilhos alimentados com SPE. Novilhos suplementados com SMU apresentaram maior abundância relativa ruminal de *Fretibacterium.spp* e do grupo Lachnospiraceae ND3007 Em relação ao comportamento alimentar, animais suplementados com SPE e BMF despenderam maior tempo na interação com o feno (P=0,004), enquanto animais suplementados com SMU e BMF apresentaram menor tempo de interação com o suplemento (P=0,002). O tempo de alimentação foi maior em animais suplementados com SPE (P<0,001). As concentrações sanguíneas de glicose, insulina, proteínas totais não foram influenciadas pelos tratamentos (P>0,05). Entretanto, a concentração de ureia foi superior em animais suplementados com BMF (P=0,05) e houve efeito de tratamento e tempo de coleta (P<0,05) na concentração de triglicerídeos; o uso do BMF resultou em maiores concentrações de triglicerídeos e houve uma diminuição linear das

concentrações em função do tempo de coleta ($P < 0,05$). A degradabilidade ruminal da fração “a” da MS e a degradabilidade efetiva estimada a 2,5 e 8%^{h-1} foi similar para animais suplementados com SPE e BMF ($P < 0,05$). Em contraste, a degradabilidade ruminal da fração “b” foi similar entre SMU e SPE ($P = 0,013$) e a degradabilidade potencial foi superior para animais suplementados com SPE ($P = 0,015$). A fração “b” foi correlacionada positivamente com o filo Fibrobacter ($P = 0,034$; $r = 0,50$) e negativamente com a classe Bacilli, as ordens MVP 15, Lactobacillales, os gêneros *Lachnospiraceae bacterium FD2005* e *Succinimonas.spp* ($P < 0,016$; $r < -0,56$). A fração “b” da FDN foi correlacionada positivamente com as ordens Aeromonadales, Desulfuromonadales, os gêneros *Eubacterium hallii group*, *Coprococcus 1*, *Ruminiclostridium 5*, *Ruminobacter* e a espécie *Lachnospiraceae UCG,002* ($P < 0,001$, $r > 0,70$). A ureia plasmática se correlacionou positivamente com a classe Gammaproteobacteria, a família Ruminococcaceae, os gêneros *Ruminobacter.spp* e *Succinivibrio.spp* e a OTU *Family XI 2II* ($P < 0,007$; $r > 0,63$) e negativamente com a família Prevotellaceae e o gênero *Fretibacterium.spp* ($P < 0,036$; $r < -0,52$). O uso dos blocos multifuncionais influencia a composição do ecossistema bacteriano ruminal em favor da família *Neisseriaceae* e melhora a retenção e a eficiência de uso do nitrogênio. Entretanto, estas mudanças foram semelhantes as geradas pelo suplemento proteico-energético comercial.

Palavras-chave: bactérias, estacionalidade forrageira, feno de baixa qualidade, retenção de nitrogênio, rumen, suplementação alimentar

IMPACT OF LOW-MOISTURE, SUGARCANE MOLASSES-BASED BLOCK SUPPLEMENTATION ON NUTRITIONAL PARAMETERS AND RUMINAL BACTERIAL DIVERSITY OF NELORE STEERS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the parameters of ruminal fermentation, nitrogen balance, parameters of ruminal dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) degradability, ingestive behavior, metabolic parameters and ruminal bacterial diversity of Nelore steers fed with low quality tropical forage, receiving different sources of supplementation. Six Nelore steers (350 ±10 kg initial body weight and 24 months of age), castrated, permanently cannulated in the rumen, randomly distributed in a 3×3 double Latin Square, with three treatments and three experimental periods, were used. The animals received *Urochloa brizantha* (Hochst.) Stapf hay, “Marandu” ad libitum as basal diet and were supplemented with: urea mineral salt (SMU), commercial protein-energy concentrate (SPE) or low-moisture, sugarcane molasses-based block (BMF). The consumption of DM, supplement, MO, NDFcp and FDA was higher for animals supplemented with SPE ($P<0.05$). However, the use of BMF increased CP intake and digestibility ($P<0.001$). Higher coefficients of digestibility of NDFcp were observed in animals supplemented with SMU ($P=0.032$). There was an interaction time × treatment for the ruminal concentration of N-NH₃ where animals supplemented with SPE had higher ammonia concentration at 2, 4 and 6 hours after feeding, when compared to SMU and BMF ($P<0.001$). The proportion of propionate was higher when BMF was supplemented ($P=0.016$). Animals supplemented with BMF and SPE had similar nitrogen retention (RN, g/d) as a function of consumed and digested nitrogen and nitrogen use efficiency, but higher than animals supplemented with SMU ($P<0.007$). Supplementation with protein-energy concentrate provided higher relative ruminal abundance of *Mogibacterium*.spp, *Ruminococcaceae* UCG-004 and *Papilibacter*.spp and a trend towards higher relative population of *Eubacterium* group coprostanoligenes when compared to SMU ($P<0.05$). *Clostridium* sp. CAG-352, *Lachnoclostridium* 10, *Prevotellaceae* UCG-004, *Ruminococcaceae*-UCG-011 and *Succinivibrio*.spp were identified only in the rumen of SPE-fed steers. SMU-supplemented steers had higher relative ruminal abundance of *Fretibacterium*.spp and *Lachnospiraceae* ND3007. In relation to feeding behavior, animals supplemented with SPE and BMF spent more time in the interaction with hay ($P=0.004$), while animals supplemented with SMU and BMF showed shorter interaction time with the supplement ($P=0.002$). Feeding time was longer in animals supplemented with SPE ($P<0.001$). Blood glucose, insulin, total protein concentrations were not influenced by treatments ($P>0.05$). However, the urea concentration was higher in animals supplemented with BMF ($P=0.05$) and there was an effect of treatment and collection time ($P<0.05$) on the concentration of triglycerides; the use of BMF resulted in higher concentrations of triglycerides and there was a linear decrease in concentrations as a function of collection time ($P<0.05$). Ruminal degradability of fraction “a” of DM and estimated effective degradability at 2.5 and 8%h⁻¹ were similar for animals supplemented with SPE and BMF ($P<0.05$). In contrast, the ruminal degradability of fraction “b” was similar between SMU and SPE ($P=0.013$) and

the potential degradability was higher for animals supplemented with SPE ($P=0.015$). Fraction “b” was positively correlated with the phylum Fibrobacter ($P=0.034$; $r=0.50$) and negatively with the class Bacilli, the orders MVP 15, Lactobacillales, the genera Lachnospiraceae bacterium FD2005 and Succinimonas.spp ($P<0.016$); $r<-0.56$). The fraction “b” of NDF was positively correlated with the orders Aeromonadales, Desulfuromonadales, the genera Eubacterium hallii group, Coprococcus 1, Ruminiclostridium 5, Ruminobacter and the species Lachnospiraceae UCG.002 ($P<0.001$, $r>0.70$). Plasma urea correlated positively with the Gammaproteobacteria class, the Ruminococcaceae family, the Ruminobacter.spp and Succinivibrio.spp genera and the OTU Family XI 2II ($P<0.007$; $r>0.63$) and negatively with the Prevotellaceae family and the genus Fretibacterium.spp ($P<0.036$; $r<-0.52$). The use of low-moisture, sugarcane molasses-based block influences the composition of the ruminal bacterial ecosystem in favor of the Neisseriaceae family and improves nitrogen retention and use efficiency. However, these changes were like those generated by the commercial protein-energy supplement.

Key-words: bacteria, forage seasonality, low quality hay, nitrogen retention, rumen, feed supplementation

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

No cenário mundial, o Brasil se destaca por possuir o maior rebanho comercial de bovinos, com aproximadamente 213,68 milhões de cabeças (ABIEC, 2020) distribuídos em cerca de 162,53 milhões de hectares de pastagens (ABIEC, 2019). Estima-se que 87,4% dos animais abatidos no Brasil sejam manejados exclusivamente em pastagem (ABIEC, 2019) e, considerando que a estacionalidade influencia a composição e a qualidade da forragem, torna-se imprescindível o uso de estratégias nutricionais que tenham como objetivo o atendimento das necessidades nutricionais dos animais (ASSOCON, 2012).

No Brasil, a produção de forragem é influenciada pela estacionalidade produtiva, onde as forrageiras tropicais não conseguem manter um balanço ótimo entre a demanda animal e os nutrientes necessários para atender às exigências de ganhos elevados (Reis et al., 2012). A disponibilidade e qualidade das forragens varia de acordo com a estacionalidade, com um período chuvoso (primavera/verão) caracterizado pelo favorecimento do crescimento das plantas, época de maior oferta em quantidade e qualidade de forragem (Reis et al., 2011), e um período seco (outono/inverno), caracterizado pela escassez de chuva, que conseqüentemente reduz a produção de forragem e causa mudanças estruturais do dossel, acúmulo de colmo e material morto, ocorrendo queda na qualidade da forragem (Lazzarini et al., 2009).

A suplementação alimentar pode ser adotada como uma prática tecnológica de apoio à pastagem. O adicional de nutrientes proveniente da suplementação faz com que os animais se tornem mais eficientes na utilização da forragem disponível, através de melhorias nas condições do ambiente ruminal (Reis et al. 2009).

Existem diversas estratégias de suplementação em pasto e as mais comuns utilizam grãos, subprodutos da agroindústria, sais proteinados ou energéticos e, mais recentemente no Brasil, os blocos multifuncionais. Este último permite o baixo consumo de uma mistura de ingredientes compactados, de modo a fornecer nutrientes ao longo do dia. Além disso, evita quedas bruscas do pH e picos de concentração de amônia

ruminal, comuns em uma suplementação convencional (Trater et al., 2003; Katulski et al., 2017).

Alguns estudos têm avaliado o efeito da suplementação com blocos multifuncionais em bovinos. Freitas et al. (2003a), estudaram o efeito da suplementação com blocos multifuncionais com diferentes níveis de melaço de cana-de-açúcar (25, 30, 35 e 40%), observaram que independentemente dos níveis de melaço, houve aumento no consumo, digestibilidade, concentrações ruminais de amônia, nitrogênio uréico sanguíneo e alteração no pH ruminal. Titgemeyer et al. (2004), ao avaliarem a resposta da suplementação com blocos multifuncionais contendo baixo (15%) ou elevado (28%) teor de proteína bruta (PB) para bovinos em crescimento, observaram que animais alimentados com bloco de alto teor de proteína tiveram maior consumo e ganharam mais peso. Entretanto, o estudo dos efeitos da suplementação com blocos multifuncionais sobre o comportamento ingestivo, metabolismo e microbioma ruminal de bovinos alimentados com forragens de baixa qualidade é inexistente.

No Brasil, esse tipo de suplemento ainda não é amplamente utilizado. Porém, os blocos multifuncionais surgem como oportunidade de uso, uma vez que seus benefícios vão desde a melhoria dos parâmetros nutricionais até o desempenho animal, além da facilidade de uso. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros de fermentação ruminal, balanço de nitrogênio, parâmetros metabólicos, degradabilidade ruminal de nutrientes, comportamento ingestivo, diversidade bacteriana e archaeal ruminal de novilhos Nelore alimentados com forragem tropical de baixa qualidade recebendo diferentes suplementos alimentares, sendo blocos multifuncionais, concentrado proteico energético comercial e sal minera ureado.



2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (2019) Sumário 2019. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/controle/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>>

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (2020) Beef Report – Perfil da pecuária no Brasil. Disponível em: <https://www.cicarne.com.br/wp-content/uploads/2020/05/SUM%C3%81RIO-BEEF-REPORT-2020_NET.pdf>

Associação Nacional dos Confinadores. Levantamento da ASSOCON Sobre o Sistema de Produção em Confinamento no Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/BeefPoint/assocon-censo-2012>>

Bezerra LR, Sarmiento JLR, Neto SG, de Paula NRO, Oliveira RL, do Rêgo WMF (2013) Residual feed intake: a nutritional tool for genetic improvement. **Tropical animal health and production** 45(8):1649-1661.

Anderson CL, Sullivan MB, Fernando SC (2017) Dietary energy drives the dynamic response of bovine rumen viral communities. **Microbiome** 5:155.

Angelidis A, Crompton L, Misselbrook T, Yan T, Reynolds CK Stergiadis S (2019) Evaluation and prediction of nitrogen use efficiency and outputs in faeces and urine in beef cattle. **Agriculture, ecosystems and environment** 280:1-15.

Araque CA e Cortes R (1998) Evaluación del efecto de diferentes niveles de urea en bloques multinutricionales sobre el consumo de los bloque y ganancia de peso en mautes. **Revista Facultad de Agronomía (LUZ)** 15:180-187.

Araque CA e Escalona M (1995) Una nota sobre el uso de los bloques multinutricionales en ganado de ceiba. **Zootecnia Tropical** 13:87-94.

Arcuri PB, Lopes FCF, Carneiro JC (2011) Microbiologia do rúmen. In: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SGD (Eds.) **Nutrição de ruminantes. 2º edição**. FUNEP – Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. Jaboticabal 111-140.

Aubel NA, Jaeger JR, Drouillard JS, Schlegel MD, Pacheco LA, Linden DR, Bolte JW, Higgins JJ, Olson KC (2011) Effects of mineral-supplement delivery system on frequency, duration, and timing of supplement use by beef cows grazing topographically rugged, native rangeland in the Kansas Flint Hills. **Journal of animal science** 89(11):3699-3706.

Badurdeen AL, Ibrahim MNM e Ranawana SSE (1994) Methods to improve utilization of rice straw. III. Effect of urea ammonia treatment and urea molasses blocks supplementation on intake, digestibility, rumen and blood parameters. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** 7:363–372.

Barbero RP, Malheiros EB, Araújo TLR, Nave RLG, Mulliniks JT, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2015) Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology** 209:110–118.

Batista ED, Detmann E, Titgemeyer EC, Valadares Filho SCD, Valadares RFD, Prates LL, Rennó LN, Paulino MF (2016) Effects of varying ruminally undegradable protein

supplementation on forage digestion, nitrogen metabolism, and urea kinetics in Nelore cattle fed low-quality tropical forage. **Journal of Animal Science** 94(1):201-216.

Bekele AZ, Koike S, Kobayashi Y (2011) Phylogenetic diversity and dietary association of rumen *Treponema* revealed using group-specific 16S rRNA gene-based analysis. **FEMS microbiology letters** 316:51-60.

Beretta V, Heinzen M, Simeone A (1999) Efeito da suplementação com blocos protéicos na evolução do estado nutricional e comportamento reprodutivo de vacas Hereford pastejando campo nativo diferido. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Porto Alegre. **Anais da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Porto Alegre, 36.

Canesin RC, Berchielli TT, Andrade PD e Reis RA (2007) Desempenho de bovinos de corte mantidos em pastagem de capim-marandu submetidos a diferentes estratégias de suplementação no período das águas e da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, pp.411-420.

Chanthakhoun V, Wanapat M, Berg J (2012) Level of crude protein in concentrate supplements influenced rumen characteristics, microbial protein synthesis and digestibility in swamp buffaloes (*Bubalus bubalis*). **Livestock Science** 144:197-204.

Da Silva SC, Bueno AAO, Carnevalli RA, Uebele MC, Bueno FO, Hodgson J, Matthew C, Arnold GC, Morais JP (2009) Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola** 66:819.

Da Silva-Marques RP, Zervoudakis JT, Nakazato L, Cabral LDS, Hatamoto-Zervoudakis LK, da Silva MIL, Matos, NBDN, Pitchenin LC (2018) Quantitative qPCR Analysis of Ruminant Microorganisms in Beef Cattle Grazing in Pastures in the Rainy Season and Supplemented with Different Protein Levels. **Current microbiology** 75(8):1025-1032.

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

de Oliveira MNV, Jewell KA, Freitas FS, Benjamin LA, Tótola MR, Borges AC, Moraes CA e Suen G (2013). Characterizing the microbiota across the gastrointestinal tract of a Brazilian Nelore steer. **Veterinary microbiology**, 164(3-4), 307-314.

de Medeiros SR, Marino C (2015) Carboidratos na nutrição de gado de corte. Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE) <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1011216/1/NutricaoAnimalCAPI_TULO04.pdf>

De Menezes AB, Lewis E, O'donovan M, O'neill BF, Clipson N, Doyle EM (2011) Microbiome analysis of dairy cows fed pasture or total mixed ration diets. **FEMS microbiology ecology** 78:256-265.

De Queiroz SKG e Gallo S (2013). Comparação entre suplemento mineral e suplemento mineral protéico em forma sólida em novilhos da raça nelore a pasto no período das

águas. **CADERNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO DA FAZU**, 3.

Deng W, Xi D, Mao H, Wanapat M (2008) The use of molecular techniques based on ribosomal RNA and DNA for rumen microbial ecosystem studies: a review. **Molecular biology reports** 35:265–274.

Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SDC, Huhtanen P (2014) Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: A review based on Brazilian results. **Semina Ciências Agrárias** 35:2829–2850

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

Edwards EJ, Mcewan RN, Travis J.A, Wallace RJ (2004) 16S rDNA library based analysis of ruminal bacterial diversity. **Antonie Van Leeuwenhoek** 86:263-281.

Elolimy, AA, Abdelmegeid MK, McCann JC, Shike DW e Loor JJ (2018) Residual feed intake in beef cattle and its association with carcass traits, ruminal solid-fraction bacteria, and epithelium gene expression. **Journal of animal science and biotechnology** 9(1):67.

Euclides VPB (2002) Estratégias de suplementação em pasto: uma visão crítica. In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 437-469.

Freitas SPG, Patiño HO, e Mühlbach PRF (2003a) Efeito da suplementação de bezerros com blocos multinutricionais sobre a digestibilidade, o consumo e os parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia** 32:1508-1515.

Freitas SPG, Ospina HP, Trein CR (1999) Efeito de quatro níveis de melação e de bentonita sódica sobre algumas características físico-químicas de blocos multinutricionais. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Porto Alegre. **Anais da Sociedade Brasileira De Zootecnia**, Porto Alegre, 36.

Garmendia JCA (1994) Uso de bloques multinutricionales en La ganaderia a pastoreo de forrajes de pobre calidad. **Revista Facultad de Agronomia** 11:224-237.

Goes RHDT, Mancio AB, Lana RDP, Leão MI, Alves DD and Silva ATS (2005) Recria de novilhos mestiços em pastagem de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região Amazônica. Consumo e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34, 1730-1739.

Goes RHTB, Gandra J, Marquez A, De Oliveira ER, Fernandes H, Cardoso TDL, Yoshihara M (2015) Metabolismo nitrogenado em bovinos suplementados a pasto durante a transição águas seca. **Archivos de zootecnia** 64:281-290.

González FHD (2000) Uso de perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: González FHD, Barcellos JO, Ospina H, Ribeiro LAO (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Granja-Salcedo YT, Messana JD, Souza VC, Dias AVL, Kishi LT, Rebelo LR, Berchielli TT (2017) Effects of partial replacement of maize in the diet with crude glycerin and/or soyabean oil on ruminal fermentation and microbial population in Nelore steers. **British Journal of Nutrition** 118:651-660.

Greenwood RH, Titgemeyer EC, e Drouillard JS (2000) Effects of base ingredient in cooked molasses blocks on intake and digestion of prairie hay by beef steers. **Journal of Animal Science** 78:167–172.

Henderson G, Cox F, Ganesh S, Jonker A, Young W, Abecia L, Angarita E, Aravena P, Arenas GN, Ariza C, Attwood GT (2015) Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. **Scientific reports** 5:14567.

Hinestroza AD, Becerra MJ (1990) Observaciones sobre la elaboracion y consumo de bloques urea-melaza. **Livestock Research Rural Development** 2:8-14.

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** 2:119-130.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018) Efetivo do rebanho brasileiro, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>>.

Ítavo LCV, Tolentino TCP, Ítavo CCBF, Gomes RC, Dias AM e Silva FF (2008) Consumo, desempenho e parâmetros econômicos de novilhos Nelore e F1 Brangus x Nelore terminados em pastagens, suplementados com mistura mineral e sal nitrogenado com ureia ou amireia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 60, 419-427.

Jayme CG, Oliveira PCS, Arcanjo AHM, Moreira LC, Jayme DG (2013) Suplementação de bovinos de corte a pasto durante o período seco. **Pubvet** 7:1630.

Jose VL, Appoothy T, More RP, Arun AS (2017) Metagenomic insights into the rumen microbial fibrolytic enzymes in Indian crossbred cattle fed finger millet straw. **AMB Express** 7(1):13.

Kalmbacher RS, Brown WF e Pate FM (1995) Effect of molasses-based liquid supplements on digestibility of creeping bluestem and performance of mature cows on winter range. **Journam of Animal Science** 73:853–860.

Kaneko JJ, Harvey J, Bruss ML (1997) **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 932p.

Katulski SL, Van Bibber-Krueger CL, Blevins CA, Schrag NFD, Horton LM, Ellerman TJ, Muller HC, Drouillard JS (2017) Effects of low-moisture molasses block supplements on tissue concentrations of trace elements and growth performance of forage-fed beef cattle. **Journal of Animal Science** 95(suppl_4):310-310.

Kennedy PM e Milligan LP (1980) The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: a review. **Canadian Journal of Animal Science** 60(2):205-221.

Kong Y, Xia Y, Seviour R, He M, McAlister T, Forster R (2012) *In situ* identification of carboxymethyl cellulose–digesting bacteria in the rumen of cattle fed alfalfa or triticale. **FEMS Microbiology Ecology** 80:159–167.

Lazzarini I, Detmann E, Sampaio CB, Paulino MF, Valadares Filho SC, Souza MA, Oliveira FA (2009) Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:2021–2030.

Lazzarini I, Detmann E, Sampaio CB, Paulino MF, Valadares Filho SDC, Souza MA, Oliveira FA (2009a) Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:2021–2030.

Lengowski MB, Witzig M, Möhring J, Seyfang GM, Rodehutschord M (2016) Effects of corn silage and grass silage in ruminant rations on diurnal changes of microbial populations in the rumen of dairy cows. **Anaerobe** 42:6-16.

Ley RE, Hamady M, Lozupone C, Turnbaugh PJ, Ramey RR, Bircher JS, Michael L, Schlegel ML, Tammy A, Tucker T.A, Mark D, Schrenzel MD, Knight R, Gordon JI (2008) Evolution of mammals and their gut microbes. **Science** 320:1647-1651.

Lima, M. L. M. padrão de fermentação ruminal de bovinos recebendo produto homeopático. **Ciência Animal Brasileira** 9:969 – 975.

McSweeney CS, Mackie R (2012) Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Micro-organisms and ruminant digestion: State of knowledge, trends and future prospects. **Background Study Paper (FAO)** 61:1-62.

Mikolayunas C, Thomas DL, Armentano LE, Berger YM (2011) Effect of rumen undegradable protein supplementation and fresh forage composition on nitrogen utilization of dairy ewes¹. **Journal of Dairy Science**, 94(1), p.416–425.

Moraes, SS (2001) Importância da suplementação mineral para bovinos de corte. **Embrapa**, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte.

Moriel P, Artioli LF, Piccolo MB, Miranda M, Ranches J, Ferreira VS, Antunes LQ, Bega AM, Miranda VF, Vieira JF, Vasconcelos JL (2019) Effects of low-moisture, sugarcane molasses-based block supplementation on growth, physiological parameters, and liver trace mineral status of growing beef heifers fed low-quality, warm-season forage. **Translational Animal Science** 3(1):523-531.

Myer PR, Smith TP, Wells JE, Kuehn LA, e Freetly, HC (2015). Rumen microbiome from steers differing in feed efficiency. **PLoS One** 10:e0129174.

Oliveira LOF, Saliba EDOS, Gonçalves LC, Fialho MPF, Miranda PDAB (2009) Parâmetros ruminais e síntese de proteína metabolizável em bovinos de corte sob suplementação com proteinados contendo diversos níveis de proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:2506-2515.

Paterson JA, Bowman JP, Belyea RL, Kerley MS, Williams JE (1994) The impact of forage quality on supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: Fahey

Jr. GC (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madson: American Society of Agronomy 59- 114.

Pereira MLA, Valadares Filho SDC, Valadares RFD, Campos JMDS, Leão MI, Pereira CAR, Silva PA, Mendonça SDS (2005) Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição do leite em vacas no terço inicial da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia** 34:1029-1039.

Pessoa RAS, Leão MI, Ferreira MA, Valadares Filho SDC, Valadares RFD, Queiroz AC (2009) Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-deaçúcar e uréia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:941–947.

Petri RM, Foster R, Yang W, McKinnon JJ, McAllister TA (2012) Characterization of rumen bacterial diversity and fermentation parameters in concentrate fed cattle with and without forage. **Journal of Applied Microbiology** 112:1152– 1162.

Reis RA, Oliveira AA, Siqueira GR, Gatto E (2011) Semi-confinamento para produção intensiva de bovinos de corte. In: **I Simpósio Matogrossense de bovinocultura de corte**, p. 195-224.

Reis RA, Ruggieri AC, Oliveira A.A, Azenha MV, Casagrande DR (2012) Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 642-655.

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

Rennó LN, Valadares RFD, Valadares Filho SDC, Leão MI, Silva JFCD, Cecon PR, Gonçalves LC, Dias HLC, Linhares RS (2000) Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 29(4):1235-1243.

Rius AG, Kittelmann S, Macdonald KA, Waghorn GC, Janssen PH, Sikkema E (2012) Nitrogen metabolism and rumen microbial enumeration in lactating cows with divergent residual feed intake fed high-digestibility pasture. **Journal of dairy Science** 95(9):5024-5034.

Ruas JRM, Torres CAA, Borges LE, Marcatti Neto A, Machado GV, Borges AM (2000) Efeito da Suplementação protéica a pasto sobre eficiência reprodutiva e concentrações sanguíneas de colesterol, glicose e uréia, em vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia** 29(6):2043-2050.

Saleem F, Bouatra S, Guo AC, Psychogios N, Mandal R, Dunn SM, Ametaj BN, Wishart DS (2013) The bovine ruminal fluid metabolome. **Metabolomics** 9(2):360-378.

Sales MFL, Paulino MF, Porto MO, Valadares Filho, SDC, Acedo TS, Couto VRM (2008) Níveis de energia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária no período de transição águas-seca. **Revista Brasileira de**

Zootecnia 37:724-733.

Sales M, de Andrade CMS, Farinatti L (2017) Suplementação energética para bovinos de corte em pastos consorciados durante a época seca no Acre. **Embrapa Acre-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, Rio Branco, AC.

Simioni FL, Andrade IFD, Ladeira MM, Gonçalves TDM, Mata Júnior JID e Campos FR (2009) Níveis e frequência de suplementação de novilhos de corte a pasto na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 2045-2052.

Sampaio CB, Detmann E, Lazzarini I, Souza MAD, Paulino MF, Valadares Filho SDC (2009) Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38(3):560-569.

Sansoucy R, Aarts G, Leng RA (1988) Molasses-urea blocks as a multinutritional supplement for ruminants. In: Sansoucy R, Aarts G, Leng RA (Eds.). **Sugar cane as feed**. FAO 72:263279.

Silva FFD, Sá JFD, Schio AR, Ítavo LCV, Silva RR, Mateus RG (2009) Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38(SPE):371-389.

Srinivas B e Gupta BN (1997) Rumen fermentation, bacterial and total volatile fatty acid (TVFA) production rates in cattle fed on urea-molasses-mineral block licks supplement. **Animal Feed Science Technology** 65:275-286.

Tajima K, Aminov RI, Nagamine T, Matsui H, Nakamura M, Benno Y (2001) Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. **Applied and environmental microbiology** 67:2766-2774.

Thoetkiattikul H, Mhuantong W, Laothanachareon T, Tangphatsornruang S, Pattarajinda V, Eurwilaichitr L, Champreda V (2013) Comparative analysis of microbial profiles in cow rumen fed with different dietary fiber by tagged 16S rRNA gene pyrosequencing. **Current microbiology** 67:130-137.

Titgemeyer EC, Drouillard JS, Greenwood R.H, Ringler JW, Bindel DJ, Hunter RD, Nutsch T (2004) Effect of forage quality on digestion and performance responses of cattle to supplementation with cooked molasses blocks. **Journal of animal science** 82:487-494.

Trater AM, Titgemeyer EC, Drouillard JS, Pike JN (2003) Effects of processing factors on in vitro ammonia release from cooked molasses blocks containing urea. **Animal Feed Science and Technology** 107(1-4):173-190.

Van Soest, PJ (1994) **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. New York: Cornell University Press, 4. 476 p

Vieira Júnior LC, Cabral LDS, Factori MA, Ribeiro FA, Arrigoni MDB, Costa C (2013) Características da forragem que implicam no comportamento e consumo de ruminantes. **Veterinária e Zootecnia** 183-192, 2013.

Wanapat M, Etlum A, Pimpa O (1999) Strategic supplementation with high-quality feed block on roughage intake, milk yield and composition, and economic return in lactating dairy cows. **Asian Australian Journal of Animal Science** 12:901-903.

Zhang R, Zhu W, Zhu W, Liu J, Mao S (2014) Effect of dietary forage sources on rumen microbiota, rumen fermentation and biogenic amines in dairy cows. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 94:1886-1895.