

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS JABOTICABAL**

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE TOURINHOS DE DIFERENTES
GRUPOS GENÉTICOS TERMINADOS EM PASTO OU
CONFINAMENTO SUBMETIDOS A DIFERENTES PLANOS
NUTRICIONAIS**

Tiago Adriano Simioni
Zootecnista

2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS JABOTICABAL**

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE TOURINHOS DE
DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS TERMINADOS EM
PASTO OU CONFINAMENTO SUBMETIDOS A
DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS**

Tiago Adriano Simioni

Orientadora: Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli

Coorientadora: Dra. Juliana Duarte Messana

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

2019

S589e Simioni, Tiago Adriano
Eficiência produtiva de tourinhos de diferentes grupos genéticos terminados em pasto ou confinamento submetidos a diferentes planos nutricionais / Tiago Adriano Simioni. -- Jaboticabal, 2019
132 f.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Telma Teresinha Berchielli
Coorientadora: Juliana Duarte Messana

1. Agronegócio. 2. Bovinos de corte. 3. Metano. 4. Microbiologia do rúmen. 5. Sistemas de Terminação. 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 TESE: EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE TOURINHOS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS
TERMINADOS EM PASTO OU CONFINAMENTO SUBMETIDOS A DIFERENTES
PLANOS NUTRICIONAIS

AUTOR: TIAGO ADRIANO SIMIONI

ORIENTADORA: TELMA TERESINHA BERCHIELLI

COORIENTADORA: JULIANA DUARTE MESSANA

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

Profa. Dra. TELMA TERESINHA BERCHIELLI
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Adjunto EDUARDO HENRIQUE BEVITORI KLING DE MORAES (Videoconferência)
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais / UFMG - Campus Universitário de Sinop/MT

Prof. Dr. OTAVIO RODRIGUES MACHADO NETO
Departamento de Produção Animal-FMVZ/UNESP / Botucatu/SP

Prof. Dr. PAULO HENRIQUE MOURA DIAN
Universidade Brasil-Câmpus Descalvado / Descalvado/SP

Pós-doutoranda YURY TATIANA GRANJA SALCEDO
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 18 de janeiro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

TIAGO ADRIANO SIMIONI: nascido no dia 31 de Maio de 1990 na cidade de São João, Paraná, filho de Jane Chaves Simioni e Ademar Simioni. Ingressou no curso de Bacharel em Zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus de Sinop (UFMT) em Março de 2008, obtendo o título de Zootecnista em Janeiro de 2013, sob orientação do Prof. Dr. Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes, com bolsas de iniciação científica CNPq, CAPES/FAPEMAT, ITI/CNPq ao longo da graduação. Em Março de 2013, ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Câmpus de Sinop, sob orientação do Professor Dr. Douglas dos Santos Pina, com bolsa de estudos da CAPES, obtendo título de mestre em Janeiro de 2015. Em Março de 2015, iniciou o curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, sob orientação da Professora Dra. Telma Teresinha Berchielli.

“A coragem é a primeira das qualidades humanas por que garante todas as outras.”
(Aristóteles)

DEDICO

A Deus e a Minha família, meus pais Ademar e Jane, meus irmãos Diego, Diogo e Mateus pelo AMOR incondicional, ensinamentos, paciência, compreensão. Vocês são minha felicidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, por estar sempre comigo guiando meu caminho, sempre repleto de pessoas magníficas.

Aos meus pais Ademar Simioni e Jane Chaves Simioni, por todo o amor, afeto, preocupação e incentivos. Aos meus irmãos Diego, Diogo e Mateus Simioni por tudo o que passamos e conquistamos juntos. Vocês são meu orgulho! Amo vocês!

A professora Dra. Telma Teresinha Berchielli, pela orientação e confiança, oportunidade de fazer parte de seu grupo de trabalho, paciência e ensinamentos. Pela oportunidade de realizar o meu tão sonhado Doutorado. MUITO OBRIGADO.

A Dra. Juliana Duarte Messana pela confiança, conselhos, conversas e ensinamentos ao longo do desenvolvimento do trabalho e redação dos artigos.

Ao professor Dr. Ricardo A. Reis e Dra. Ana C. Ruggieri pela participação na banca de defesa do projeto, pelas sugestões, discussões e ensinamentos. Minha sincera admiração e gratidão.

Ao professor Dr. Euclides Braga Malheiros pelos ensinamentos e auxílio nas análises estatísticas da pesquisa.

Dra. Yury Tatiana Granja Salcedo e Dr. Pablo Castagnino pela contribuição nas análises de microbiologia, e ao Prof. Dr. Giovani Fiorentini pelos ensinamentos. Muito obrigado por toda a ajuda!

A equipe de trabalho: Everaldo, Lais, Osvaldo, Breno, Sérgio, Amanda, Paulo, Maria Julia, Thais, Leticia, Ana Carolina, Henrique, Fernando, Luis, Ricardo (Palotina), Marisa (UEM), muito obrigado pela ajuda e companheirismo.

Ao funcionário Vlademir (Vlade) do Setor de Digestibilidade e Avaliação de Alimentos, pelo aprendizado, amizade e também ajuda na condução da pesquisa. Sou extremamente grato a você.

Aos amigos e colegas Lucas, Alvair, Pablo, Antonio, Jeferson, Fagner, Erick (Devasso), Juliana Akamine, Fernando (Nandinho), Rodrigo, Ari, Lutti, Tiago, Raony, Diego, pela ajuda e convivência, muito obrigado.

A Dra. Ana e seu Orlando, que tanto me auxiliaram e ajudaram no laboratório - LANA. Obrigado pela paciência.

Aos professores e pesquisadores de pós-graduação da UNESP-Jaboticabal, por todos os ensinamentos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa (Processo nº2015/01147-0).

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

A FUNEP pelo apoio financeiro para compra dos animais e FEPE pelo fornecimento dos ingredientes para uso na alimentação dos animais.

Aos funcionários da Fazenda, Transporte e Manutenção da UNESP por toda a ajuda prestada.

Ao professor Dr. Eduardo H. B. K. Moraes, Dr. Otávio R. M. Neto, Dr. Paulo H. M. Dian e Dra. Yury T. G. Salcedo pela participação na banca de defesa da Tese, pelas sugestões, discussões e ensinamentos. Minha sincera admiração e gratidão.

Ao meu Amor, Elisa, por me ajudar sempre que precisei, ao incentivo, cuidado e companheirismo! Muito obrigado por estar ao meu lado.

E por fim, a minha família amada, que sempre me apoiou e me ajudou. Agradeço a Deus por ter nascido em uma família tão especial e abençoada.

SUMÁRIO

Certificado Comissão de ética no uso de animais.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	vi
CAPÍTULO 1. Considerações Gerais	1
1.1. Introdução	1
1.2. <i>Diferentes raças usadas na produção de bovinos de corte.</i>	2
1.3. <i>Efeito da raça e da dieta sobre microrganismos ruminais em bovinos de corte</i>	5
1.4. <i>Suplementação de bovinos em pastagens na fase de recria.</i>	9
1.5. <i>Impacto da recria na fase de terminação.</i>	11
1.6. <i>Emissão de metano (CH₄) em sistemas intensivos de produção.</i>	13
1.7. LITERATURA CITADA.....	15
CAPÍTULO 2. DESEMPENHO E EMISSÃO DE METANO DE TOURINHOS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS SUBMETIDOS A DOIS PLANOS NUTRICIONAIS DURANTE A FASE DE RECRIA EM PASTO.....	26
2.1. INTRODUÇÃO	27
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.3. RESULTADOS.....	35
2.4. DISCUSSÃO	44
2.5. CONCLUSÃO	50
2.6. REFERÊNCIAS.....	50
CAPÍTULO 3. PARÂMETROS FERMENTATIVOS E MICROBIOLOGIA RUMINAL DE TOURINHOS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS SUBMETIDOS A DOIS PLANOS NUTRICIONAIS EM PASTO.....	59
3.1. INTRODUÇÃO	60
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	61
3.3. RESULTADOS.....	69
3.4. DISCUSSÃO	77

3.5. CONCLUSÃO	82
3.6. REFERÊNCIAS.....	82
CAPITULO 4. TERMINAÇÃO DE TOURINHOS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS EM CONFINAMENTO OU PASTO ADVINDOS DE DOIS PLANOS NUTRICIONAIS NA FASE DE RECRIA.....	91
4.1. INTRODUÇÃO	92
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	93
4.3. RESULTADOS.....	100
4.4. DISCUSSÃO	107
4.5. CONCLUSÃO	111
4.6. REFERÊNCIAS.....	111



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



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 5628/15 do trabalho de pesquisa intitulado "Efeitos de planos nutricionais na recria sobre a fisiologia do crescimento, parâmetros metabólicos e qualidade da carne de tourinhos de diferentes grupos genéticos terminados em pasto ou confinamento", sob a responsabilidade da Prof^a Dr^a Telma Teresinha Berchielli está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 01 de abril de 2015.

Jaboticabal, 01 de abril de 2015.

Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes
Coordenadora – CEUA

EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE TOURINHOS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS TERMINADOS EM PASTO OU CONFINAMENTO SUBMETIDOS A DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS

RESUMO- Exp. 1 e 2: Foi avaliado o efeito de dois planos nutricionais (PN) sobre o consumo, digestibilidade, desempenho e emissão de metano (CH₄), parâmetros fermentativos, eficiência de síntese microbiana e bactérias ruminais de três grupos genéticos (GG), na fase de recria, em pastagem. Cento e sessenta e dois tourinhos Nelore, cruzados ½Senepol e cruzados ½Angus, foram utilizados em um delineamento em blocos casualizados, arranjo fatorial 2 × 3, com idade média de 10 ± 2 meses e peso corporal inicial de 262 ± 31 kg, no experimento de desempenho. Doze tourinhos, sendo quatro de cada GG (Nelore, Senepol e cruzados ½Angus), canulados no rúmen, com idade média de 16 ± 2 meses e peso corporal inicial de 411 ± 34 kg, no experimento de metabolismo. Ambos foram alocados em doze piquetes de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés, submetidos a dois PN: suplementação com mineral (SM) 30 g / 100 kg peso corporal (PC) ou concentrado (SC) 300 g / 100 kg de PC. No experimento de desempenho o PN com SC proporcionou maior consumo de nutrientes e digestibilidade de PB e EE e maior AOL e EG (P < 0,05). Cruzados ½Senepol apresentaram maior digestibilidade de MS, MO e PB que Nelore e ½Angus (P < 0,05). Porém, Nelore e ½Senepol SC apresentaram maior GMD, GMDc e GPH que os ½Angus (P < 0,05), e Nelore apresentaram maior AOL que cruzados ½Angus e ½Senepol (P < 0,05) e maior EG que cruzados ½Senepol (P < 0,05). Cruzados ½Senepol e Nelore que receberam SC apresentaram menor emissão de CH₄ por kg GMDc (P < 0,05), e animais ½Senepol apresentaram menor emissão de CH₄ em g/d que Nelore (P < 0,05). Neloires são mais eficientes que cruzados ½Angus na utilização de energia para ganho por área e ganho em carcaça na fase de recria no período das águas. Nelore suplementados com mineral são mais eficientes em reduzir emissão diária de CH₄ entérico por ganho em carcaça em relação a cruzados ½Senepol. Entretanto, o uso de suplemento concentrado associado a cruzados ½Senepol é uma ferramenta mais eficiente para redução da emissão diária de CH₄ entérico em relação a Nelore. No experimento de metabolismo (Exp. 2) animais Senepol apresentaram menor relação Acetato:Propionato (A:P, P < 0,05). Contudo, maior abundância relativa de *Selenomonas ruminatium* e *S. bovis* foi encontrada no rúmen de animais Senepol SC (P < 0,05). Animais Nelore SM apresentaram maior abundância relativa de *Ruminococcus albus* (P < 0,05). Entretanto, maior abundância relativa do gênero *Prevotella* sp. foi encontrada em animais Senepol; *R. flavefaciens* em cruzados ½Angus; e *F. succinogenes* em animais Nelore (P < 0,05). Menor abundância relativa de archaeas Metanogenicas foi encontrada em Senepol e cruzados ½Angus (P < 0,05). A suplementação concentrada aumenta a produção de nitrogênio microbiano e a digestibilidade da proteína dietética em função da maior abundância do gênero *Prevotella* sp. A raça Senepol apresentou menor relação acetato:propionato devido a maior abundância de bactérias ruminais do gênero *Prevotella* sp. e bactérias amilolíticas. Animais da raça Nelore tem maior quantidade de bactérias celulolíticas e archaeas Metanogenicas que Senepol e cruzados ½Angus, demonstrando influencia da raça sobre a microbiota ruminal. Na fase de terminação (Exp. 3): Foi avaliado o efeito de dois PN, recebidos na fase de recria,

sobre a ingestão, digestibilidade, desempenho e características de carcaça dos animais terminados em confinamento ou pasto. Foram utilizados 120 tourinhos: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol, sendo sessenta animais em cada sistema de terminação (ST): confinamento ou pasto, sendo vinte de cada GG e dez provenientes de cada PN avaliado na recria. A terminação em confinamento foi realizada em baias individuais e a terminação em pasto foi realizada em 12 piquetes (área 1,8 ha) de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés*. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial 2x3x2, histórico de dois PN na recria, três GG e dois ST. Tourinhos Nelore e cruzado $\frac{1}{2}$ Angus terminados em pasto apresentam maior consumo de CNF que cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol e demais animais confinados ($P < 0,05$). Tourinhos confinados apresentam maior digestibilidade de CNF e menor digestibilidade FDNcp ($P < 0,05$), porém maior digestibilidade de CNF e FDNcp foi observada em Nelore comparado a cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$) e cruzados $\frac{1}{2}$ Angus confinados apresentam maior GMD ($P < 0,05$). Cruzados $\frac{1}{2}$ Angus confinados apresentam maior EA que Nelore em confinamento e que os três GG terminados em pasto ($P < 0,05$). Entretanto, $\frac{1}{2}$ Angus terminados em pasto apresentam maior AOL que Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$). Tourinhos Nelore advindos da recria suplementados com concentrado apresentam menor EAc que cruzados $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$). Menor GMDc foi observado em Nelore em relação a $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$). O planejamento nutricional na fase de recria com suplementação concentrada proporciona taxa de ganho de peso e ganho em carcaça de forma mais lenta em comparação com animais suplementados com mineral, na fase de terminação. Cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol apresenta ganho de peso em carcaça mais eficiente que cruzados $\frac{1}{2}$ Angus e Nelore. Entretanto, cruzados $\frac{1}{2}$ Angus apresentam características de carcaça (AOL e EG) maiores que os demais grupos genéticos. Animais terminados em confinamento tem maior ganho de peso corporal e carcaça, com maior deposição de gordura subcutânea na carcaça.

Palavras-chave: archaeas, bactérias ruminais, bovinos de corte, metano, suplementação

PRODUCTIVE EFFICIENCY OF YOUNG BULLS OF DIFFERENT GENETIC GROUPS FINISHING IN GRAZING OR FEEDLOT SUBMITTED TO DIFFERENT NUTRITIONAL PLANS

ABSTRACT- Exp. 1 and 2: The objective of this study was evaluated effect of nutritional plans on the performance, intake, digestibility, enteric methane emissions, ruminal fermentation, microbial efficiency synthesis and rumen microbial bacteria of young bulls of different genetic group during the growth phase on pasture. One hundred and sixty-two Nellore young bulls, crossbred $\frac{1}{2}$ Senepol and crossbred $\frac{1}{2}$ Angus, were used in a randomized complete block design, 2×3 factorial arrangement, average age of 10 ± 2 months and initial body weight of 262 ± 31 kg, in the experiment performance. Twelve bulls, four of each GG (Nellore, Senepol and crossbred $\frac{1}{2}$ Angus), cannulas in the rumen, with a mean age of 16 ± 2 months and initial body weight of 411 ± 34 kg, in the metabolism experimente. Both animals were allocated in twelve paddocks of *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés, and were submitted to two plans nutrition: supplement with mineral (SM) salt 30 g / 100 kg body weight (PC) or concentrate (CS) 300 g / 100 kg of BW. In the performance experiment the PN with CS provided higher nutrient consumption and digestibility of CP and EE and higher LM area and FD ($P < 0.05$). Crossbred $\frac{1}{2}$ Senepol showed higher digestibility of DM, OM and CP than Nellore and $\frac{1}{2}$ Angus ($P < 0.05$). However, Nellore and $\frac{1}{2}$ Senepol SC presented higher ADG, ADGc and GWH than $\frac{1}{2}$ Angus ($P < 0.05$), and Nellore had higher LM area than crossbred $\frac{1}{2}$ Angus and $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0.05$) and higher FD than crossbred $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0.05$). However, Nellore and $\frac{1}{2}$ Senepol CS presented higher ADG, ADGc and GWH than $\frac{1}{2}$ Angus ($P < 0.05$), and Nellore had higher ADG than crossbred $\frac{1}{2}$ Angus and $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0.05$) and higher FD than crossbred $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0.05$). Crossbred $\frac{1}{2}$ Senepol and Nellore who received CS showed lower CH_4 emission by kg ADGc ($P < 0.05$), and $\frac{1}{2}$ Senepol animals showed lower CH_4 emission in g / d than Nellore ($P < 0.05$). Nellore are more efficient than crossbred $\frac{1}{2}$ Angus in energy utilization to gain by area and gain in carcass during the growth phase on pasture wet season. Nellore supplement with mineral are more efficient in reducing the daily emission of enteric CH_4 by gain in carcass compared to crossbred $\frac{1}{2}$ Senepol. However, the use of a concentrate supplement associat with crossbred $\frac{1}{2}$ Senepol is a more efficient tool for reducing the daily emission of enteric CH_4 in relation to Nellore. In the experiment of metabolism (Exp. 2) Senepol animals showed lower ratio Acetate:Propionate (A: P, $P < 0.05$). However, greater relative abundance of *Selenomonas ruminatium* and *S. bovis* was found in the rumen of Senepol CS animals ($P < 0.05$). Nellore MS animals showed higher relative abundance of *Ruminococcus albus* ($P < 0.05$). However, greater relative abundance of the genus *Prevotella* sp. was found in Senepol animals; *R. flavefaciens* in crossbred $\frac{1}{2}$ Angus; and *F. succinogenes* in Nellore animals ($P < 0.05$). Less relative abundance of Metanogenic archaeas was found in Senepol and crossbred $\frac{1}{2}$ Angus ($P < 0.05$). Concentrate supplement increases the production of microbial nitrogen and the digestibility of dietary protein due to the greater abundance of the genus *Prevotella* sp. The Senepol breed presented a lower acetate:propionate ratio due to the greater abundance of ruminal bacteria of the genus *Prevotella* sp. and amylolytic bacteria. Nellore animals have a greater amount of cellulolytic bacteria and archaeas than those of Senepol and crossbred $\frac{1}{2}$ Angus, demonstrating the influence of the breed on the ruminal microbiota. In the finishing

phase (Exp. 3): The effect of two PN received in the growth phase on the intake, digestibility, performance and carcass characteristics of the animals finishing in feedlot or grazing were evaluated. Nellore, crossbred $\frac{1}{2}$ Angus and $\frac{1}{2}$ Senepol were used, with sixty animals in each finishing system (FS): feedlot or grazing, being twenty of each GG and ten coming from each NP evaluated in the growth phase. The finishing in feedlot was carried out in individual stands and grazing finishing was twelve paddocks of *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés. The experimental design was randomized complete block design 2x3x2, factorial arrangement, historical of two NP in the growth phase, three GG and two FS. Nellore and crossbred $\frac{1}{2}$ Angus grazing present higher CNF consumption than crossbred $\frac{1}{2}$ Senepol and other feedlot animals ($P < 0.05$). Young bulls Nellore higher digestibility of NFC and NDFap ($P < 0.05$) was observed compared to crossbred $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0.05$) and crossbred $\frac{1}{2}$ Angus feedlot showed higher ADG ($P < 0.05$). Crossbred $\frac{1}{2}$ Angus feedlot presented higher FE than Nellore in feedlot and than the three GG finishing in grazing ($P < 0.05$). However, $\frac{1}{2}$ Angus grazing showed higher LM area than Nellore and $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0.05$). Nellore bulls fed from the rearing supplemented with concentrate presented lower FE_c than crossbred $\frac{1}{2}$ Angus and $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0.05$). Lower ADG_c was observed in Nellore compared to $\frac{1}{2}$ Angus and $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0.05$). Nutritional plans in the growth phase with concentrate supplement provides a slower rate of gain and gain in carcass compared to animals supplemented with mineral at the finishing phase. Crossbred $\frac{1}{2}$ Senepol presents a more efficient carcass weight gain than crossbred $\frac{1}{2}$ Angus and Nellore. However, crossbred $\frac{1}{2}$ Angus presented higher carcass characteristics (LM area and FD) than the other genetic groups. Animals finishing in feedlot have greater gain of body weight and carcass, with greater deposition of subcutaneous fat in the carcass.

Keywords: archaeas, beef cattle, methane, ruminal bacteria, supplementation

CAPÍTULO 1. Considerações Gerais

1.1. Introdução

As inovações na produção de bovinos de corte, no ecossistema de pastagem visam maior eficiência produtiva, tornando o setor cada vez mais competitivo. No entanto, o uso do pasto como único alimento na dieta do animal pode implicar em limitações nutricionais e não nutricionais que podem afetar o desempenho dos animais na fase de recria e terminação (POPPI e MCLENNAN, 2007).

Neste cenário, a utilização de suplementos concentrados em sistema de pastejo, pode propiciar aumento no desempenho animal através da correção dos nutrientes limitantes do pasto (DETMANN et al., 2009), alterar positivamente a curva de crescimento do animal proporcionando aumento no ganho individual e ganho por área (CASAGRANDE et al., 2013), consequentemente reduzindo a emissão de metano (CH₄, BARBERO et al., 2015). Além disso, pode proporcionar acréscimos na taxa de lotação, permitindo assim, elevar a produtividade do sistema de produção (REIS et al., 2011) .

Durante a fase de recria é de fundamental importância proporcionar um sistema que permita a máxima expressão das características produtivas do animal, considerando que é a fase em que o animal tem melhor conversão alimentar, permitindo ganhos adicionais a baixo custo (DETMANN et al., 2009). Ganhos de peso adicionais advindos da suplementação concentrada na recria tendem a ser mantidos na fase de terminação (RESENDE et al., 2008; CASAGRANDE et al., 2013).

Outra ferramenta que pode contribuir no aumento da produtividade dos rebanhos na fase de recria é o uso de cruzamentos entre raças, que resulta em maior heterose a qual pode aumentar a eficiência de produção de carne dos animais cruzados (FREYER et al., 2008). De acordo com NRC (2000) e BCNRM (2016), animais *Bos indicus*, exceto Nelore, tem uma energia líquida de manutenção 10% menor que animais taurinos.

Contudo, o sistema BR-CORTE (2016) sugere que não há essa diferença quanto a menor exigência de energia líquida de manutenção de bovinos cruzados e zebuínos, mais sim, maior eficiência em converter energia metabolizável a energia

líquida de manutenção. Garrett (1980) sugere que o *turnover* proteico pode ser responsável por parte da variação da eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção. Indicando que e os grupos genéticos avaliados teriam diferenças em seu *turnover* proteico.

Lobley et al. (2000) observou que animais com menor *turnover* proteico possuem uma menor maciez de carne. Diversos trabalhos mostram uma menor maciez de carne em animais *Bos indicus* em relação a *Bos taurus* (KOCH et al., 1979; SHAKELFORD et al., 1991; RESTLE et al., 1999; WHEELER et al., 2005 e LAGE et al., 2012). Portanto esse menor gasto energético com *turnover* proteico, indicado pela menor maciez, de animais *Bos indicus* pode proporcionar uma maior eficiência de uso da energia metabolizável para estes animais (BR-CORTE, 2016). Indicando a possibilidade de que o grupo genético pode colaborar com a redução nas perdas energéticas na forma de CH₄.

Incrementos na produção animal através da genética e do uso de suplementos podem aumentar a eficiência alimentar e diminuir a emissão de CH₄ por unidade de produto (carne), reduzindo a participação da bovinocultura na emissão dos principais gases do efeito estufa (GEE, metano entérico e óxido nitroso), através da melhor utilização de nutrientes para fins produtivos (BERCHIELLI et al., 2013).

1.2. Diferentes raças usadas na produção de bovinos de corte.

O rebanho efetivo brasileiro de bovinos, conta com 209,13 milhões de cabeças, distribuídas em 167 milhões de hectares, possuindo uma taxa de desfrute de 18,78%, com peso médio de carcaça de 244,2 kg e consumo interno de 38,6 kg de carne por ano para cada pessoa (ABIEC, 2017). Admite-se que desse rebanho, 90% dos animais pertencem ao genótipo *Bos indicus*, que é adaptado às condições tropicais, sendo que 80% desse rebanho é representado por animais da raça Nelore (RIBEIRO et al., 2009).

Considerando que o genótipo do animal influencia nas características produtivas (PIMENTEL et al., 2005), cruzamentos entre raças *Bos indicus* e *Bos taurus* permite o uso mais eficiente da capacidade genética dos animais através da heterose (PÁDUA et al., 2004; PIMENTEL et al., 2005). Entretanto, criar bovinos da raça taurina no Brasil, onde o clima é predominantemente quente, reduz a

capacidade do animal de expressar toda a sua produtividade (SILVA et al., 2018). Ribeiro et al., (2010) relata que os hormônios responsáveis pela conversão alimentar e crescimento são atingidos no momento em que ocorrem as alterações na tireoide para controlar a temperatura interna através do mecanismo de sudação, limitando o ganho de peso dos animais.

Dentre as raças de bovinos europeus adaptados, a raça Senepol vêm sendo difundida no país, pelos seus atributos voltados a adaptabilidade ao clima tropical devido a formação do seu pelame conhecido como *slick hair*, que auxiliam na termorregulação do calor no seu organismo e promovem a resistência a parasitas (OKAMURA, 2015). O *slick hair* é uma característica transmitida as suas progênes, e foi herdado de seus antepassados bovinos da raça N'DAMA de origem senegalesa (África), a coloração avermelhada assim como a habilidade materna são oriundas da raça RedPoll de origem inglesa (OLSON et al, 1997), assim como o temperamento dócil e uma melhor conformação frigorífica (OKAMURA, 2015).

Segundo Hammond et al. (1996), Senepol tolera maiores temperaturas, principalmente comparado a outras raças taurinas, devido a sua alta capacidade de transpiração ligado a sua eficiência de sudorese (RIBEIRO et al., 2009; DIKMEN, et al., 2014), sendo este um fator predisponente para tal adaptação em ambiente tropical. Deste modo, em condições de clima quente, tem apresentado resultados superiores à genética *Bos taurus*, e ainda em relação ao *Bos indicus* (DIKMEN, et al., 2014).

Animais cruzados Angus x Nelore demonstram valores maiores em números e comprimento dos pelos, assim como apresentam maior volume em densidade do que os animais cruzados Senepol x Nelore (Ribeiro et al., 2010; Okamura, 2015). Em climas quentes; quanto maior for a espessura do pelame e a densidade, maior será a dificuldade do animal em liberar o calor contido no corpo (RIBEIRO et al., 2010).

Com o objetivo de aumentar a eficiência de produção de carne, a utilização de cruzamentos oriundos das raças *Bos taurus* Angus e Senepol, são alternativas utilizadas para explorar de maneira mais rápida a precocidade e a diferença na deposição de tecido muscular dos animais cruzados (FREYER et al., 2008). Contudo, a maior deposição de carcaça está ligado a curva de crescimento do

animal, que é mais acentuada em *Bos taurus*, o que permite maiores incrementos no desempenho, mas com aumento da exigência nutricional (OWENS, 1995; FERNANDES et al., 2005).

A maior deposição de carcaça também está relacionada com a herança genética dos animais, sendo mais eficiente quando a quantidade de genes existentes no genótipo favorece essa característica (SIQUEIRA et al., 2013). Assim, variações no ganho de peso de animais cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus* podem estar atreladas a quantidade de cada tecido e a velocidade com que são depositados, composição do ganho, eficiência alimentar e fisiologia do crescimento (PAULINO et al., 2007).

Em animais *Bos Taurus*, as curvas de crescimento de tecidos individuais e de órgãos apresentam crescimento sigmoide, porém com taxas de crescimento máximo em momentos diferentes, impossibilitando sua superposição (OWENS, 1995). Assim, a desaceleração do crescimento ocorre mais precocemente nos órgãos vitais, em seguida nos ossos e músculos, com paralela aceleração do crescimento dos tecidos adiposos, o que pode influenciar na deposição de gordura da carcaça com variação significativa nos animais cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus* (DESMET et al., 2004).

Animais cruzados tendem a apresentar maior consumo de matéria seca, além de apresentarem maiores pesos quando comparados aos puros (MENEZES e RESTLE, 2005; GOULART et al., 2008; CLÍMACO et al., 2011). Por outro lado, Alves et al. (2004), avaliando cruzas de animais taurinos e zebuínos, não observaram diferenças significativas sobre o ganho médio diário, mesmo com maiores consumos de matéria seca apresentados pelos animais com grau de sangue taurino.

Resultados positivos com respeito à produtividade dos animais cruzados são relatados por diversos autores (RIBEIRO et al., 2009; LOPES et al., 2012; GAMA et al., 2013; RETALLICK et al., 2013; CATTELAM et al., 2014), atribuído principalmente a heterose e complementariedade dos animais *Bos taurus* x *Bos indicus* (CARTWRIGHT, 1971; LOPES et al., 2012).

O uso de animais cruzados (*Bos taurus* x *Bos indicus*) representam uma alternativa que pode ser usada para melhorar a eficiência do sistema de produção em pastagem. Contudo, o uso de diferentes grupos raciais submetidos a avaliação em um mesmo sistema de alimentação é necessário, uma vez que ainda existe

muita discussão em relação a escolha racial a ser aplicada em um sistema, com predominância da raça Nelore nas condições de alimentação em pastagem e confinamento no Brasil.

1.3. Efeito da raça e da dieta sobre microrganismos ruminais em bovinos de corte

Os animais ruminantes ao longo de sua evolução desenvolveram características anatômicas (rúmen) e relações simbióticas (microrganismos), que lhes permitiram utilizar compostos nitrogenados não proteicos como fonte de proteína e carboidratos estruturais como fonte de energia (VALADARES FILHO e PINA, 2011). A relação simbiótica ocorre da seguinte maneira, o animal fornece condições favoráveis para o crescimento e manutenção dos microrganismos que por sua parte, suprem o animal com ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), proteína microbiana, vitaminas do complexo B e vitamina K (VAN SOEST, 1994; WRIGHT, et al., 2004).

Os AGCC podem ser considerados resíduos da fermentação para os microrganismos, entretanto, para o ruminante, representam a principal fonte de energia. Contudo, a energia usada pelo animal advinda dos AGCC depende dos processos de fermentação ruminal da matéria orgânica ingerida, realizada pelos microrganismos presentes no rúmen, desta maneira os ruminantes são altamente dependentes destes microrganismos (WU et al., 2012; HENDERSON et al., 2015), que variam de acordo com a capacidade de seleção da dieta por determinada raça e com sua população de microrganismos ruminais (WU et al., 2012; HERNANDEZ-SANABRIA et al., 2013; HENDERSON et al., 2015; KAEWPILA et al., 2018).

Destacando que o crescimento microbiano no rúmen está associado à capacidade digestiva do animal (NOCEK e RUSSELL, 1988; HOOVER e STOKES, 1991). A diversidade da dieta, associada a um suprimento adequado de substratos e remoção contínua de produtos de fermentação, leva a uma alta abundância de microrganismos celulolíticos e amilolíticos no ambiente ruminal, principalmente bactérias (MORGAVI et al., 2010).

Algumas das características comuns das bactérias encontradas no rúmen de animais alimentados com dietas a base de forragem remete ao fato de que a maioria são bactérias gram-negativas e o número de bactérias gram-positivas tende a

aumentar com o aumento de fornecimento de suplemento concentrado na dieta (KAMRA, 2005). A maioria das bactérias são anaeróbias obrigatórias, sendo que algumas espécies são tão sensíveis ao oxigênio que são mortas quando entram em exposição ao oxigênio, sendo dependentes de condições ruminais de baixo potencial redox (menor que -350 mV), que indica um alto grau de anaerobiose (KAMRA, 2005).

As bactérias podem ser agrupadas em função de sua característica fermentativa, sendo: fibrolíticas (*Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Fibrobacter succinogenes* e *Butirivibrio fibrisolvens*), amilolíticas e produtoras de ácido lático (*Selenomonas ruminantium* e *Streptococcus bovis*), proteolíticas (*Prevotella spp.*), lipolíticas (*Anaerovibrio lipolytica*) e o grupo de archeas *Metanogênicas sp.* (HUNGATE, 1966; MCCANN et al., 2014). Em estudos com bactérias ruminais, essas são as mais estudadas no rúmen (STEWART et al., 1997; LEAHY et al., 2010; LAMBIE et al., 2015), dado sua importância nos processos de fermentação da dieta.

Dentre essas bactérias, as fermentadoras de carboidratos fibrosos *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes*, associam-se as fibras do alimento e degradam componentes da parede celular dos vegetais; possuem uma taxa mais lenta de crescimento, por que dependem de amônia e de ácidos graxos de cadeia ramificada (isovalerato e isobutirato) para síntese de suas proteínas (KOZLOSKI, 2011). Bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos são de suma importância no ambiente ruminal de animais criados em pasto (DEHORITY, 2003). Produzindo através da fermentação, propionato, butirato, succinato, formato, CO_2 , H_2O e, principalmente acetato, através do complexo celulosoma, que consiste na degradação da celulose e hemicelulose (KRAUSE et al., 2003; KOZLOSKI, 2011).

Entretanto, animais alimentados em pasto e suplementados com concentrado, proporciona mudança de substratos presentes no ambiente ruminal, como aumento de disponibilidade de amido, proporcionando substrato para aumentar metabolismo de bactérias como *Selenomonas ruminantium* e *Streptococcus bovis* (LATHAM et al., 1979; KOZLOSKI, 2011). Quando há maior disponibilidade de amido no ambiente ruminal, vai ocorrer fermentação deste composto com produção de formato e

propionato, vias metabólicas essas que aumentam a quantidade de AGCC utilizados como fonte de energia pelo animal (KLIEVE et al., 2003).

Modificações no ambiente ruminal, através da dieta, podem acarretar em interações entre bactérias que degradam celulose, com destaque para *Ruminococcus albus*, que sintetiza uma bacteriocina que inibe o crescimento de *Ruminococcus flavefaciens* (CHEN et al., 2004). Interações entre *Ruminococcus albus* e *Ruminococcus flavefaciens* em animais Nelore em dietas a base de forragem foram relatados por San Vito et al. (2016) e Carvalho et al. (2017), evidenciando maior predominância de bactérias *R. albus* em relação *R. flavefaciens*, causada possivelmente pela produção de bacteriocina que inibe crescimento de *R. flavefaciens* (ALEXANDER, 1971; HOOVER e STEENSON, 1993; ODENYO et al., 1994).

Atribuído a degradação de carboidratos fibrosos, bactérias *Fibrobacter succinogenes* tem maior capacidade de digestão de carboidratos fibrosos que bactérias *R. albus* e *R. flavefaciens*, digerindo celulose mais ativamente do que as espécies de *Ruminococcus* (MIRON e BEN-GHEDALLIA, 1992; FLINT et al., 2008). Contudo, *Fibrobacter succinogenes* desempenha um papel fundamental no rúmen, através da degradação de celulose, gerando como principal produto de fermentação o succinato, utilizado por bactérias não celulolíticas como *Streptococcus bovis* e *Selenomonas ruminantium*, favorecendo seu crescimento em situações de dietas com maior proporção de carboidratos fibrosos, devido aos mecanismos de ação digestiva e adesão a fibra de *Fibrobacter succinogenes* (NOUAILLE et al., 2005; JUN et al., 2007).

O gênero de bactérias *Prevotella* sp. representa uma grande proporção da diversidade genética e metabólica da comunidade bacteriana ruminal, com abundância variando de 10% a 34% (CALLAWAY et al., 2010; WU et al., 2012; CARVALHO et al., 2017). O gênero *Prevotella* sp. é muito importante para o ambiente ruminal, por que atua principalmente na fermentação de polissacarídeos estruturais e proteínas (RAMSAK et al., 2000).

Algumas espécies do gênero *Prevotella* sp. possuem uma enzima chamada dipeptidil, com importante ação no processo de degradação inicial de proteínas no rúmen, essa enzima limita a ação de peptidase tipo IV responsáveis por realizar a

clivagem de ligações peptídicas de proteínas e peptídeos, e essa menor ação da peptidase tipo IV possibilita maior passagem da proteína dietética não degradada no rúmen para o intestino (KOZLOSKI, 2011).

Outro fator importante a ser considerado é que bactérias do gênero *Prevotella* sp. tem com produto da fermentação da matéria seca ingerida, o succinato, que pode ser um substrato utilizado por *Selenomonas ruminantium*, para formação de propionato, como descarboxilação de succinato a propionil-SCoA via succinil-SCoA, formando propionato e liberando ATP, contribuindo para que ocorra mudanças no perfil de AGCC e ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR) no ambiente ruminal, com possível redução da relação acetato:propionato (ASANUMA e HINO, 2005; KOZLOSKI, 2011).

Considerando que a disponibilidade frequente de AGCR é importante para manter a atividade de bactérias que degradam carboidratos fibrosos. Isovalérico e isobutírico são considerados essenciais para bactérias celulolíticas, após sua absorção, utilizam seu esqueleto de carbono em conjunto com amônia para síntese de aminoácidos essenciais utilizados no metabolismo e crescimento bacteriano (ALLISON, 1969).

Algumas variações entre raças a respeito da microbiota ruminal foram identificadas em animais Angus, Charolês e Limousim (GUAN et al., 2008; HERNANDEZ-SANABRIA et al., 2013; ROOKE et al., 2014). Entretanto, conforme destacado por Hernandez-Sanabria et al. (2013) em estudos com animais Angus e Charolês, a abundância de archaeas Metanogenicas foi diferente entre as espécies, demonstrando que animais Angus tem maior abundância de archaeas Metanogenicas que animais Charolês. Rooke et al. (2014) relatou que animais Limousim apresentam maior proporção do gênero *Prevotella* sp. que animais Angus. Outra diferença observada foi na variação da população de archaeas Metanogenicas, que resultou em menor emissão de metano de animais Limousin em relação a Angus. Diferenças entre raças na abundância de archaeas Metanogenicas no rúmen pode implicar em maior quantidade de CH₄ entérico produzido, que representa perda de energia da dieta ingerida (KAEWPILA et al., 2018).

Em estudos com animais Nelore com dietas a base de forragem San Vito et al. (2016) e Carvalho et al. (2017), observaram maior predominância de bactérias

Ruminococcus albus em relação *Ruminococcus flavefaciens*. Entretanto, Kaewpila et al. (2018), avaliando diferentes raças submetidas a alimentação com dietas de baixa proporção de forragem, verificou menor predominância de bactérias *R. albus* em relação a *R. flavefaciens* em animais Charolês, e maior predominância de *R. albus* em relação a *R. flavefaciens* em animais da raça Japanese Black.

Com base nas diferenças de microbiota descritas acima, o planejamento nutricional com uso da suplementação concentrada, aliada a melhor compreensão da contribuição da microbiota ruminal sobre o desempenho produtivo do animal, pode fornecer discernimento sobre os mecanismos que causam essa variação entre animais da mesma espécie (HERNANDEZ-SANABRIA et al., 2013) e sua influencia na utilização de energia ingerida (KAEWPILA et al., 2018).

1.4. Suplementação de bovinos em pastagens na fase de recria.

A pecuária nacional tem como base o clima tropical, favorecendo a criação de bovinos em pastagens, porém, estas estão sujeitas a variações ao longo do ano quanto à disponibilidade e à qualidade de seus constituintes, de forma a gerar uma dependência entre o crescimento dos animais e os fatores climáticos (CASAGRANDE, 2010). A precipitação seria o principal fator climático a influenciar o desempenho animal, através do seu efeito sobre o crescimento da pastagem (HODGSON, 1990). Todavia, outros fatores também afetam o crescimento das mesmas, como radiação solar, temperatura e fertilidade do solo (HODGSON, 1990).

Embora a qualidade da forragem de gramíneas tropicais possa ser inferior em relação a gramíneas de clima temperado, a produção animal por unidade de área explorada pode ser maior em pastos de gramíneas tropicais, em função das elevadas taxas de crescimento e acúmulo de forragem (DA SILVA e CARVALHO, 2005), princípio esse alcançado desde que o processo de colheita de forragem pelo animal seja eficiente e realizado dentro dos limites definidos para o adequado manejo do pasto (DA SILVA e CARVALHO, 2005).

No entanto, mesmo que o consumo de forragem seja realizado eficientemente, ainda há deficiência de nutrientes no pasto que podem ser corrigidas com o uso de suplementos concentrados, proporcionando aumento do desempenho animal e ganho por área (DETMANN et al., 2009; REIS et al., 2011; CASAGRANDE

et al., 2013). Incrementos de 300 g/dia no ganho de peso foram reportados por Oliveira et al. (2015) em novilhos Nelore não castrados suplementados com concentrado em 0,3% do peso corporal em relação a animais recebendo apenas mistura mineral, evidenciando o efeito positivo da suplementação no consumo de nutrientes.

O intuito do uso da suplementação é o fornecimento de nutrientes adicionais à dieta, porém pode ser usado para suprir nutrientes que estejam limitando o desempenho animal, com o objetivo de maximizar o consumo e digestibilidade do pasto (HORN e MCCOLLUN, 1987; POPPI e MCLENNAN, 2007), potencializando o consumo de matéria orgânica e atendendo os requisitos de energia e proteína para máximo crescimento dos microrganismos do rúmen (POPPI e MCLENNAN, 2007).

Um dos fatores mais importantes que limitam a síntese de proteína microbiana é a taxa de liberação de energia advinda da matéria orgânica ingerida (POPPI e MCLENNAN, 2007; CABRAL et al., 2008). Contudo, a síntese de proteína microbiana pode ser maximizada através da disponibilidade e sincronização de compostos nitrogenados e energia no ambiente ruminal (DIJKSTRA et al., 1998) via uso de suplementação concentrada. A liberação de energia adicional proporcionada pela suplementação com concentrado, através da fermentação de carboidratos não fibrosos (POPPI e MCLENNAN, 1995; CLARK et al., 2005), promove maior crescimento microbiano (CABRAL et al., 2008).

A proteína microbiana é extremamente importante para o metabolismo proteico dos ruminantes, principalmente por que as exigências dietéticas de proteína metabolizável são atendidas mediante a absorção no intestino delgado da proteína microbiana e da proteína dietética não degradada no rúmen (BR-CORTE, 2010; 2016). Tal importância é devido à proteína microbiana suprir de 50 a 100% da proteína metabolizável exigida para bovinos de corte, sendo considerada fonte de boa qualidade, em relação a sua digestibilidade intestinal e ao seu perfil em aminoácidos (NRC, 2000).

Com intuito de maximizar o fluxo de proteína microbiana para o intestino, a suplementação concentrada é considerada uma fonte de energia adicional, que pode elevar o suprimento de energia metabolizável e aliado a quantidades

satisfatórias de proteína degradável no rúmen, aumentando ainda mais a síntese de proteína microbiana (POPPI e McLENNAN, 2007; CASAGRANDE, 2010).

O uso de suplemento concentrado na época de águas torna-se então um fator chave para acelerar a recria. Proporcionando ganho de peso aditivo dos animais, em função da qualidade e quantidade de forragem disponível e da sincronia contínua entre substratos que fornecem energia e proteína (HERSOM, 2008; OLIVEIRA et al., 2015).

Portanto o uso de planos nutricionais combinando pastagens e suplementos alimentares adicionais são requeridos para viabilizar o ajuste nutricional necessário e reduzir a flutuação no desempenho ao longo do ano (PAULINO et al., 2005; DETMANN et al., 2014).

1.5. Impacto da recria na fase de terminação.

Durante a fase de recria na época das águas é possível atingir um desempenho satisfatório dos animais somente com suplementação mineral aliada ao correto manejo do pastejo. Contudo, mesmo nessas condições o uso de suplementos proteico-energéticos ou energéticos pode propiciar aumento no ganho individual e/ou aumento no ganho por área (CASAGRANDE et al., 2013). Incrementos de 300 g/dia no ganho de peso foram reportados por Oliveira et al. (2015) em novilhos Nelore não castrados suplementados em 0,3% do peso corporal em relação a animais recebendo apenas mistura mineral, evidenciando o efeito positivo da suplementação no consumo de nutrientes.

O ganho adicional com uso de suplemento concentrado na fase de recria de animais Nelore é mantido durante a fase de terminação, ambos em confinamento ou pasto, sendo que o tempo necessário para a engorda destes animais é reduzido em relação ao uso de sal mineral e as estratégias de manejo nesta fase não interferem nas características de carcaça, independente do sistema de engorda (CASAGRANDE et al., 2013).

Entretanto, segundo Correia (2006), animais que receberam dieta com suplemento durante a fase de recria no pasto reduziram o tempo de confinamento, aumentando o rendimento de carcaça e grau de acabamento na fase de terminação. De acordo com Bumpus (2006) o fornecimento de suplemento concentrado (0,3 a

0,7%PC) na fase de recria pode influenciar nas características de carcaça dos animais na fase de terminação em confinamento, com maior impacto na deposição de gordura intramuscular.

À medida que um animal atinge a maturidade, a quantidade de tecido muscular acumulado começa a se estabilizar, enquanto o acréscimo de gordura aumenta com o aumento do peso na maturidade (OWENS et al., 1995). Assim, animais que sofrem restrição no consumo de energia ou proteína na fase de recria apresentaram maior ganho médio diário e espessura de gordura na fase de terminação em comparação com animais que não passaram por restrição alimentar (FOX et al., 1972).

Casagrande (2010) observaram que há ganhos compensatórios durante a terminação em animais que permanecem na fase de recria em pastos de capim-Marandu com alturas inferiores a 25 cm. De acordo com o exposto pelos autores os animais recriados em alturas inferiores a 25 cm sofreram uma restrição no consumo de energia, fato esse que pode ter proporcionado o ganho compensatório na terminação (FOX et al., 1972).

Considerando o ganho de peso do animal, a taxa de GMD de peso reflete o status metabólico do animal e está diretamente associada a quantidade de nutrientes consumida (FERREL, 1988). Durante a fase de recria pode ocorrer diferenças no *status* nutricional do animal, que podem alterar o tamanho de órgãos ligado à digestão, absorção e metabolização, os quais podem representar até 50% da exigência de manutenção do animal, influenciando de forma expressiva a exigência nutricional para ganho de peso (JOHNSON et al., 1990).

De acordo com Moretti (2015), animal suplementado com mineral durante a fase de recria apresenta maior mudança metabólica quando passa para a terminação. O autor relata que houve aumento de 65% na taxa de GMD de animais suplementados com mineral durante a fase de recria, 0,16 g / 100 kg/PC e durante a fase de terminação passou a 0,27 g / 100 kg/PC. Entretanto, os animais suplementados com concentrado durante a fase de recria apresentam taxas de GMD da ordem de 0,23 g / 100 kg/PC que praticamente não mudou na fase de terminação.

Em estudos com animais na fase de recria, Barbero (2016) relatou que o manejo nutricional utilizado nessa fase não influencia o consumo de MS, GMD e peso de carcaça na fase de terminação em pasto e confinamento. Entretanto, o autor relatou que o fornecimento de suplemento concentrado para bovinos de corte na recria proporciona menor tempo para estabilização do consumo de MS e maior GMD na adaptação dos animais em confinamento.

Koscheck (2016) trabalhando com tourinhos recebendo suplemento proteico a 0,1%PC no verão e energético proteico a 0,3%PC no outono na fase de recria, verificou melhor conversão alimentar dos animais na terminação em pasto. Entretanto, não observou efeito do planejamento nutricional recebido na recria sob o consumo de MS e energia metabolizável dos animais terminados em pasto. Contudo, o autor relata que animais suplementados com mineral na fase de recria no período das águas e que no período de transição recebem suplemento proteico (0,1%PC) perdem peso durante a adaptação na terminação quando comparado com os animais que recebem suplemento proteico energético (0,3%PC) no período de transição.

Sob essa ótica, a suplementação com concentrado na recria proporciona condições no ambiente ruminal previamente adaptadas ao maior consumo de concentrado no confinamento, em relação a animais que foram suplementados com mineral.

1.6. Emissão de metano (CH₄) em sistemas intensivos de produção.

A mitigação de gases de efeito estufa (GEE) pela pecuária brasileira está associada a um aumento na eficiência produtiva. As emissões entéricas de CH₄ pelos ruminantes (74,5%), seguidas pela produção de CH₄ em áreas alagadas ou pantanosas e emissão por térmitas são os principais responsáveis pelo aumento de CH₄ na atmosfera (RUGGIERI e CARDOSO, 2017).

Contudo, a produção de metano entérico é um processo complexo sendo considerada uma característica evolutiva de animais ruminantes por ser um importante processo de controle do hidrogênio produzido por microrganismos ruminais durante a fermentação ruminal, porém essa emissão significa uma perda,

na ordem de 2 a 12%, de uso da energia da dieta (JOHNSON e JOHNSON, 1995; HOOK et al., 2010).

A energia perdida via CH₄ varia em função da dieta, sendo que a quantidade de carboidratos fermentados no rúmen e variações na relação de propionato e de acetato produzidos os principais responsáveis pela variação na emissão de metano (JOHNSON e JOHNSON, 1995).

Considerando o aspecto nutricional que envolve a produção de bovinos em pasto, a produção de metano entérico pode ser influenciada pela quantidade de carboidrato fibroso presente na dieta (composição química do pasto). Animais submetidos a uma dieta de baixa qualidade, com elevada participação de conteúdo fibroso de baixa digestibilidade apresentam maior produção de CH₄ (HOLTER e YOUNG, 1992; BEAUCHEMIN et al., 2008). O manejo das pastagens, visando a oferta de forragem com melhor valor nutritivo e fornecimento de suplementos concentrados para o balanceamento adequado da dieta, são estratégias interessantes para elevar desempenho, ganho de peso por área e redução das emissões de metano entérico de bovinos de corte em pastejo, sendo favorável do ponto de vista produtivo e ambiental (BOLAND et al., 2013, BARBERO et al., 2015).

De acordo com DiMarco e Aello (2001), a ingestão de forragem em alta taxa de apreensão, é a variável de maior influência no custo energético diário de manutenção dos animais em pastejo, enquanto a ingestão de forragem em taxa moderada de apreensão e o caminhar têm efeito menor no custo energético de manutenção. Com base nas observações de DiMarco e Aello (2001), em sistemas de produção baseados em pastagem, é fundamental o bom manejo do pasto, para que apresente boa disponibilidade de massa, capacitando os animais em selecionar uma dieta de melhor qualidade, com menor gasto de energia de manutenção, o que remete maior quantidade de energia direcionada para ganho de peso, diminuindo a relação de CH₄ entérico emitido por kg de carcaça produzida.

Outro importante fator a ser considerado para melhorar a eficiência do sistema de produção em pastagem e reduzir os impactos ambientais, é a utilização de animais cruzados. O potencial genético animal pode reduzir as emissões de CH₄ (*Bos taurus*, *Bos indicus* e seus cruzamentos), considerando a variação nas exigências nutricionais, onde animais *Bos indicus* são mais eficientes na conversão

de energia consumida, quando comparados aos *Bos taurus* ou à cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus* (NRC, 2000). A maior eficiência de animais *Bos Indicus* nos leva a acreditar que o grupo genético também pode colaborar com a redução nas perdas energéticas na forma de metano, com possível mudança na microbiota ruminal e parâmetros de fermentação (WU et al., 2012).

Diferenças no consumo, metabolismo, emissão de metano e mudanças na composição corporal dentre diferentes grupos raciais na mesma condição de ambiente, podem impactar no desempenho dos animais e podem ter influencia na fase subsequente de terminação em confinamento ou pasto. O Objetivo deste foi avaliar o efeito de dois planos nutricionais sobre a ingestão, digestibilidade, desempenho, emissão de metano, parâmetros de fermentação, eficiência de síntese microbiana e microbiota ruminal de diferentes grupos genéticos em sistema de pastagem durante o período das águas e seus efeitos sobre o consumo, digestibilidade, desempenho e características de carcaça na terminação em confinamento ou pasto.

1.7. LITERATURA CITADA

ABIEC. **Perfil da Pecuária no Brasil, relatório anual**. Abiec/ApexBrasil, 2017.

ALVES, D.D., PAULINO, M.F., BACKES, A.A., VALADARES FILHO, S.C., RENNÓ, L.N. Desempenho produtivo de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu nas fases de recria e terminação. **Acta Scientiarum**, (Animal Sciences), v.26, n.3, p.385-391, 2004.

BARBERO, R.P., MALHEIROS, E.B., ARAÚJO, T.L.R. VAVE, R.L.G, MULLINIKS, J.T., BERCHIELLI, T.T., RUGGIERI, A.C., REIS, R.A. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118, 2015.

BEAUCHEMIN, K.A., KREUZER, M., O'MARA, F., MCALLISTER, T.A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, p. 21-27, 2008.

BEEF CATTLE NUTRIENT REQUIREMENT MODEL – BCNRM. **Nutrient requirements of beef cattle**. 8th edition. Washington, DC: The National Academies Press, 475p, 2016.

BERCHIELLI, T.T., CANESIN, R.C., CARVALHO, I.P. Emissão de metano entérico em sistemas de produção de bovinos. In: XXIII Congresso brasileiro de zootecnia, Proceedings... Foz do Iguaçu, 2013, p.4847-4860.

BOLAND, T.M., QUINLAN, C., PIERCE, K.M., LYNCH, M.B., KENNY, D.A., KELLY, A.K., PURCELL, P. The effect of pasture pre-grazing herbage mass on methane emissions, ruminal fermentation, and average daily gain of grazing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 8, p. 3867-3874, 2013.

BUMPUS, E.K. **Influence of acetogenic versus propiogenic supplements on adipose tissue accretion in stocker steers grazing ryegrass pasture**. M.S. Thesis, Texas A&M University, College Station, 2006.

CABRAL, L.S., VALADARES FILHO, S.C., DETMANN, E., ZERVOUDAKIS, J.T., SOUZA, A.L., VELOSO, R.G. Eficiência microbiana e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 919-925, 2008.

CALLAWAY, T.R., DOWD, S.E., EDRINGTON, T.S., ANDERSON, R.C., KRUEGER, N., BAUER, N., KONONOFF, P.J., NISBET, D.J. Evaluation of bacterial diversity in the rumen and feces of cattle fed different levels of dried distillers grains plus solubles using bacterial tag-encoded FLX amplicon pyrosequencing. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 3977–3983, 2010.

CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef cattle for the future. **Journal of Animal Science**, v. 5(30), p. 706-711, 1971.

CARVALHO, I.P.C., FIORENTINI, G., CASTAGNINO, P.S., JESUS, R.B., MESSANA, J.D., GRANJA-SALCEDO, Y.T., DETMANN, E., PADMANABHA, J., MCSWEENEY, C.S., BERCHIELLI, T.T. Supplementation with lipid sources alters the ruminal fermentation and duodenal flow of fatty acids in grazing Nellore steers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 227, p. 142-153, 2017.

CASAGRANDE, D.C. **Suplementação de novilhas de corte em pastagem de capim-Marandu submetidas a intensidade de pastejo sob lotação contínua.** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - UNESP, 2010. 127p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, 2010.

CASAGRANDE, D.R., AZENHA, M.V., VIEIRA, B.R., RESENDE, F.D., FARIA, M.H., BERCHIELLI, T.T., RUGGIERI, A.C., REIS, R.A. Performance and carcass quality of feedlot- or pasture-finished Nellore heifers according to feeding managements in the postweaning phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 12, p. 899-908, 2013.

CATTELAM, J., BRONDANI, I. L., PACHECO, P. S., ALVES FILHO, D. C., PAULA, P. C. Efeito heterótico sobre características da carcaça de novinhos confinados. **Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 328-338, 2014.

CHEN, J., STEVENSON, D.M., WEIMER, P.J. ALBUSIN B. A bacteriocin from the ruminal bacterium *Ruminococcus albus* 7 that inhibits growth of *Ruminococcus flavefaciens*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, p. 3167-3170. 2004.

CLARK, H., PINARES-PATINO, C. and de KLEIN, C. Methane and nitrous oxide emissions from grazed grasslands. Pages 276- 293. In: D. A. McGilloway, ed. **Grassland: a global resource**. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, 2005.

CLÍMACO, S.M., RIBEIRO, E.L.A., MIZUBUTI, I.Y., SILVA, L.F.D., BARBOSA, M.A.A.F., BRIDI, A. Performance and carcass traits of four genetic groups of beef cattle steers finished in feedlot. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 40, p. 1562-1567, 2011.

CORREIA, P.S. **Estratégia de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 64p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

DA SILVA, S.C. e CARVALHO, P.C.F. Foraging behavior and herbage intake in the favorable tropics/subtropics. In: **Grassland: a Global Resource** (Ed D. A. McGilloway), pp. 81, 2005.

HORN, G.W., McCOLLUN, F.T. Energy supplementation of grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 1987, Jackson. **Proceedings...** Jackson, p.125-136, 1987.

DEHORITY, B.A. Microbial interactions in the rumen. **Revista de La Facultad de Agronomía Luz**, v. 15, p. 69-86. 1998.

DESMET, S., RAES, K., and DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: A review. **Animal Research**, v. 53, p. 81-98, 2004.

DETMANN, E., PAULINO, M.F., MANTOVANI, H.C., VALADARES FILHO, S.C.,SAMPAIO, C.B., SOUZA, M.A., LAZZARINI, I., DETMANN, K.S.C. Parameterization of ruminal fiber degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v. 126, p. 136-146, 2009.

DETMANN, E., VALENTE, E.E.L., BATISTA, E.D., HUHTANEN, P. 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.

DIJKSTRA, J., FRANCE, J. and DAVIES, D.R. Different mathematical approaches to estimating microbial protein supply in ruminants. **Journal of Dairy Science**, . 81, p. 3370–3384, 1998.

DIKMEN, S., KHAN, F. A., HUSON, H. J., SONSTEGARD, T. S., MOSS, J. I., DAHL, G.E., HANSEN, P.J. The *SLICK* hair locus derived from Senepol cattle confers thermotolerance to intensively managed lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.97 p. 5508-5520, 2014.

DIMARCO, O.N., AELLO, M.S. Energy expenditure due to forage intake and walking of grazing cattle. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 1, p. 100-105, 2001.

FERNANDES, H.J., PAULINO, M.F., MARTINS, R.G.R. Crescimento de Componentes Corporais de Três Grupos Genéticos na Fases de Recria e Terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.288-296, 2005.

FLINT, H.J., BAYER, E.A., RINCON, M.T., LAMED, R., WHITE, B.A. Polysaccharide utilization by gut bacteria: potential for new insights from genomic analysis. **Nature Reviews Microbiology**, v. 6, p. 121-131, 2008.

FOX, D.G., JOHNSON, R.R., PRESTON, R.L., DOCKERTY, T.R., KLOSTERMAN, E.W. Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 34, p. 310-318, 1972.

FREYER, G., KÖNIG, S., FISCHER, B., BERGFELD, U., CASSELL, B. G. Invited Review: Crossbreeding in dairy cattle from a german perspective of the past and today. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 3725-3743, 2008.

GAMA, L. T, BRESSAN, M. C., RODRIGUES, E. C., ROSSATO, L. V., MOREIRA, O. C. ALVES, S. P., BESSA, R. J. B. Heterosis for meat quality and fatty acid profiles in crosses among *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. **Meat Science**, v, 93, p. 98-104, 2013.

GARRETT, W. N. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: Proceedings of Energy Metabolism, Cambridge. **Anais...** Cambridge: Butterworths & Co., p .3-7, 1980.

GOULART, R.S., ALENCAR, M.M., POTT, E.B., CRUZ, G.M., TULLIO, R.R., ALLEONI, G.F., LANNA, D.P.D. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia de bovinos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 926-935, 2008.

Guan, L.L., Nkrumah, J.D., Basarab, J.A., Moore, S.S. (2008). Linkage of microbial ecology to phenotype: correlation of rumen microbial ecology to cattle's feed efficiency. *FEMS Microbiol Letters* 288: 85–91.

HAMMOND, A.C., OLSON, T.A., CHASE, C.C., BOWERS, E.J., RANDEL, R.D., MURPHY, C.N., VOGT, D.W., TEWOLDE, A. Heat tolerance in two tropically adapted *Bos taurus* breeds, Senepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus, and Hereford cattle in Florida. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 295-303, 1996.

HENDERSON, G., COX, F., GANESH, S., JONKER, A., YOUNG, W., JANSSEN, P.H. Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. **Scientific Reports**, Nature, Oct.9, v. 5:14567, p. 1-15, 2015.

HERNANDEZ-SANABRIA, E., GOONEWARDENE, L.A., WANG, Z., ZHOU, M., MOORE, S.S., GUAN, L.L. Influence of sire breed on the interplay among rumen microbial populations inhabiting the rumen liquid of the progeny in beef cattle. **Plos One**, v. 8, n. 3, p. 1-15, 2013.

HERSOM, M.J. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in forage-fed ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 306-317, 2008.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Ed. Longman Scientific & Technical. 203p. 1990.

HOLTER, J.B. and A. J. YOUNG, "Methane prediction in dry and lactating Holstein cows". **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 8, p. 2165–2175, 1992.

HOOK, S.E., WRIGHT, A.D.G., and MCBRIDE, B.W. Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies. **Archaea**, art. 945785, 2010.

HUNGATE, R.E. **The rumen and its microbes**. Academic Press, New York, p. 533-535, 1966.

JOHNSON, K.A. and JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 8, p. 2483-2492, 1995.

JUN, H.S., QI, M., GONG, J., EGBOSIMBA, E. E. e FORSBERG, C. W. Outer membrane proteins of *Fibrobacter succinogenes* with potential roles in adhesion to cellulose and in cellulose digestion. **Journal Bacteriology**, v. 189, 6806–6815, 2007.

KAEPILA, C., SOMMART, K., and MITSUMORI, M. Dietary fat sources affect feed intake, digestibility, rumen microbial populations, energy partition and methane emissions in different beef cattle genotypes. **Animal**, p. 1-10, 2018.

KAMRA, D.N. Rumen Microbial Ecosystem. **Current Science**, v. 89, p. 124-135. 2005.

KLIEVE, A.V., HENNESSY, D., OUWERKERK, D., FORSTER, R.J., MACKIE, R.I. and ATTWOOD, G.T., Establishing populations of *Megasphaera elsdenii* YE 34 and *Butyrivibrio fibrisolvens* YE 44 in the rumen of cattle fed high grain diets. **Journal Applied Microbiology**, v. 95, p. 621–630, 2003.

KOZLOSKI, V.G. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. UFSM, Santa Maria, RS, 216p, 2011.

KOSCHECK, J.F.W. **Intensificação do manejo do pasto e uso da suplementação nos parâmetros produtivos na recria e terminação de bovinos de corte**. 122 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2017.

LAMBIE, S.C., KELLY, W.J., LEAHY, S.C., LI, D., REILLY, K., MCALLISTER, T.A., VALLE, E.R. The complete genome sequence of the rumen methanogen *Methanosarcina barkeri* CM1. **Standards Genomic Sciences**, v. 10, n. 57, p. 1–8, 2015.

LATHAM, M. J., SHARPE, E. and WEISS, N. Anaerobic cocci from the bovine alimentary tract, the amino acids of their cell wall peptidoglycans and those of various species of anaerobic *Streptococcus*. *Journal Applied Bacteriology*, v. 47, p. 209–221, 1979.

LEAHY, S.C., KELLY, W.J., ALTERMANN, E., RONIMUS, R.S., YEOMAN, C.J., PACHECO, D.M., LI, D. The genome sequence of the rumen methanogen *Methanobrevibacter ruminantium* reveals new possibilities for controlling ruminant methane emissions. **Plos One** v. 5, art. e8926, 2010.

LOBLEY, G.E., SINCLAIR, K.D., GRANT, C.M., MILLER, L., CALDER., WARKUP, C.C., MALTIN, C.A. The effects of breed and level of nutrition on whole-body and muscle protein metabolism in pure-bred Aberdeen Angus and Charolais beef steers. **British Journal of Nutrition**, v. 84, n. 3, p. 275-284, 2000.

LOPES, L.S., LADEIRA, M.M, NETO, O.R.M., PAULINO, P.V.R., CHIZZOTTI, M.L., RAMOS, E.M., OLIVEIRA, D.M. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 970-977, 2012.

MCCANN, J.C., WICKERSHAM, T.A., LOOR, J.J. High-throughput methods redefine the rumen microbiome and its relationship with nutrition and metabolism. **Bioinformatics Biology Insights**, v. 8, p. 109–125, 2014.

MENEZES, L.F.G., RESTLE, J. Desempenho de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1927-1937, 2005.

MIRON, J., BEN-GHEDALLIA, D. The degradation and utilization of monosaccharide components by defined ruminal cellulolytic bacteria. **Applied Microbiology Biotechnology**, v. 38, p. 432–437, 1992.

MORGAVI, D.P., FORANO, E., MARTIN, C., NEWBOLD, C.J. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1024-1036, 2010.

MORETTI, M.H. 2015. **Estratégias alimentares para a recria e terminação de tourinhos nelore**. 107f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington (DC): National Academy Press, 7th rev. edn., 2000.

NOUAILLE, R., MATULOVA, M., DELORT, A.M., FORANO, E. Oligosaccharide synthesis in *Fibrobacter succinogenes* S85 and its modulation by the substrate. **FEBS Journal**, v. 272, p. 2416–2427, 2005.

OKAMURA, V. **Estrutura genética da raça Senepol no Brasil por meio de análise de pedigree**. 2015. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós- Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2015.

OLIVEIRA, A.P., CASAGRANDE, D.R., BERTIPAGLIA, L.M.A., BARBERO, R.P., BERCHIELLI, T.T., RUGGIERI, A.C., REIS, R.A. Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, v. 53, p. 1-7, 2015.

OLSON, T.A., HAMMOND, A.C., CHASE JR, C.C. Evidence for the existence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in *bos taurus* cattle. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 5, p. 521-523, 1997.

OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3152-3172, 1995.

PAULINO, M.F., MORAES, E.H.B.K., ZERVOUDAKIS, J.T., ALEXANDRINO, E., FIGUEIREDO, D.M. Fontes de Energia em Suplementos Múltiplos de Auto-Regulação de Consumo na Recria de Novilhos Mestiços em Pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o Período das Águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 957-962, 2005.

PAULINO, P.V.R., LAGE, J.F., OLIVEIRA, I.M., MONNERAT, J.P.I.S. Aspectos fisiológicos sobre o crescimento de bovinos de corte. In: Simpósio de Pecuária de Corte. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007.

PINARES-PATIÑO C.S., HICKEY S.M., YOUNG, E.A., DODDS, K.G., MACLEAN, S., MOLANO, G., SANDOVAL, E., KJESTRUP, H., HARLEND, R., HUNT, C., PICKERING, N.K., MCEWAN, J.C. Heritability estimates of methane emissions from sheep. **Animal**, v. 7, suppl. 2, p. 316-321, 2013.

POPPI, D. MCLENNAN, S.R. Otimizando o desempenho de bovinos em pastejo com suplementação protéica e energética. In: SANTOS, F.A.P. MOURA, J.C. FARIA, V.P. (ed.). Simpósio sobre Bovinocultura de Corte: Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte. 6, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, Piracicaba, p. 163-181, 2007.

POPPI, D.P. and MCLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 278-290, 1995.

RAMSAK, A., PETERKA, M., TAJIMA, K., MARTIN, J.C., WOOD, J., JOHNSTON, M.E., ROUSTAM, I.A., FLINT, H.J., AVGUSTIN, G. Unravelling the genetic diversity of ruminal bacteria belonging to the CFB phylum. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 33, 69-79, 2000.

REIS, R.A., RUGGIERI, A.C., OLIVEIRA, A.A. Manejo da pastagem, diferimento e estratégias de suplementação na engorda de bovinos no pasto. In: X Congresso Brasileiro de Nutrição Animal. **Anais...** Campo Grande:MS, p.20-39, 2011.

RESENDE, F.D., SAMPAIO, R.L., SIQUEIRA, G.R. Estratégias de suplementação na recria e terminação de bovinos de corte. Efeitos do nível de suplementação na recria sobre o desempenho na terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45. Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2008.

RESTLE, J., VAZ, F. N., QUADROS, A. R. B. Carcasss and meat characteristics from steers of different of Hereford x Nelore genotypes. Revista Brasileira de Zootecnia, v.28, n.6, p.1245-1251, 1999.

RETALLICK, K.M., FAULKNER, D.B., RODRIGUEZ-ZAS, S.L., NKURUMAH, J.D., SHIKE, D.W. The effect of breed and individual heterosis on the feed efficiency, performance, and carcass characteristics of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 5161-5166, 2013.

RIBEIRO, A.R.B., ALENCAR, M.M., FREITAS, A.R., REGITANO, L.C.A., OLIVEIRA, M.C.S. AND IBELLI, A.M.G. Heat tolerance of Nelore, Senepol x Nelore and Angus x Nelore heifers in the southeast region of Brazil. **South African Journal of Animal Science**, v. 39 (Supplement 1) 2009.

RIBEIRO, A. R. B., ALENCAR, M. M. de, SILVA, J. R. M. C. da, RAMOS, A. de C. L. S., PAÇO, A. L., IBELLI, A. M. G., REGITANO, L. C. de A., STARLING, J. M. C. Características das glândulas sudoríparas de bovinos Nelore, Senepol x Nelore e Angus x Nelore. In: Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA ZOOTECNIA, 2010, Salvador. Empreendedorismo e progresso científicos na zootecnia brasileira de vanguarda. **Anais...** Salvador: SBZ: UFBA, 2010.

RUGGIERI, A.C., CARDOSO, A.S. Balanço de carbono em sistemas de produção animal: fontes de emissão e opções de mitigação. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Ribeiro, A.R.B et al. Características das glândulas sudoríparas de bovinos Nelore, Senepol x Nelore e Angus x Nelore. In: Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA ZOOTECNIA, 2010, Salvador. Empreendedorismo e progresso científicos na zootecnia brasileira de vanguarda-anais. Salvador: SBZ: UFBA, 2010.v. 25, 2017.

SAN VITO, E., LAGE, J.F., MESSANA, J.D., DALLANTONIA, E.E., FRIGHETTO, R.T.S., REIS, R.A., NETO, A.J., BERCHIELLI, T.T. Performance and methane emissions of grazing Nellore bulls supplemented with crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 4728-4737, 2016.

SIQUEIRA J.B., GUIMARÃES, J.D. PINHO, R.O. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 37, n. 1, p. 3-13, 2013.

STEWART, C.S., FLINT, H.J., BRYANT, M.P. The rumen bacteria. In: Hobson PN, Stewart CS (2eds) **The rumen microbial ecosystem**. Chapman & Hall, London, pp 140–195, 1997.

VALADARES FILHO, S. C., MARCONDES, M. I., CHIZZOTTI, M. L., PAULINO, P. V. R. **Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle - BR-CORTE**. 2.ed. Visconde do Rio Branco, MG, Brazil: Suprema Gráfica e Editora, 185 p. 2010.

VALADARES FILHO, S. C., COSTA E SILVA, L. F., LOPES, S. A. et al. BR-CORTE 3.0. Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. 2016.

VALADARES FILHO, S.C., PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. (Ed). **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed., Jaboticabal: FUNEP, p. 161-189, 2011.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 476 p, 1994.

WRIGHT, A.D.G., WILLIAMS, A.J., WINDER, B., CHRISTOPHERSEN, C.T., RODGERS, S.L. SMITH, K.D. Molecular diversity of rumen methanogens from sheep in Western. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 70, p. 1263-1270, 2004.

WU, S., RANSOM, L., BALDWIN, R.L., LI, W., LI, C., CONNOR, E.E., LI, R.W. The bacterial community composition of the bovine rumen detected using pyrosequencing of 16S rRNA genes. **Metagenomics**, v. 1, p. 1-11, 2012.

CAPÍTULO 2. DESEMPENHO E EMISSÃO DE METANO DE TOURINHOS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS SUBMETIDOS A DOIS PLANOS NUTRICIONAIS DURANTE A FASE DE RECRIA EM PASTO

Resumo- Objetivou-se avaliar o efeito de dois planos nutricionais (PN) sobre o consumo, digestibilidade, desempenho e emissão de metano (CH₄) de três grupos genéticos (GG), na fase de recria, em pastagem. Cento e sessenta e dois tourinhos de diferentes GG (Nelore, ½Senepol e ½Angus), foram utilizados em um delineamento em blocos casualizados, arranjo fatorial 2 × 3, considerando o peso corporal inicial como bloco, com idade média de 10 ± 2 meses e peso corporal inicial de 262 ± 31 kg, alocados em doze piquetes de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés*, submetidos a dois PN: suplementação com mineral 30 g / 100 kg peso corporal (PC) ou concentrado 300 g / 100 kg de PC. Não houve interações (P > 0,05) entre o PN e GG sobre o consumo e digestibilidade de nutrientes, exceto CNF e FDNi (P < 0,05), animais ½Senepol suplementados com concentrado apresentaram maior consumo que os demais GG. Entretanto, o PN com suplemento concentrado proporcionou maior consumo de nutrientes e digestibilidade de PB e EE (P < 0,05). Cruzados ½Senepol apresentaram maior digestibilidade de MS, MO e PB que Nelore e ½Angus (P < 0,05). Os animais Nelore e ½Senepol suplementados com concentrado apresentaram maior GMD, GMDc e GPH que os ½Angus (P < 0,05) e animais Nelore apresentaram maior AOL que o ½Angus e ½Senepol (P < 0,05) e maior EG que cruzados ½Senepol (P < 0,05). Animais suplementados com concentrado apresentaram maior AOL e EG (P < 0,05). Cruzados ½Senepol e Nelore suplementados com concentrado apresentaram menor emissão de CH₄ por kg GMDc que os demais GG suplementados com concentrado ou mineral (P < 0,05), e animais ½Senepol apresentaram menor emissão de CH₄ em g/d que Nelore (P < 0,05). O PN com suplemento concentrado implicou em menor emissão de CH₄ dos animais, em g/d, g por kg CMS e g por kg de MOd (P < 0,05). Animais Nelore são mais eficientes que cruzados ½Angus na utilização de energia para ganho por área e ganho em carcaça na fase de recria no período das águas. Nelore suplementados com mineral são mais eficientes em reduzir emissão diária de CH₄ entérico por ganho em carcaça em relação a cruzados ½Senepol. Entretanto, o uso de

suplemento concentrado associado a cruzados ½Senepol é uma ferramenta mais eficiente para redução da emissão diária de CH₄ entérico em relação a Nelore.

Palavras chave: bovinos de corte, concentrado proteico-energético, período das águas, suplementação, gases de efeito estufa.

2.1. INTRODUÇÃO

A recria de bovinos na época das águas é mais eficiente, considerando que o valor nutritivo do pasto ser maior que na seca, fato este, atribuído a maiores proporções de carboidratos e proteínas solúveis, minerais e vitaminas (TORO VELÁSQUEZ et al., 2010). Uma alternativa para otimizar o uso de nitrogênio não proteico (NNP), elevado no pasto neste período, é a suplementação concentrada com aporte de energia, possibilitando um aumento de incorporação de nitrogênio (N) pelos microrganismos ruminais (DETMANN et al., 2009; COSTA et al., 2011). Assim, suplementação concentrada proporciona aumento do ganho individual e ganho por área (CASAGRANDE et al., 2013), e reduz a emissão de metano entérico (CH₄) através da quantidade de carboidratos fermentados no rúmen e da menor relação acetato:propionato produzidos (JOHNSON e JOHNSON, 1995; BARBERO et. al., 2015).

Nessa fase o animal tem melhor conversão alimentar (NRC, 2000) o que permite incrementos no ganho de peso através da correção dos nutrientes limitantes do pasto (DETMANN et al., 2009; CASAGRANDE et al., 2013). Sendo possível acelerar a curva de crescimento do animal através do atendimento das exigências de proteína, que é maior nessa fase, proporcionando maior deposição de tecido muscular (BOYE et al., 2012).

Outro fator que permite incrementos na produtividade na fase de recria é o cruzamento entre raças, qual permite explorar a complementariedade e heterose dos animais cruzados (FREYER et al., 2008). Entretanto, as exigências de proteína e energia de animais *Bos indicus* são menores, o que os torna mais eficientes na conversão de energia metabolizável consumida em energia líquida de manutenção (ELm), quando comparados aos *Bos taurus* ou à cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus* (NRC, 2000). Essa maior eficiência nos leva a acreditar que o grupo genético

também pode colaborar com a redução nas perdas energéticas na forma de CH₄ entérico, através da modulação da fermentação ruminal de ácidos graxos de cadeia curta, com maior produção de propionato (PICKERING et al., 2015).

O potencial genético animal, atribuído a maior capacidade de crescimento muscular em função da maior eficiência de utilização de energia (PAULINO et al., 2007) tende a reduzir emissões de CH₄ entérico, considerando características como: diferenças individuais entre animais na taxa de retenção da digesta e interações hospedeiro-microbiota (PINARES-PATIÑO et al., 2007; ROSS et al., 2013; PICKERING et al., 2015). Contudo, outro fator que interfere no maior aproveitamento da energia ingerida por determinada raça está relacionado com sua adaptação ao clima tropical em relação à manutenção da temperatura corporal (NARDONE et al., 2006; RIBEIRO et al., 2009), o que nos leva a considerar que cruzados ½Senepol podem ter maior resposta produtiva.

Considerando que a exigência de ELM de animais cruzados possa ser semelhante a puros *Bos indicus* (SUBEPANG et al., 2019), implicando no suprimento de energia necessário destinado aos processos produtivos, é importante esclarecer as diferenças na ingestão, metabolismo e emissão de CH₄ entérico dentre os diferentes grupos raciais, fatores estes que impactam sobre o desempenho dos animais. A hipótese deste estudo é que a suplementação com concentrado associado ao maior potencial de aproveitamento de animais cruzados pode reduzir emissão de CH₄ entérico e melhorar o desempenho animal durante a fase de recria. Este estudo objetivou avaliar o efeito de planos nutricionais sobre a ingestão, digestibilidade, desempenho e emissão de metano entérico de diferentes grupos genéticos mantidos em pastagens tropicais durante o período das águas.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo utilizado neste experimento está de acordo com as diretrizes do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e foi aprovado pelo Comitê de Ética, Bioética e Bem Estar Animal da Universidade Estadual São Paulo (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Ciências Veterinárias, Campus Jaboticabal (Protocolo nº 5628/15).

Manejo dos animais

O experimento foi conduzido em área experimental pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/Unesp - Campus de Jaboticabal, SP (48°18'58"W, 21°15'22"S, altitude 595 m). Segundo Köppen, o clima desta região é classificado com tropical tipo AW, caracterizado por invernos secos e temperaturas amenas e verões quentes e úmidos (Tabela 1).

Tabela 1. Valores das médias mensais da temperatura e umidade relativa do ar mínima, média e máxima, precipitação pluvial e dias de chuvas durante o período experimental na fase de recria.

Mês/Ano	Temperatura (°C)			Umidade Relativa %			Chuva (mm)	Dias de chuva	Dias de Chuva acima de 5mm
	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média			
nov/15	30,8	19,8	24,3	94,7	49,6	78,0	278	17	14
dez/15	30,6	20,2	24,4	94,5	51,6	78,2	306	18	11
jan/16	29,5	20,2	24,0	93,7	57,7	80,9	445	17	14
fev/16	31,5	20,5	25,0	93,9	46,8	76,3	206	16	13
mar/16	30,9	19,8	24,2	93,9	48,5	77,0	127	16	11
abr/16	31,0	18,0	24,1	86,8	34,4	61,8	9,10	2	1
mai/16	26,8	14,8	20,1	90,6	44,6	71,6	124	12	6

Dados obtidos do Departamento de Ciências Exatas de FCAV / Jaboticabal, localizado a 800 m da área experimental.

Em setembro de 2015, foi realizada amostragem de solo, à 20 cm de profundidade nos 12 piquetes da área experimental, em seguida, obteve-se duas amostras compostas dos piquetes para análise do solo que apresentou as seguintes características químicas: pH de 5,0 em CaCl₂; 28 g/dm³ de matéria orgânica; 12 mg/dm³ fósforo resina; 2,8, 27,0, 8,0 e 29,1 mmol_c /dm³ de potássio, cálcio, magnésio, hidrogênio + alumínio, respectivamente; e 56% de saturação por bases. Foram realizadas adubações de manutenção, parcelada em quatro aplicações, sendo a primeira, realizada no dia 5 de novembro de 2015, por meio de aplicação de 48 kg/ha de P₂O₅ e 37 kg/ha de K₂O. As demais aplicações foram realizadas em 11 de dezembro de 2015, 24 de fevereiro e 20 de março de 2016, sendo utilizado 25 kg/ha de nitrogênio, oriundo de ureia agrícola, em cada aplicação.

O experimento ocorreu de 17 de dezembro de 2015 à 24 de março de 2016, em área de 22 ha de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés*, constituída de

12 piquetes experimentais de aproximadamente 1.8 ha. Foram utilizados 162 machos, não castrados, como animais teste e 8 animais reguladores, com média de 262 ± 31 kg de peso corporal, provenientes de três grupos genéticos: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus x $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol x $\frac{1}{2}$ Nelore. Após 14 dias de período de adaptação dos animais à área experimental e as dietas, foram abatidos 18 animais, sendo seis de cada grupo genético, os quais foram utilizados como referência para determinar o ganho em carcaça durante o experimento.

Os animais restantes foram pesados após jejum de sólidos por 16 h para obter o peso corporal em jejum. Quarenta e oito animais de cada grupo genético (Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus x $\frac{1}{2}$ Nelore ou $\frac{1}{2}$ Senepol x $\frac{1}{2}$ Nelore) foram designados em dois planos nutricionais: sal mineral ou 0,3% peso corporal de suplemento concentrado (24 repetições por tratamento). Os animais foram alojados em 12 piquetes (duas repetições de piquete por tratamento).

Os suplementos foram compostos por: sal mineral (Sódio 10 g/kg; Cálcio 139 g/kg; Fósforo 80 g/kg; Enxofre 40 g/kg; Zinco 5000 mg/kg; Cobre 1350 mg/kg; Manganês 1040 mg/kg; Iodo 100 mg/kg; Cobalto 80 mg/kg; Selênio 26 mg/kg.) a uma taxa de 30g/ 100 kg de PC; ou milho triturado, soja grão, ureia e núcleo comercial (Concentrado - Tabela 2) a uma taxa de 300 g/ 100 kg de PC.

Os suplementos foram fornecidos uma vez ao dia às 10h, em cocho coberto. Foi utilizado o método de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável (ALLEN et al., 2011), com o uso de animais reguladores, com o objetivo de manter a altura do pasto em 30 cm conforme descrito por Pedreira et al. (2007). O controle da taxa de lotação foi feito em função da altura de forragem predeterminada.

Tabela 2. Proporção e composição química dos ingredientes fornecidos na suplementação concentrada dieta dos animais ao longo do experimento.

Itens	Suplemento concentrado
<i>Proporção dos ingredientes (%)</i>	
Milho	73,5
Soja grão	10,6
Núcleo Comercial*	15,9
<i>Composição química do suplemento</i>	
Matéria seca (%)	86,0
Matéria orgânica (%MS)	89,2
Proteína Bruta (%MS)	20,5
Extrato etéreo (%MS)	6,30
FDNcp (%MS)	26,5

*Sódio 80 g/kg; Cálcio 153 g/kg; Fósforo 30 g/kg; Enxofre 30 g/kg; Zinco 1925 mg/kg; Cobre 520 mg/kg; Manganês 400 mg/kg; Iodo 30 mg/kg; Cobalto 38 mg/kg; Selênio 10 mg/kg; NNP 620g /kg.

Avaliação do pasto e consumo de alimentos

A massa de forragem foi estimada a cada 28 dias, através da determinação da altura média do dossel, por meio da leitura de 80 pontos em cada piquete, com auxílio de régua graduada em centímetros (BARTHAM, 1985). Para estimativa da massa de forragem, cinco amostras por piquete foram colhidas rente ao solo, em pontos que representassem a altura média do piquete, usando moldura circular de 0,25 m². As amostras colhidas foram pesadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. O pasto foi amostrado a cada 28 dias por meio de pastejo simulado (JOHNSON, 1978), para determinação da composição química. Amostras do suplemento foram realizadas semanalmente.

As amostras de alimentos foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS; método 934,01), matéria orgânica (MO; método 942,05), extrato etéreo (EE; método 954,02) de acordo com recomendações da AOAC, (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinado de acordo com Mertens (2002) e adaptado para Ankom²⁰⁰ Fiber Analyzer, corrigido para cinza e proteína posteriormente. Nas amostras de concentrado e ingredientes com alto teor de amido utilizou α -amilase termo-estável, sem adição de sulfito de sódio. A fração proteína bruta (PB) foi obtida por condutividade térmica utilizando-se o equipamento Leco®, modelo FP-528. O fracionamento de compostos nitrogenados (fração A) foi determinado seguindo a metodologia de Licitra et al. (1996). A fração B1 + B2 foi determinada pela diferença entre as frações A, B3 e C. A fração B3 foi determinada

entre a diferença de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e a fração C foi considerada como o nitrogênio insolúvel em detergente ácido. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados de acordo com Hall (2000) e a energia metabolizável de acordo com (NRC, 1996).

A avaliação de consumo foi realizada a partir do 97º dia experimental, avaliado com base na utilização de três indicadores utilizados para determinação da produção fecal, consumo de forragem e consumo de suplemento. Para estimativa da produção fecal foi utilizado o óxido de cromo (Cr_2O_3), embalado em cartuchos de papel na quantidade de 10 g por animal/ dia e introduzido diretamente no esôfago usando um tubo de borracha, sempre às 10:00 horas durante 10 dias. As amostras fecais foram coletadas durante 3 últimos dias, às 16:00 e 11:00, 15:00 e 09:00 e 14:00 e 07:00 h no primeiro, segundo e terceiro dias de coleta, respectivamente, para obter amostras representativas. A excreção fecal foi estimada pelo fracionamento da quantidade de óxido crômico oferecido e da concentração nas fezes. Amostras fecais foram avaliadas para o teor de óxido de cromo usando a absorção atômica (WILLIAMS et al., 1962).

O consumo individual de suplemento foi estimado utilizando o dióxido de titânio (TiO_2), segundo metodologia descrita por Titgemeyer et al. (2001). Adicionando-se no cocho junto ao suplemento, 10 g por animal dia de TiO_2 , durante 10 dias, com coletas de fezes nos últimos três dias. As amostras de fezes utilizadas para a determinação do titânio foram coletadas juntas as amostras de óxido crômico como descrito acima. A leitura foi realizada conforme metodologia descrita por Myers et al. (2004). O consumo de matéria seca do suplemento (CMSS) individual foi estimado usando a seguinte equação:

$$\text{CMSS} = ([\text{g TiO}_2/\text{g fezes}] \times \text{excreção fecal}) / [\text{g TiO}_2/\text{g suplemento}]$$

O consumo de forragem foi estimado com base nos dados de produção fecal utilizando a FDN indigestível (FDNi) como marcador interno. Para estimação do teor de FDNi nas fezes, nas amostras de pasto, obtidas via simulação manual do pastejo, e nos suplementos foi realizada incubação *in situ* por 288 horas como sugerido por Valente et al. (2011). O consumo de matéria seca de forragem (CMSF) foi calculado utilizando a equação:

$$\text{CMSF} = (\text{EF} \times [\text{MiF}] - \text{CMSS} \times [\text{MiS}]) / [\text{MiFo}]$$

onde: CMSF = consumo de MS de forragem, EF = excreção fecal, CMSS = consumo de MS de suplemento, [MiF], [MiS] e [MiFo] são as concentrações do marcador interno nas fezes, suplemento e na forragem, respectivamente. O consumo de MS total foi obtido pela soma do consumo de forragem e suplemento.

Pesagem dos animais

Os animais foram pesados ao início e final da fase de recria, após jejum de sólidos por 16 h, para obtenção do ganho médio diário de peso e ganho de peso total. Para avaliação do ganho médio diário e das avaliações das características do pasto foram considerados 84 dias de avaliação.

No início da fase de recria foram abatidos dezoito animais referência, sendo seis de cada grupo genético, e ao final do experimento foram abatidos vinte e quatro animais, sendo quatro de cada tratamento. Através dos dados coletados dos animais referência, peso corporal jejum (PCJ) e peso carcaça quente (PCQ) foram geradas as equações ($Y = A \cdot X \pm B$) para estimar ganho em carcaça para cada tratamento, sendo Y a variável dependente e X (PCJ) a variável independente, A e B são os parâmetros do modelo. Equação 1, 2 e 3 são referentes ao 1º abate referência dos animais Nelore, ½ Angus e ½ Senepol respectivamente, e as equações 4, 5 e 6 referentes ao 2º abate referência dos animais Nelore, ½ Angus e ½ Senepol suplementados com concentrado, equações 7, 8 e 9 dos animais Nelore, ½ Angus e ½ Senepol suplementados com mineral.

Equação 1: $Y = 0,6348 x - 29,58$ ($R^2 = 0,9712$)

Equação 2: $Y = 0,4997 x - 2,554$ ($R^2 = 0,8790$)

Equação 3: $Y = 0,5038 x - 4,2459$ ($R^2 = 0,9592$)

Equação 4: $Y = 0,7813 x - 90,388$ ($R^2 = 0,9442$)

Equação 5: $Y = 0,7661 x - 95,628$ ($R^2 = 0,9827$)

Equação 6: $Y = 0,4997 x - 1,0918$ ($R^2 = 0,9860$)

Equação 7: $Y = 0,3706 x + 51,317$ ($R^2 = 0,6849$)

Equação 8: $Y = 0,5430 x - 15,002$ ($R^2 = 0,9593$)

Equação 9: $Y = 0,4037 x + 17,214$ ($R^2 = 0,9219$)

Mensuração de Metano entérico (CH_4)

A emissão de CH_4 entérico por eructação foi obtida pela técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF_6) (JOHNSON et al., 1994). Cápsulas de metal com liberação constante e conhecida de SF_6 foram inseridas no rúmen dos animais via oral. Um cabresto equipado com tubo capilar foi ajustado na cabeça dos animais, e conectado a uma canga de policloreto de vinila (PCV), previamente submetida a vácuo. Conforme dissipação do vácuo, amostras de gás emitidas foram constantemente aspiradas e armazenadas nas cangas, no pescoço dos animais. Trinta e seis animais (seis por tratamento) foram utilizados para a coleta.

Durante o período de coleta, após 14 dias de adaptação, as cangas foram trocadas diariamente, durante seis dias consecutivos, sendo a coleta realizada no ultimo período experimental. Após a coleta, cada animal foi devolvido ao piquete, para retornar a atividade de alimentação. A pressão das leituras das cangas foi registrada e em seguida foram pressurizados usando N_2 puro. Cangas adicionais, uma por piquete, foram colocadas próximas dos piquetes para monitorar níveis de CH_4 e SF_6 do ambiente, diariamente durante o período de coleta. Estes valores foram subtraídos dos valores observados nos animais para calcular a produção líquida durante a respiração. A taxa de emissão de CH_4 pelos tourinhos foi calculada em relação à emissão de SF_6 pela cápsula no rúmen, com subtração da concentração de CH_4 ambiental (WESTBERG et al., 1998) pela equação:

$$CH_4 = CSF_6 \times ([CH_4]c - [CH_4]Amb) / [SF_6]c$$

onde: CH_4 = taxa diária de emissão por animal, CSF_6 = emissão conhecida de SF_6 pela cápsula ruminal, $[CH_4]c$ = concentração de CH_4 coletada na canga, $[CH_4] amb$ = concentração de CH_4 no ambiente, e $[SF_6]c$ = concentração de SF_6 na canga.

As concentrações de CH_4 e SF_6 foram analisadas no Laboratório de Nutrição - UNESP (Jaboticabal, SP, Brasil) usando cromatografia gasosa (GC-2014, Shimadzu, Kyoto, Japão), equipado com uma coluna Porapak Q (2m x 3mm i.d., 80 100 mesh, Shimadzu, Kyoto, Japão), ionização de chama com detector de metano, e captura

de elétrons com detector de hexafluoreto, conforme descrito por Johnson et al. (1994).

Análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, considerando o PCI dos animais como bloco, em um arranjo fatorial 2×3 (A x B), o efeito fixo do fator A corresponde aos dois planos nutricionais e o fator B aos três grupos genéticos, e os efeitos aleatórios correspondentes aos piquetes. Cada piquete foi considerado como unidade experimental. As variáveis referentes à massa de forragem, características estruturais do pasto, composição química, taxa de lotação foram analisadas considerando os períodos experimentais. Foram testadas as pressuposições para análise de variância (ANOVA), normalidade dos erros e homocedasticidade utilizando os procedimentos PROC UNIVARIATE do software SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, North Carolina, 2008). As médias geradas foram comparadas com o teste de Tukey, usando a opção PDIFF no comando LSMEANS, quando significativas. O nível de significância utilizado para avaliar as diferenças entre as médias foi $\alpha = 0,05$.

2.3. RESULTADOS

Não houve interação entre plano nutricional (PN) e grupo genético (GG) para as características da massa de forragem avaliadas ($P > 0,05$, Tabela 3). Os diferentes piquetes utilizados nos tratamentos (PN e GG) não apresentaram diferença na massa total de forragem, folhas verdes, colmo + bainha, material morto e altura do dossel ($P > 0,05$). Houve efeito do GG na taxa de lotação ($P < 0,05$), onde animais $\frac{1}{2}$ Senepol apresentaram menor taxa de lotação em relação a Nelore e $\frac{1}{2}$ Angus. A composição química da forragem, MS, MO, PB, fração da proteína, EE e FDNi não variaram entre os tratamentos ($P > 0,05$), exceto a composição de FDNcp ($P < 0,05$). Animais Nelore suplementados com concentrado foram mantidos em forragem com menor FDNcp que animais Nelore suplementados com mineral e $\frac{1}{2}$ Angus suplementados com concentrado ($P < 0,05$).

Tabela 3. Características do *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés* sob lotação contínua na estação chuvosa durante o período experimental na fase de recria.

Item	Suplemento		EPM	Grupo Genético			EPM	*P-valor		
	Mineral	Concentrado		Nelore	½Angus	½Senepol		PN	GG	PN*GG
Massa de forragem										
Massa total (kg/ha)	6382	6194	224,713	6267	6315	6281	275,112	0,417	0,994	0,745
Folhas verdes (kg/ha)	2491	2390	80,405	2410	2393	2519	98,451	0,204	0,900	0,502
Colmos+bainhas (kg/ha)	2521	2337	77,335	2425	2473	2388	89,254	0,347	0,991	0,795
Material morto (kg/ha)	1370	1466	162,609	1431	1449	1373	199,250	0,902	0,983	0,920
Altura (cm)	28,01	27,45	0,523	27,95	27,40	27,80	0,641	0,268	0,745	0,653
Taxa de lotação, UA/ha	4,71	4,79	0,215	4,85 ^a	5,02 ^a	4,38 ^b	0,218	0,538	0,010	0,466
Composição química %MS										
MS	33,42	33,04	0,096	33,52	33,61	32,93	0,100	0,856	0,098	0,108
MO	92,55	92,63	0,085	92,45	92,56	92,82	0,099	0,901	0,060	0,071
PB	12,59	13,05	0,115	12,78	12,53	13,10	0,123	0,107	0,088	0,100
FDNcp	57,51	57,57	0,532	57,19	58,25	57,41	0,454	0,958	0,138	0,001
EE	2,44	2,39	0,312	2,43	2,40	2,43	0,248	0,100	0,123	0,300
FDNi	17,72	17,41	0,328	18,20	17,95	16,84	0,458	0,143	0,361	0,215
Fração da Proteína (%PB)										
A	21,23	21,55	7,235	20,86	22,68	20,44	6,393	0,536	0,325	0,413
B1+B2	36,41	37,71	4,458	37,21	36,32	37,57	3,375	0,286	0,921	0,325
B3	31,77	30,72	2,954	31,52	30,87	31,39	2,744	0,756	0,326	0,234
C	10,59	10,02	3,761	10,41	10,13	10,60	3,342	0,980	0,720	0,510

* letras minúsculas diferentes na linha se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; EE = Extrato etéreo; FDNi = Fibra em detergente neutro indigestível; A = fração A da PB; B1+B2 = fração B1+B2 da PB; B3 = fração B3 da PB; C = fração C da PB.

Não houve interação entre o PN e GG em relação ao consumo e digestibilidade de MS, MO, PB, FDNcp e EE, e consumo de MS de forragem, MS suplemento e EM ($P > 0,05$, Tabela 4). Entretanto, os animais $\frac{1}{2}$ Senepol suplementados com mineral apresentaram menor consumo de FDNi que os demais GG ($P < 0,05$, Figura 1).

Não houve efeito do GG sobre o consumo de MS, MS (%PC), MS de forragem, MS suplemento, MO, PB, FDNcp, EE, CNF, FDNi e EM ($P > 0,05$). Enquanto, o PN influenciou o consumo de MS, MO, PB, EE, CNF e FDNcp, sendo que animais suplementados com concentrado apresentaram maior consumo de suplemento que animais que receberam somente mineral ($P < 0,05$).

Houve interação PN*GG na digestibilidade de CNF ($P < 0,05$, Figura 2). Assim, os animais $\frac{1}{2}$ Angus suplementados com concentrado apresentaram menor coeficiente de digestibilidade de CNF quando comparados com animais $\frac{1}{2}$ Senepol recebendo suplemento concentrado e animais $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol recebendo suplemento mineral.

Houve efeito do GG sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, MO e PB ($P > 0,05$). Onde, os animais $\frac{1}{2}$ Senepol apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade que animais Nelore e $\frac{1}{2}$ Angus. Não houve diferença entre GG para digestibilidade de FDNcp, EE e CNF ($P > 0,05$).

Não houve efeito dos PN na digestibilidade da MS, MO, FDNcp e CNF ($P < 0,05$). No entanto, animais suplementados com concentrado apresentaram maior digestibilidade de PB e EE que animais suplementados com mineral (Tabela 4).

Em relação ao desempenho animal, houve interação entre PN e GG para GPH e GMDc ($P < 0,05$). Onde, animais Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol suplementados com concentrado apresentaram maior GMDc (Figura 3) e GPH (Figura 4) que os animais $\frac{1}{2}$ Angus suplementados com concentrado e todos os GG suplementados com mineral ($P < 0,05$, Tabela 5).

Animais Nelore apresentaram maior GMD que animais $\frac{1}{2}$ Senepol e $\frac{1}{2}$ Angus ($P < 0,05$). Animais suplementados com concentrado apresentaram maior GMD quando comparado com animais suplementados com mineral ($P < 0,05$).

Tabela 4. Consumo e digestibilidade de nutrientes por tourinhos de diferentes grupos genéticos, submetidos a dois planos nutricionais na fase de recria em pastagem de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés* sob lotação contínua na estação chuvosa.

Item	Suplemento		EPM	Grupo Genético			EPM	*P-valor		
	Mineral	Concentrado		Nelore	½Angus	½Senepol		PN	GG	PN*GG
Consumo, kg/d										
MS (kg)	5,55	6,79	0,233	6,57	6,30	5,66	0,403	0,010	0,360	0,166
MSF	5,45	5,89	0,205	6,02	5,77	5,21	0,411	0,152	0,420	0,141
MSS	0,10	0,91	0,011	0,55	0,53	0,45	0,272	0,001	0,082	0,102
MO	5,05	6,23	0,301	5,98	5,74	5,19	0,384	0,001	0,429	0,149
PB	0,69	0,95	0,052	0,87	0,82	0,77	0,079	0,001	0,364	0,295
FDNcp	3,14	3,64	0,211	3,58	3,48	3,09	0,241	0,010	0,579	0,108
EE	0,16	0,23	0,009	0,21	0,20	0,18	0,013	0,010	0,429	0,244
CNF	1,05	1,41	0,082	1,31	1,23	1,14	0,086	0,010	0,415	0,175
FDNi	0,81	0,90	0,042	0,92	0,86	0,77	1,009	0,129	0,193	0,011
EM (MJ/kg MS)	9,23	9,29	0,157	9,14	9,15	9,48	0,148	0,632	0,875	0,619
Digestibilidade, % MS										
MS	59,70	60,44	0,512	58,87 ^b	59,56 ^b	61,57 ^a	0,699	0,550	0,010	0,163
MO	63,81	64,13	0,491	63,35 ^b	63,21 ^b	65,35 ^a	0,678	0,390	0,010	0,076
PB	51,45	57,57	1,273	53,22 ^b	53,66 ^b	55,77 ^a	1,701	0,010	0,010	0,241
FDNcp	65,49	63,82	0,610	63,45	64,43	66,24	0,871	0,069	0,093	0,363
EE	55,68	59,29	1,153	56,39	57,25	57,83	1,389	0,001	0,161	0,297
CNF	69,42	68,58	0,908	69,59	67,33	69,91	1,278	0,222	0,143	0,051

* letras minúsculas diferentes na linha se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético; MS = Matéria seca total; MSF = Matéria seca de forragem; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; EE = Extrato etéreo; CNF = Carboidrato não fibroso; FDNi = Fibra em detergente neutro indigestível; EM = Energia metabolizável.

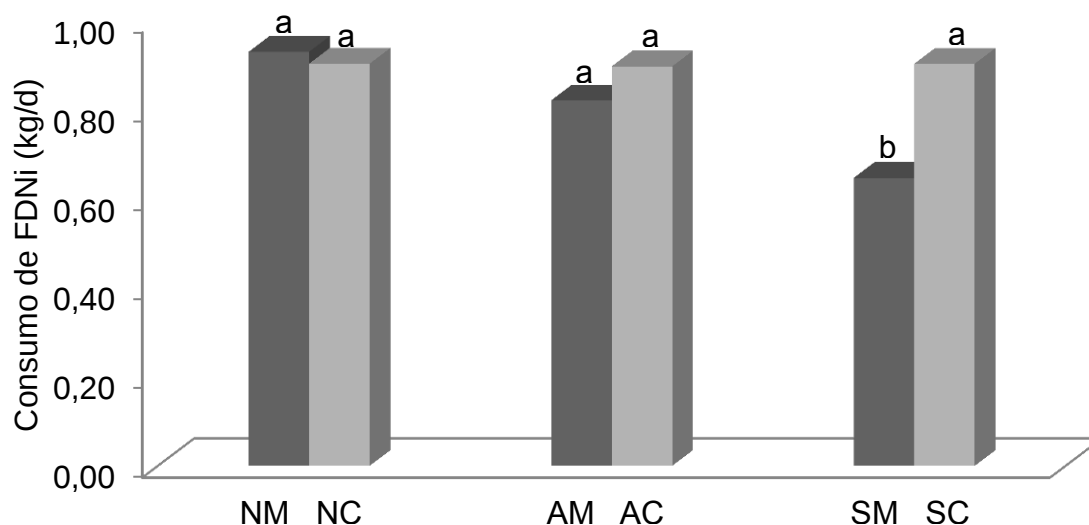


Figura 1. Interação PN*GG para consumo de FDNi (kg/d) em animais $\frac{1}{2}$ Senepol suplementados com mineral ($P < 0,05$). NM = Nelore mineral; NC = Nelore concentrado; AM = $\frac{1}{2}$ Angus Mineral; AC = $\frac{1}{2}$ Angus concentrado; SM = $\frac{1}{2}$ Senepol Mineral e SC = $\frac{1}{2}$ Senepol concentrado. Letras minúsculas diferentes nas colunas se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

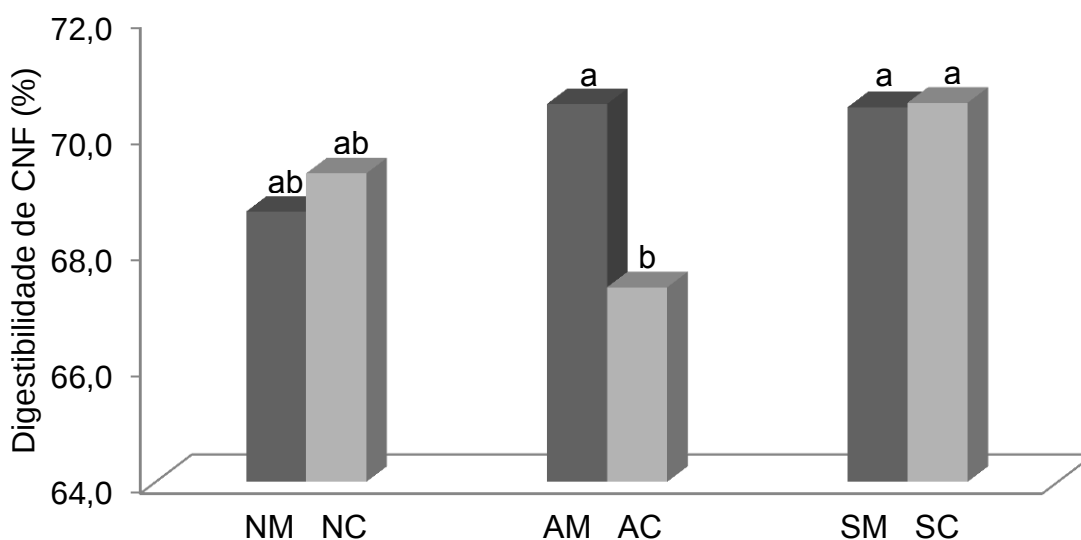


Figura 2. Interação PN*GG para digestibilidade de CNF (%) em animais $\frac{1}{2}$ Angus suplementados com concentrado ($P < 0,05$). NM = Nelore mineral; NC = Nelore concentrado; AM = $\frac{1}{2}$ Angus Mineral; AC = $\frac{1}{2}$ Angus concentrado; SM = $\frac{1}{2}$ Senepol Mineral e SC = $\frac{1}{2}$ Senepol concentrado. Letras minúsculas diferentes nas colunas se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

Tabela 5. Características produtivas de tourinhos de diferentes grupos genéticos, submetidos a dois planos nutricionais na fase de recria em pastagem de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés* sob lotação contínua na estação chuvosa.

Item	Suplemento		EPM	Grupo Genético			EPM	*P-valor		
	Mineral	Concentrado		Nelore	½Angus	½Senepol		PN	GG	PN*GG
PCI kg	263	261	15,34	268 ^b	286 ^a	230 ^c	15,38	0,008	0,001	0,295
PCF kg	323	334	18,17	342 ^a	347 ^a	298 ^b	18,22	0,032	0,001	0,509
GMD kg	0,67	0,85	0,035	0,84 ^a	0,69 ^b	0,76 ^{ab}	0,043	0,001	0,001	0,749
GPH kg há ⁻¹	633	785	34,80	775 ^a	641 ^b	711 ^{ab}	42,61	0,010	0,021	0,050
GMDc kg	0,25	0,38	0,009	0,35 ^a	0,28 ^b	0,32 ^{ab}	0,016	<0,01	<0,01	<0,01
AOL cm ²	61,61	67,22	0,757	68,44 ^a	62,25 ^b	62,87 ^b	1,128	<0,01	<0,01	0,749
EG mm	0,81	1,04	0,139	1,10 ^a	0,91 ^{ab}	0,77 ^b	0,141	0,010	0,010	0,068

*letras minúsculas diferentes na linha se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético; PCI = Peso corporal inicial; PCF = Peso corporal final; GMD = Ganho médio diário; GPH = Ganho de peso por hectare; GMDc = Ganho de carcaça diário; AOL = Área de olho de lombo; EG = espessura de gordura.

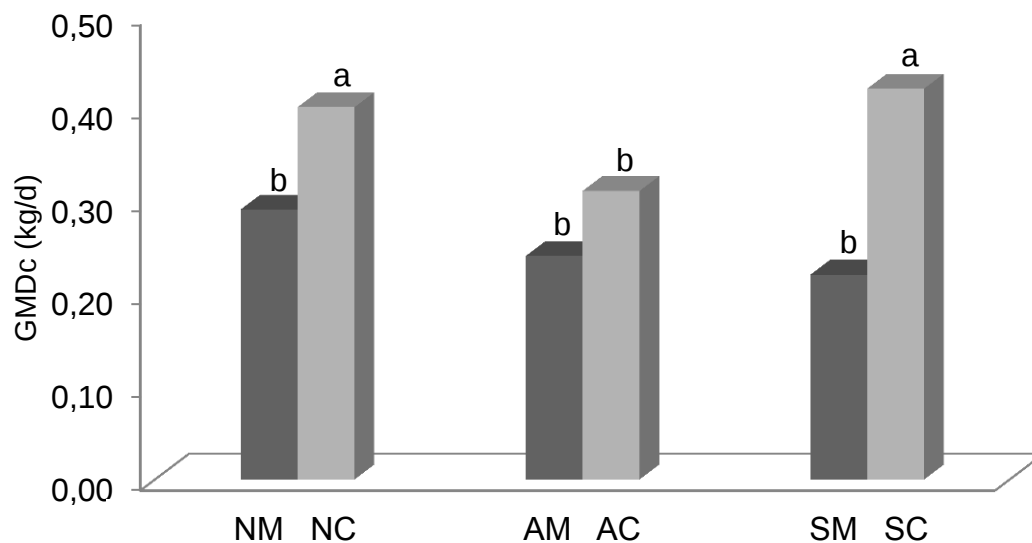


Figura 3. Interação PN*GG para GMDc (kg/d) de animais Nelore e ½Senepol suplementados com concentrado ($P < 0,05$). NM = Nelore mineral; NC = Nelore concentrado; AM = ½Angus Mineral; AC = ½Angus concentrado; SM = ½Senepol Mineral e SC = ½Senepol concentrado. Letras minúsculas diferentes nas colunas se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

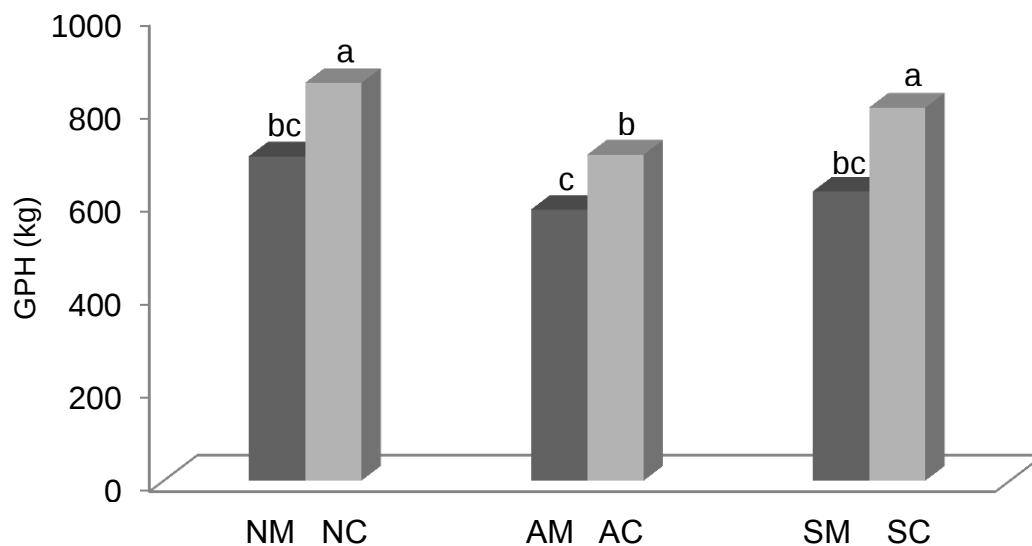


Figura 4. Interação PN*GG para GPH (kg) de animais Nelore e ½Senepol suplementados com concentrado ($P < 0,05$). NM = Nelore mineral; NC = Nelore concentrado; AM = ½Angus Mineral; AC = ½Angus concentrado; SM = ½Senepol Mineral e SC = ½Senepol concentrado. Letras minúsculas diferentes nas colunas se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

Não houve interação entre PN e GG para as variáveis PCI, PCF, AOL e EG ($P > 0,05$, Tabela 5). Entretanto, animais Nelore apresentaram maior AOL que animais do $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$).

Os animais Nelore apresentaram ainda maior EG em relação aos animais $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$), enquanto os animais $\frac{1}{2}$ Angus não diferiram de Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol. Animais suplementados com concentrado apresentaram maior AOL e EG que animais suplementados com mineral ($P < 0,05$).

Não houve interação entre PN*GG para a emissão de metano entérico (Tabela 6), quando expressas em g/d, g/kg de CMS, g/kg de MOd ($P > 0,05$). No entanto, houve interação entre PN*GG para a emissão entérica de metano, expressa em GMDc ($P < 0,05$). Assim, animais $\frac{1}{2}$ Senepol suplementados com mineral ($P < 0,05$) apresentaram maior emissão de metano por kg GMDc que os demais GG suplementados com mineral ou concentrado (Figura 5). Enquanto, os animais $\frac{1}{2}$ Senepol e Nelore suplementados com concentrado apresentaram menor emissão de metano por kg GMDc que os demais GG suplementados com concentrado ou mineral ($P < 0,05$).

No entanto, os animais suplementados com concentrado apresentaram menor emissão de metano em g/d, g/kg CMS e g/kg de MOd ($P < 0,05$), quando comparados com animais suplementados com mineral.

Tabela 6. Emissão de Metano (CH₄) entérico de tourinhos de diferentes grupos genéticos, submetidos a dois planos nutricionais na fase de recria em pastagem de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés* sob lotação contínua na estação chuvosa.

Item	Suplemento		EPM	Grupo Genético			EPM	*P-valor		
	Mineral	Concentrado		Nelore	½Angus	½Senepol		PN	GG	PN*GG
CH ₄ g/dia	130	104	2,052	122 ^a	117 ^{ab}	112 ^b	2,899	<0,01	0,020	0,290
CH ₄ g/ kg CMS	24,51	15,74	0,435	19,45	19,55	21,33	0,817	<0,01	0,534	0,141
CH ₄ g/kg MOd	41,42	27,13	1,128	33,72	33,51	35,40	2,036	<0,01	0,263	0,081
CH ₄ g/kg GMDc	475	281	19,353	356 ^b	403 ^a	375 ^a	21,910	<0,01	0,030	0,001

* letras minúsculas diferentes na linha se diferem (P < 0,05) pelo teste de tukey.

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético; CMS = Consumo de matéria seca; MOd =Matéria Orgânica digestível; GMDc = Ganho de peso carcaça.

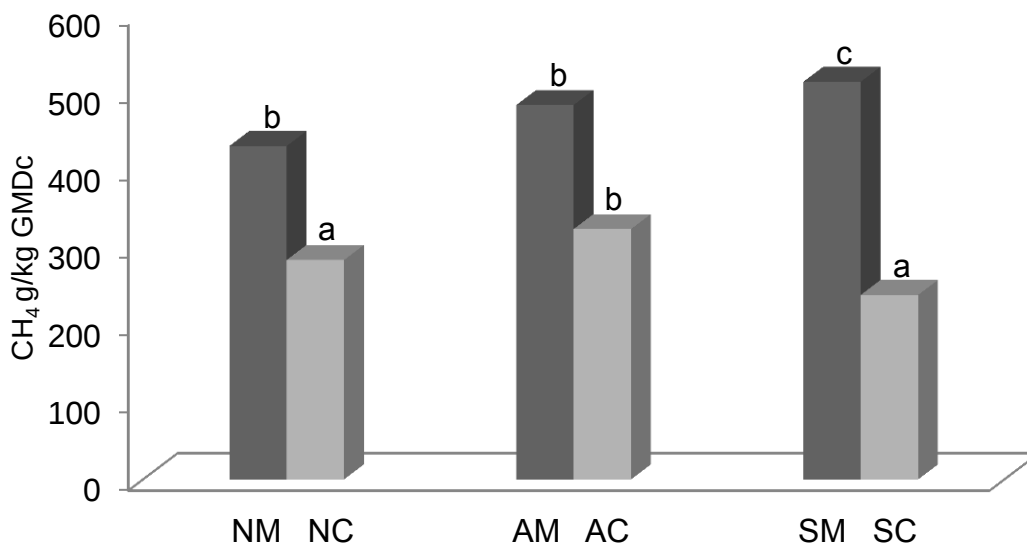


Figura 5. Interação PN*GG para CH₄ g/kg GMDc de animais 1/2Senepol suplementados com mineral ($P < 0,05$). NM = Nelore mineral; NC = Nelore concentrado; AM = 1/2Angus Mineral; AC = 1/2Angus concentrado; SM = 1/2Senepol Mineral e SC = 1/2Senepol concentrado. Letras minúsculas diferentes nas colunas se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

2.4. DISCUSSÃO

A ausência de efeito de PN e GG em relação ao consumo de forragem está relacionado com as características estruturais e químicas do pasto observado no presente estudo. A estrutura dos piquetes em relação à altura do pasto e a massa de forragem disponível (6288 kg ha^{-1}) nos quais estavam os diferentes tratamentos permaneceu a mesma (Tabela 3), estes fatores indicam que o consumo não foi limitado por fatores não nutricionais (POPPI et al., 1987). Em função do controle da altura do pasto (27,7 cm), que é o principal método utilizado para gerenciar pastagens tropicais devido à sua viabilidade (DA SILVA et al., 2012), as características estruturais da forragem dos piquetes experimentais não foi influenciada.

Quando a oferta de folha verde é limitante, o animal passa a ingerir folha seca e colmo, reduzindo a qualidade da dieta ingerida (HODGSON et al., 1994). Contudo, como não houve variação nas características estruturais do pasto, a dieta colhida pelo animal não foi influenciada pela disponibilidade e acessibilidade aos componentes preferidos, principalmente folha, que corresponde a uma condição importante para satisfazer as necessidades nutricionais dos animais (HODGSON et

al., 1990). O fato de não ocorrer alteração na massa de forragem, proporcionou uma boa disponibilidade de folhas verdes (2440 kg ha^{-1}), indicando maior valor nutritivo da forragem ingerida (NAVE et al., 2013).

As interações entre suplemento concentrado e forragem podem acarretar em variação no consumo, ocasionando efeitos positivos e aditivos (MOORE, 1980), influenciando diretamente o desempenho dos animais (DECRUYENAERE et al., 2009). Com base no consumo de forragem observado, e atribuído a qualidade da forragem, principalmente teor de proteína e FDNcp (OLIVEIRA et al., 2015), o efeito aditivo pode explicar o maior consumo de MS, MO, PB, EE CNF e FDNcp dos animais suplementados com concentrado independente de GG. O nível de suplementação concentrada de 0,3%PC proporcionou fonte de energia adicional e associado a fontes de nitrogênio de rápida disponibilidade (Fração A, B1 e B2), mantiveram adequada disponibilidade de amônia (Paulino et al., 2005), proporcionando maior ganho de peso nos animais suplementados com concentrado.

A relação entre o teor de PB do alimento e quantidade de matéria orgânica digestível (MOd) interfere na transferência da proteína ingerida para o intestino, em função do maior incremento de N microbiano (POPPI e MCLENNAN, 1995; CLARK et al., 2005). Contudo, o valor nutritivo da forragem observada em todos os tratamentos, associado ao maior consumo PB e energia, nos grupos suplementados com concentrado, pode explicar o maior GMD e GMDc dos animais do GG Nelore e ½Senepol suplementados com concentrado. Os animais recebendo suplemento mineral apresentaram uma eficiência de 213 g PB/kg MOd, enquanto os animais suplementados com concentrado de 238 g PB/kg MOd, demonstrando que a suplementação concentrada durante a estação chuvosa tem efeitos positivos sobre a eficiência de utilização de nitrogênio, via fluxo de proteína de origem microbiana (POPPI e MCLENNAN, 1995; DETMANN et al., 2014), com incremento no ganho de carcaça.

O GMD dos animais Nelore estão acima de ganhos relatados para animais recebendo suplemento mineral em pastagens de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés* em época de águas, 0,500 kg/dia (BARBOSA et al. 2013), e 0,730 kg/dia para animais Nelore com idade inicial de 12 meses e 220 kg de peso corporal suplementados com concentrado (CARLOTO et al., 2011), esse maior desempenho

ocorreu pelo fato dos animais terem maiores oportunidades de seleção da dieta de melhor qualidade (quantidade de lâmina foliar disponível, Tabela 3), proporcionando maior GPH dos animais em relação a Carloto et al. (2011), em função das diferenças de consumo, determinadas pelas características físicas da forragem ofertada.

Em função do PN, maior GPH (785 kg/ha) foi obtido nos animais suplementados com concentrado, mesmo com a taxa de lotação elevada (4,79 UA/ha), sem afetar GMD e GMDc. O controle eficiente da altura de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés*, permitiu explorar uma maior taxa de lotação, ficando acima dos valores médios explorados por San Vito et al. (2016) e Neto et al. (2015), 2,51 e 3,04 UA/ha respectivamente. O GPH indica uma eficiência no consumo de forragem, que reflete no ganho de peso por animal, sendo que, o maior ganho de peso por unidade de área ocorre aproximadamente em pasto manejado próximo de 30 cm de altura (DA SILVA et al., 2012). No presente estudo, a altura do pasto foi mantida próxima de 30 cm, que é consistente com os valores indicados para *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés*, proporcionando elevado GPH dos animais em fase de recria.

As diferenças entre os GG Nelore e ½Angus em relação às características produtivas de GMD e GMDc, estão relacionadas com as peculiaridades entre GG, como volume do rúmen, capacidade de seleção de alimentos e o tempo de retenção da dieta no rúmen, resultando em diferentes produtos da fermentação da dieta (perfil de AGCC) e aumentando a eficiência alimentar com melhor resposta dos animais *Bos indicus* (HAMMOND et al., 1996; HABIB et al., 2011).

Outro fator importante a ser considerado em relação aos índices produtivos de animais ½Angus esta associado a sua adaptação ao ambiente tropical (NARDONE et al., 2006), que faz com que os animais ½Angus fiquem fora da zona termoneutral, demandando mais energia para manter a temperatura corporal, reduzindo a disponibilidade de energia dos processos de produção e modificando seu comportamento (NARDONE et al., 2006), com aumento da ingestão de água e permanência por mais tempo em ócio, com intuito de manter o conforto térmico.

Sob essa ótica, o menor GMD dos animais ½Angus, pode estar atribuído a menor tolerância ao calor (RIBEIRO et al., 2009), esse fato ficou evidente nos animais suplementados com concentrado, que tiveram GMD e GMDc menor que Nelore e ½Senepol, mesmo permanecendo nas mesmas condições de ambiente,

isso pode indicar menor eficiência em regular a temperatura do corpo dos animais $\frac{1}{2}$ Angus, prejudicando o desempenho. Atribuído a maior tolerância ao calor, os animais $\frac{1}{2}$ Senepol, em função da sua adaptação ao ambiente devido aos mecanismos de sudorese e controle da temperatura corporal (RIBEIRO et al., 2009), apresentaram características produtivas semelhantes aos animais Nelore.

Observou-se maior digestibilidade de MS, MO e PB em animais $\frac{1}{2}$ Senepol, devido a maior eficiência no processo fermentativo da dieta, que pode estar relacionado a maior abundância relativa de bactérias do gênero *Prevotella sp.*, que desempenham um papel importante na degradação inicial de proteínas no rúmen (WALLACE, 1996) observada nos animais Senepol, descritos no capítulo 3. Contudo, a suplementação com concentrado pode ter contribuído com a disponibilidade de energia em sincronismo com nitrogênio no rúmen, proporcionado maior crescimento de microrganismos, que contribuem no aumento da digestibilidade da MS e MO ingerida.

O maior consumo de CNF, proporcionado pela suplementação concentrada, pode potencializar a fermentação no rúmen uma vez que amido, pectina e açúcares são mais eficazes em promover o crescimento microbiano do que os carboidratos fibrosos (BACH et al., 2005). Isso indica um possível aumento no aporte de proteína metabolizável para o animal (VALADARES FILHO e PINA, 2011).

Vale ressaltar que o manejo alimentar pode proporcionar mudanças na composição corporal de bovinos (FOX et al., 1972), efeito que foi observado nos animais suplementados com concentrado, que apresentaram maior GMDc, AOL e EG. Os resultados encontrados corroboram com Pesonen et al., (2014), que observaram aumento na deposição de carcaça em relação aos componentes não carcaça, alterando o rendimento e o desempenho em animais suplementados com concentrado (0,35% PC) em fase de recria. O maior GMD também pode estar associado com a densidade de energia da dieta (SEGERS et al., 2015) em animais suplementados com concentrado e maior eficiência de utilização de energia para ganho em comparação com energia relacionado a manutenção do animal.

Os resultados encontrados em relação aos efeitos da suplementação concentrada sobre GMDc, AOL e EG, concordam com Bumpus (2006) que observou que novilhos suplementados com concentrado obtiveram maior deposição de

gordura, área de olho de lombo e a taxa de ganho de carcaça que novilhos não suplementados, durante a fase de crescimento.

Sharman et al. (2013) observaram que animais suplementados com concentrado apresentam maior AOL em relação a novilhos não suplementados, fato esse observado nos animais recebendo concentrado do presente estudo. Contudo, o acréscimo na AOL é dependente do status hormonal, que é aumentado pelo maior tamanho à maturidade, sendo que alguns hormônios podem aumentar a síntese de proteína (OWENS et al., 1995) e consequentemente maior formação de musculo na carcaça. Portanto, o nível de energia influencia a deposição de musculo na carcaça.

O PN adequado para exploração de GG distintos possibilita maior eficiência produtiva e redução da emissão de CH₄, indicando que quanto mais produtivo o animal, menor a emissão de CH₄ (O'HARA et al., 2003; WAGHORN e HEGARTY, 2011). O consumo de forragem não foi afetado, e de acordo com Moss et al. (2000), a produção de metano entérico está diretamente relacionada com o consumo de matéria seca. No entanto, o consumo dos animais suplementados com concentrado proporcionou maior aporte de nutrientes e redução na emissão de metano entérico, independente do grupo genético. Fato este que pode ser explicado por que no suplemento concentrado, havia maior proporção de amido, que proporciona queda na quantidade de CH₄ entérico produzido, devido a baixa produção de H₂ resultante da fermentação do amido, com mudança nas vias de fermentação, resultando em menor produção de acetato e elevando a produção de propionato (Capítulo 3).

Em função da composição química da dieta, o aumento da digestibilidade nos GG suplementados com concentrado, pode ter proporcionado menor tempo de permanência da dieta no rúmen devido a uma maior eficiência dos microrganismos em digerir a MO ingerida, aumentando a taxa de passagem dos animais, e associado ao consumo de forragem que aumenta o potencial redox do rúmen (HUANG et al., 2018), implica em menor atividade da população de Archaeas metanogênicas, que são menos capazes de competir em tais condições de ambiente ruminal (MOSS et al., 2000; TEDESCHI et al., 2003), emitindo 20% a menos de CH₄ entérico em relação aos animais suplementados com mineral.

Em virtude da maior digestibilidade de MS, MO e PB dos animais ½Senepol, houve mitigação de metano entérico, através de um possível aumento na taxa de

passagem e uma menor relação acetato:propionato (Capítulo 3), que implica em menor formação de CH₄ pelos microrganismos metanogênicos (TEDESCHI et al., 2003). Diminuindo a produção de metano em função da menor quantidade de acetato produzido em relação a propionato (FERRY, 1992; JOHNSON e JOHNSON, 1995), ocasionando um possível incremento na produção de ácido propiônico (MACHMÜLLER et al., 2003; MORGAVI et al., 2010), visto que houve redução na emissão de CH₄ em g por dia desses animais quando comparados com os animais Nelore.

O fato dos animais ½Senepol serem mais eficientes em mitigar CH₄ entérico em g por dia, pode estar ligado a diferenças individuais entre esses animais na seleção de forragem durante o pastejo, taxas de retenção de digesta do rúmen e as interações hospedeiro-microrganismo em relação aos animais Nelore e ½Angus, demonstrando que essas características podem ser interessantes para serem adotadas na seleção genética de animais com menor emissão entérica de CH₄ em g por dia (PINARES-PATIÑO et al., 2013) e g por CMS (CLARK, 2013). No mesmo PN, animais ½Senepol suplementados com concentrado tiveram uma redução de 14% na produção de CH₄ entérico em relação aos animais Nelore, essa redução pode estar ligado a um aumento na taxa de passagem ruminal dos animais ½Senepol, devido a sua maior digestibilidade da MO (TEDESCHI et al., 2003).

Segundo o IPCC (2006), a emissão média anual de CH₄ é de 49 kg/ano, e 134 g/animal/dia. No entanto, todos os grupos genéticos avaliados, independente do plano nutricional apresentaram emissão (g/animal/dia) inferior, demonstrando que as estimativas do IPCC não levam em consideração informações específicas de cada região para estimar a emissão de CH₄, conforme demonstrado por Kouazounde et al., (2014).

Quando esses valores são expressos em g de metano por GMDc os animais suplementados com concentrado tiveram maior potencial de mitigação em relação aos suplementados com mineral. Esse efeito positivo da suplementação em relação a mitigação de metano por GMDc também foram relatados por San Vito et al. (2016), variando de 226,6 a 312,2 g de metano por kg de ganho em carcaça, ressaltando que, a melhor maneira de expressar a emissão de metano, de forma a avaliar a eficiência do sistema é associar g de CH₄ por kg de ganho de carcaça. Sendo assim,

animais que apresentaram maior ganho de carcaça em função do consumo de MO, e menor emissão de metano são mais eficientes na utilização de energia para ganho, fato esse observado nos animais $\frac{1}{2}$ Senepol e Nelore suplementados com concentrado.

2.5. CONCLUSÃO

Animais Nelore são mais eficientes que cruzados $\frac{1}{2}$ Angus na utilização de energia para ganho por área e ganho em carcaça na fase de recria no período das águas. Nelore suplementados com mineral são mais eficientes em reduzir emissão diária de CH₄ entérico por ganho em carcaça em relação a cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol. Entretanto, o uso de suplemento concentrado associado a cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol é uma ferramenta mais eficiente para redução da emissão diária de CH₄ entérico em relação a Nelore.

2.6. REFERÊNCIAS

ALLEN, V.G., BATELLO, C., BERRETTA, E.J., HODGSON, J., KOTHMANN, M., LI, X., MCIVOR, J., MILNE, J., MORRIS, C., PEETERS A., SANDERSON, M. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass Forage Science**, v. 66, p. 2-28, 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1995.

BACH, A., CALSAMIGLIA, S., STERN, M.D. Nitrogen Metabolism in the Rumen. **Journal Dairy Science**, v. 88, E. Suppl., p. 9-21, 2005.

BARBERO, R.P., MALHEIROS, E.B., ARAÚJO, T.L.R. VAVE, R.L.G, MULLINIKS, J.T., BERCHIELLI, T.T., RUGGIERI, A.C., REIS, R.A. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118, 2015.

BARBOSA, M.A.A.F., CASTRO, L.M., BARBERO, R.P., BRITO, V.C., MIORIN, R.L., SILVA, L.D.F., RIBEIRO, E.L.A., MIZUBUTI, I.Y. Performance of beef cattle on pasture of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés maintained at different sward Heights.

Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4133-4144, 2013.

BARTHURAM, G.T. Experimental techniques: The HFRO sward stick In: **The hill farming research organization biennial report**. Hill Farming Res. *Organ.*, Penicuik, UK. p. 29-30, 1985.

BOYE, J., WIJESINHA-BETTONI, R., BURLINGAME, B. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. **British Journal of Animal Nutrition**, v. 108. p. 83-211, 2012.

BUMPUS, E.K. **Influence of acetogenic versus propiogenic supplements on adipose tissue accretion in stocker steers grazing ryegrass pasture**. M.S. Thesis, Texas A&M University, College Station, 2006.

CARLOTO, M.N., EUCLIDES, V.P.B., MONTAGNER, D.B., LEMPP, B., DIFANTE, G.S., PAULA, C.C.L. Desempenho animal e características de pastos de capim-xaraes sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 46, n. 1, p. 97-104, 2011.

CASAGRANDE, D.R., AZENHA, M.V., VIEIRA, B.R., RESENDE, F.D., FARIA, M.H., BERCHIELLI, T.T., RUGGIERI, A.C., REIS, R.A. Performance and carcass quality of feedlot- or pasture-finished Nellore heifers according to feeding managements in the postweaning phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 12, p. 899-908, 2013.

CLARK, H. Nutritional and host effects on methanogenesis in the grazing ruminant. **Animal**, v. 7, Suppl. 1, p. 41-48, 2013.

CLARK, H., PINARES-PATINO, C., KLEIN, C. Methane and nitrous oxide emissions from grazed grasslands. In: D.A. McGilloway, ed. **Grassland: a global resource**. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, p. 276- 293, 2005.

COSTA, V.A.C., DETMANN, E., PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C., HENRIQUES, L.T., CARVALHO, I.P.C. Total and partial digestibility and nitrogen balance in grazing cattle supplemented with non-protein and, or true protein nitrogen during the rainy season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2815-2826, 2011.

DA SILVA, S.C., GIMENES, F.M.A., SARMENTO, D.O., SBRISSIA, A.F., OLIVEIRA, D.E., HERNANDEZ GRARAY, A., PIRES, A.V. Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal of Agricultural Science**, v. 151, p. 727-739, 2012.

DECRUYENAERE, V., BULDGEN, A., STILMANT, D. Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: a review. **Biotechnology Agronomy Society Environment**, v. 13, n. 4, p. 559-573, 2009.

DETMANN, E., PAULINO, M.F., MANTOVANI, H.C., VALADARES FILHO, S.C., SAMPAIO, C.B., SOUZA, M.A., LAZZARINI, I., DETMANN, K.S.C. Parameterization of ruminal fiber degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v. 126, p. 136-146, 2009.

DETMANN, E., VALENTE, E.E.L., BATISTA, E.D., HUHTANEN, P. 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.

FERRY, J.G. "Methane from acetate". **Journal of Bacteriology**, v. 174, n. 17, p. 5489-5495, 1992.

FREYER, G., KÖNIG, S., FISCHER, B., BERGFELD, U., CASSELL, B. G. Invited Review: Crossbreeding in dairy cattle from a german perspective of the past and today. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 3725-3743, 2008.

FOX, D.G., JOHNSON, R.R., PRESTON, R.L., DOCKERTY, T.R., KLOSTERMAN, E.W. Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 34, p. 310-318, 1972.

HABIB, M., POLLOTT, G., LEAVER, D. Digestibility and nitrogen balance of high- and low-quality forages supplemented with high- and low-protein concentrates fed to two breeds of cattle. **Journal Applied Animal Research**, v. 39, p. 303-310, 2011.

HALL, M.B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. University of Florida, **Bulletin 339**, April, 2000.

HAMMOND, A.C., OLSON, T.A., CHASE, C.C., BOWERS, E.J., RANDEL, R.D., MURPHY, C.N., VOGT, D.W., TEWOLDE, A. Heat tolerance in two tropically adapted

Bos taurus breeds, Senepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus, and Hereford cattle in Florida. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 295-303, 1996.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Ed. Longman Scientific & Technical. 203p. 1990.

HODGSON, J., CLARCK, D.A, MITCHELL, R.J. Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Lincon: American Society of Agronomy, p. 796-827, 1994.

HUANG, Y., MARDEN, J.P., JULIEN, C., BAYOURTHE, C. Redox potential: An intrinsic parameter of the rumen environment. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 1, p. 1-10, 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2006. Emissions from livestock and manure management. In: 2006. **IPCC guidelines for national greenhouse inventories**. Vol. 4: Agriculture, forestry and other land use. p. 10.1–10.87.

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: L.T. Manejte. **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Commonwealth Agricultural Bureaux, Aberystwyth, UK, p. 96-102, 1978.

JOHNSON, K.A. and JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 8, p. 2483-2492, 1995.

JOHNSON, K.A., HUYLEY, M., WESTBURG, H., LAMB, B., ZIMMERMAN, P. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF₆ tracer technique. **Environmental Science Technology**, v. 28, n. 2, p. 359-362, 1994.

KOUAZOUNDE, J.B., GBENOU, J.D., BABATOUNDE, S., SRIVASTAVA, N., EGGLESTON, S. H., ANTWI, C., BAAH, J. and MCALLISTER, T.A. Development of methane emission factors for enteric fermentation in cattle from Benin using IPCC Tier 2 methodology. **Animal**, p. 1-8, 2014.

LICITRA, G., HERNANDES, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.

MACHMÜLLER, A., SOLIVA, C.R. and KREUZER, M. Methane suppressing effect of myristic acid in sheep as affected by dietary calcium and forage proportion. **British Journal Nutrition**, v. 90, p. 529-540, 2003.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: a collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p. 1217-1240, 2002.

MOORE, J.E. Forage Crops. In: Hoveland, C.S. (ed.) **Crop Quality, Storage, and Utilization**. Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin. 1980.

MORGAVI, D.P., FORANO, E., MARTIN, C., NEWBOLD, C.J. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1024-1036, 2010.

MOSS, A.R., JOUANY, J. and NEWBOLD, J. Methane Production by Ruminants: Its Contribution to Global Warming. **Annales De Zootechnie**, v. 49, p. 231-253, 2000.

MYERS, W.D., LUDDEN, P.A., NAYIGIHUGU, V., HESS, B.W. Technical note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples fortitanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 179-183, 2004.

NARDONE, A., RONCHI, B., LACETERA, N., BERNABUCCI, U. Climatic effects on productive traits in livestock. **Veterinary Research Communications**, v. 30, Suppl. 1, p. 75-81, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington (DC): National Academy Press, 7th rev. edn., 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.

NAVE, R.L.G., SULC, R.M., BARKER, D.J. Relationships of forage nutritive value to cool-season grass canopy characteristics. **Crop Science**, v. 53, p. 341-348, 2013.

NETO, A.J., MESSANA, J.D., RIBEIRO, A.F., VITO, E.S., ROSSI, L.G., BERCHIELLI, T.T. Effect of starch-based supplementation level combined with oil on intake, performance, and methane emissions of growing Nellore bulls on pasture. **Journal of Animal Science**, v. 93(5), p. 2275-2284, 2015.

O'HARA, P., FRENEY, J., ULYATT, M. Abatement of Agricultural Non-Carbon Dioxide Greenhouse Gas Emissions: a study of research requirements. May, 2003.

OLIVEIRA, A.P., CASAGRANDE, D.R., BERTIPAGLIA, L.M.A., BARBERO, R.P., BERCHIELLI, T.T., RUGGIERI, A.C., REIS, R.A. Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, v. 53, p. 1-7, 2015.

OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3152-3172, 1995.

PAULINO, P.V.R., LAGE, J.F., OLIVEIRA, I.M., MONNERAT, J.P.I.S. Aspectos fisiológicos sobre o crescimento de bovinos de corte. In: Simpósio de Pecuária de Corte. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007.

PAULINO, M.F., MORAES, E.H.B.K., ZERVOUDAKIS, J.T., ALEXANDRINO, E., FIGUEIREDO, D.M. Fontes de Energia em Suplementos Múltiplos de Auto-Regulação de Consumo na Recria de Novilhos Mestiços em Pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o Período das Águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 957-962, 2005.

PEDREIRA, B.C., PEDREIRA, C.G.S., DA SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.

PESONEN, M., TOKOLA, E.J. HUUSKONEN, A. Effect of concentrate proportion and protein supplementation on performance of growing and finishing crossbred bulls feed a whole-crop barley silage-based diet. **Animal Production Science**, v. 54, p.1399-1404, 2014.

PICKERING, N.K., ODDY, V.H., BASARAB, J., CAMMACK, K., HAYES, B., HEGARTY, R.S., LASSEN, J., MCEWAN, J.C., MILLER, S., PINARES-PATÍÑO, C.S. and HAAS, Y. Animal board invited review: genetic possibilities to reduce enteric methane emissions from ruminants. **Animal**, v. 9:9, p. 1431-1440, 2015.

PINARES-PATIÑO C.S., HICKEY S.M., YOUNG, E.A., DODDS, K.G., MACLEAN, S., MOLANO, G., SANDOVAL, E., KJESTRUP, H., HARLEND, R., HUNT, C., PICKERING, N.K., MCEWAN, J.C. Heritability estimates of methane emissions from sheep. **Animal**, v. 7, suppl. 2, p. 316-321, 2013.

PINARES-PATINO, C.S., WAGHORN, G.C., MACHMULLER, A. VLAMING, B., MOLANO, G. CAVANAGH, A. and CLARK, H. Methane emissions and digestive physiology of non-lactating dairy cows fed pasture forage. **Canadian Journal Animal Science**, v. 87, p. 601-613, 2007.

POPPI, D.P. and MCLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 278-290, 1995.

POPPI, D.P., HUGHES, T.P., LHUILLIER, P.J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. (Ed). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 145p. 1987.

RIBEIRO, A.R.B., ALENCAR, M.M., FREITAS, A.R., REGITANO, L.C.A., OLIVEIRA, M.C.S. AND IBELLI, A.M.G. Heat tolerance of Nelore, Senepol x Nelore and Angus x Nelore heifers in the southeast region of Brazil. **South African Journal of Animal Science**, v. 39 (Supplement 1) 2009.

ROSS, E.M., P.J. MOATE, L. MARETT, B.G. COCKS, and B.J. HAYES. Investigating the effect of two methane-mitigating diets on the rumen microbiome using massively parallel sequencing. **Journal Dairy Science**, v. 96, p. 6030-6046, 2013.

SAN VITO, E., LAGE, J.F., MESSANA, J.D., DALLANTONIA, E.E., FRIGHETTO, R.T.S., REIS, R.A., NETO, A.J., BERCHIELLI, T.T. Performance and methane emissions of grazing Nelore bulls supplemented with crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 4728-4737, 2016.

SAS Institute. SAS/STAT 9.2 User's Guide, SAS Institute, Cary, NC. 2008.

SEGERS, J.R., FELIX, T.L., GREEN, A.R., MAIA, G.N., RAMIREZ, B.C., SHIKE, D.W. Effect of dietary fat concentration from condensed corn distillers' solubles, during the growing phase, on beef cattle performance, carcass traits, digestibility, and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 3990-4001, 2015.

SHARMAN, E.D., LANCASTER, P.A., KREHBIEL, C.R., HILTON, G.G., STEIN, D.R., DESILVA, U., HORN, G.W. Effects of starch- vs. Fiber based energy supplements during winter grazing on partitioning of fat among depots and adipose tissue gene expression in growing cattle and final carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 91(5), p. 2264-2277, 2013.

SUBEPANG, S., SUZUKI, T., PHONBUMRUNG, T., SOMMART, K. Enteric methane emissions, energy partitioning, and energetic efficiency of zebu beef cattle fed total mixed ration silage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 1, p.1-8, 2019.

TEDESCHI, L.O., FOX, D.G., TYLUTKI, T.P. Potential environmental benefits of inophores in ruminant diets. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 32, p. 1591-1602, 2003.

TITGEMEYER, E.C., ARMENDARIZ, C.K., BINDEL, D.J., GREENWOOD, R.H., LOEST, C.A. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 1059-1063, 2001.

TORO VELÁSQUEZ, P.A, BERCHIELLI, T.T., REIS, R.A., RIVERA, A.R., DIAN, P.H.M., TEIXEIRA, I.A.M.A. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1206-1213, 2010.

VALADARES FILHO, S.C., PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. (Ed). **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed., Jaboticabal: FUNEP, p. 161-189, 2011.

VALENTE, T.N.P., DETMANN, E., QUEIROZ, A.C., VALADARES FILHO, S.C., GOMES, D.I., FIGUEIRAS, J.F. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2565-2573, 2011.

WAGHORN, G.C., HEGARTY, R.S. Lowering ruminant methane emissions through improved feed conversion efficiency. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166, p. 291-301, 2011.

WALLACE, R.J. Ruminant microbial metabolism of peptides and amino acids. **Journal Nutrition**, v. 126, p. 1326-1334, 1996.

WESTBERG, H.H., JOHNSON, K.A., COSSALMAN, M.W. and MICHAEL, J.J. A SF₆ tracer technique: Methane measurement from ruminants. In: **USEPA – Evaluating ruminant livestock efficiency projects and programs**. Washington State University, Pullman, Washington. p.40, 1998.

WILLIAMS, C.H., DAVID, D.J., LISMAA, O. Determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v. 59, p. 381-385, 1962.

CAPITULO 3. PARÂMETROS FERMENTATIVOS E MICROBIOLOGIA RUMINAL DE TOURINHOS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS SUBMETIDOS A DOIS PLANOS NUTRICIONAIS EM PASTO

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito de dois planos nutricionais (PN) sobre o consumo, digestibilidade, parâmetros fermentativos, eficiência de síntese microbiana e bactérias ruminais em diferentes grupos genéticos (GG) em pasto. Foram utilizados doze tourinhos de três GG (Nelore, Senepol e ½Angus), canulados no rúmen, com idade média de 16 ± 2 meses e peso corporal inicial de 411 ± 34 kg. Os animais foram alocados em doze piquetes de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés, submetidos a dois planos nutricionais: suplementação com mineral 30 g / 100 kg peso corporal (PC) ou concentrado 300 g / 100 kg de PC. Não houve interação entre o PN e GG sobre o consumo e digestibilidade da MS e nutrientes ($P > 0,05$). Animais Senepol apresentaram maior consumo de PB que animais ½Angus ($P < 0,05$). Não houve efeito de GG na digestibilidade de MS, MO, FDNcp, EE e CNF ($P > 0,05$). Entretanto, animais suplementados com concentrado apresentaram maior consumo de MS, MO, PB, EE, CNF e EM, e maior digestibilidade de PB e EE ($P < 0,05$) que animais suplementados com mineral. Animais ½Angus apresentaram menor valor de pH em relação a Nelore e Senepol ($P < 0,05$); animais Senepol apresentaram menor relação Acetato:Propionato (A:P) que ½Angus e Nelore ($P < 0,05$). Maior concentração de $\text{NH}_3\text{-N}$, consumo de nitrogênio, nitrogênio fecal, balanço de nitrogênio e produção de nitrogênio microbiano, e menor relação A:P foi observado em animais suplementados com concentrado em relação aos suplementados com mineral ($P < 0,05$). Maior abundância relativa de *Selenomonas ruminatium* e *S. bovis* foi encontrada no rúmen de animais Senepol suplementados com concentrado ($P < 0,05$). Animais Nelore suplementados com mineral apresentaram maior abundância relativa de *Ruminococcus albus* ($P < 0,05$). Entretanto, maior abundância relativa do gênero *Prevotella* sp. foi encontrada em animais Senepol; *R. flavefaciens* em animais ½Angus; e *F. succinogenes* em animais Nelore ($P < 0,05$). Menor abundância relativa de archaeas Metanogénicas foi encontrada em animais ½Angus e Senepol ($P < 0,05$). A suplementação concentrada no período das águas aumenta a produção de nitrogênio microbiano e

a digestibilidade da proteína dietética em função da maior abundância do gênero *Prevotella* sp. A raça Senepol não apresentou maior eficiência de síntese microbiana em relação a Nelore e ½Angus, mas apresentou menor relação acetato:propionato devido a maior abundância de bactérias ruminais do gênero *Prevotella* sp. e bactérias amilolíticas. Animais da raça Nelore tem maior quantidade de bactérias celulolíticas e archaeas Metanogenicas que Senepol e ½Angus, demonstrando influencia da raça sobre a microbiota ruminal.

Palavras chave: archaeas, bacterias ruminais, bovinos de corte, suplementação.

3.1. INTRODUÇÃO

Ruminantes destacam-se na produção de alimentos (carne e leite) em função de sua capacidade evolutiva associada ao ambiente ruminal (FLINT et al., 2008), a qual possibilita a degradação de forragens e a utilização de nitrogênio não proteico, resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta e proteína microbiana (RUSSEL et al., 1992; VALADARES FILHO e PINA, 2011).

Animais criados a pasto, no período chuvoso, normalmente têm acesso a forragens com alto teor proteico, o qual pode contribuir com máximo crescimento da população microbiana desde que tenha disponível energia no rúmen (BACH et al., 2005; CLARK, 2013; OLIVEIRA et al., 2015). Uma alternativa para potencializar a utilização do nitrogênio presente na forragem, nesse período, é o uso de suplementação concentrada, a qual pode proporcionar o aporte energético ideal para que ocorra o crescimento microbiano (COSTA et al., 2011; DETMANN et al., 2014).

Entretanto, a eficiência de utilização de energia pelo animal é afetada por alterações nos processos de fermentação ruminal da dieta (WU et al., 2012), modulado pelo crescimento de diferentes microrganismos ruminais, que podem variar em função da raça e influenciar a eficiência produtiva dos animais (HERNANDEZ-SANABRIA et al., 2013; KAEWPILA et al., 2018).

Possível aumento na digestibilidade da dieta pode estar associada a diferenças na composição de bactérias do gênero *Prevotella* sp. (WU et al., 2012; CARVALHO et al., 2017), visto que apresentam variação de 20% a 40% de

abundância no rúmen. Rooke et al. (2014) estudando diferentes raças de *Bos Taurus* observou variações na população de archaeas Metanogénicas, que resultou menor emissão de metano em animais Limousin em relação a Angus. Entretanto, Roehe et al. (2016) verificou que a população de archaeas e bactérias ruminais podem ser características hereditárias.

Em dietas a base de forragem San Vito et al. (2016) e Carvalho et al. (2017), observaram maior predominância de bactérias *Ruminococcus albus* em relação *Ruminococcus flavefaciens* em animais Nelore. Entretanto, em dietas com menor proporção de forragem (25%) Kaewpila et al. (2018), verificaram menor abundância de bactérias *R. albus* em relação a *R. flavefaciens* em animais Charolês, e maior abundância de *R. albus* em relação a *R. flavefaciens* em animais da raça Japanese Black.

Essas observações levantam questões importantes e fundamentais sobre as diferenças entre raças em relação às populações bacterianas a sua abundância no rúmen e o seu efeito no desempenho animal. Nessa ótica é fundamental esclarecer diferenças na ingestão, metabolismo e na população de microrganismos ruminais, dentre diferentes grupos raciais mantidos em pastagem no período das águas. Assim, a hipótese deste estudo é que animais cruzados suplementados com concentrado no período das águas apresentam maior eficiência fermentativa e produção microbiana. Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação com mineral ou concentrado sobre a ingestão, digestibilidade, parâmetros de fermentação, eficiência de síntese microbiana e microbiota ruminal dos grupos genéticos Nelore, Senepol e cruzados 1/2Angus em sistema de pastagem durante o período das águas.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo utilizado neste experimento está de acordo com as diretrizes do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e foi aprovado pelo Comitê de Ética, Bioética e Bem Estar Animal da Universidade Estadual São Paulo (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Ciências Veterinárias, Campus Jaboticabal (Protocolo nº 5628/15).

Manejo dos animais

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/Unesp - Campus de Jaboticabal, SP (48°18'58"W, 21°15'22"S, altitude 595 m). Segundo Köppen, o clima desta região é classificado como tropical tipo Aw, caracterizado por invernos secos e temperaturas amenas, verões quentes e chuvosos. Durante o período experimental, a precipitação mensal média foi de 218,7 mm, temperatura mensal máxima média de 30,7 °C e mínima média de 19,7 °C.

O período experimental foi de dezembro de 2015 a abril de 2016 em uma área de 22 ha de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés*, constituída de 12 piquetes experimentais de 1.8 ha. Foram utilizados doze tourinhos com cânulas no rumen (cânula de silicone 4", KEHLs, São Carlos, BR), sendo quatro de cada grupo genético (Nelore, Senepol e ½Angus) com idade média de 16 ± 2 meses e peso corporal inicial de 411 ± 34 kg. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e submetidos aos tratamento de endo e ectoparasitas, utilizando ivermectina (Ivomec Injetável, 200 mg kg⁻¹, Merial Brasil, Campinas, SP), e alocados nos piquetes. Considerando que esses animais eram oriundos de propriedades distintas, o período experimental teve duração de 112 dias, dividido em quatro períodos com 28 dias cada, sendo vinte e três dias de adaptação em cada período e cinco dias destinados as coletas.

Os planos nutricionais adotados foram: suplementação com sal mineral ou com concentrado (Tabela 1). Os suplementos foram compostos por: sal mineral (Sódio 10 g/kg; Cálcio 139 g/kg; Fósforo 80 g/kg; Enxofre 40 g/kg; Zinco 5000 mg/kg; Cobre 1350 mg/kg; Manganês 1040 mg/kg; Iodo 100 mg/kg; Cobalto 80 mg/kg; Selênio 26 mg/kg) a uma taxa de 30 g/ 100 kg de PC; ou milho triturado, soja grão, ureia e suplemento mineral a uma taxa de 300 g/ 100 kg de PC.

Os suplementos foram fornecidas uma vez ao dia às 10:00, em cocho coberto. Foi utilizado o método de pastejo com lotação contínua e taxa de lotação variável (ALLEN et al., 2011), com o uso de animais reguladores, com o objetivo de manter a altura do pasto em 30 cm, considerado ponto de altura ótima para animais em pastejo (PEDREIRA et al., 2007), sendo que, o ajuste da taxa de lotação foi realizado em detrimento da altura de forragem predeterminada.

Tabela 1. Composição química e proporção dos ingredientes fornecidos na suplementação concentrada dos animais e do pasto ao longo do experimento.

Itens	Suplemento concentrado	<i>Urochloa brizantha</i> (A. Rich.) Stapf. cv. <i>Xaraés</i>
<i>Proporção dos ingredientes</i>		
Milho %	73,5	-
Soja grão %	10,6	-
Suplemento mineral* %	15,9	-
<i>Composição química (%MS)</i>		
Matéria Seca	86,0	32,3
Matéria orgânica	89,2	92,6
Proteína Bruta	20,5	12,7
Extrato etéreo	6,30	3,01
FDNcp	26,5	57,7

*Sódio 80 g/kg; Cálcio 153 g/kg; Fósforo 30 g/kg; Enxofre 30 g/kg; Zinco 1925 mg/kg; Cobre 520 mg/kg; Manganês 400 mg/kg; Iodo 30 mg/kg; Cobalto 38 mg/kg; Selênio 10 mg/kg; NNP 620g /kg.

Análises químicas, consumo de alimentos e avaliação do pasto

Para determinação da composição química da forragem foi realizado pastejo simulado (JOHNSON, 1978) a cada período experimental, sendo que o suplemento foi amostrado semanalmente. Após a obtenção das amostras, as mesmas foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas.

As amostras de alimentos foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS; método 934,01), matéria orgânica (MO; método 942,05), extrato etéreo (EE; método 954,02) de acordo com recomendações da AOAC, (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados com a utilização de α -amilase termo estável, sem adição de sulfito de sódio, de acordo com Mertens (2002) e adaptado para Ankom²⁰⁰ Fiber Analyzer, corrigido para cinza e proteína posteriormente. A fração proteína bruta (PB) foi obtida por condutividade térmica utilizando-se o equipamento Leco®, modelo FP-528. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados de acordo com Hall (2000) e a energia metabolizável de acordo com (NRC, 1996).

O consumo foi avaliado com base na utilização de três indicadores utilizados para determinação da produção fecal, consumo de pasto e consumo de suplemento. Para estimativa da produção fecal foi utilizado o óxido de cromo (Cr₂O₃), embalado

em cartuchos de papel na quantidade de 10 g por animal dia⁻¹ e diretamente infundido no rúmen, através da cânula ruminal, sempre às 10:00 horas do 19° ao 28° dia de cada período experimental. Amostras fecais foram avaliadas para o teor de óxido de cromo usando a absorção atômica (WILLIAMS et al., 1962). A excreção fecal foi estimada pelo fracionamento da quantidade de óxido crômico oferecido e da concentração nas fezes. As amostras fecais foram coletadas durante os três últimos dias, às 16:00 e 11:00, 15:00 e 09:00 e 14:00 e 07:00 h no primeiro, segundo e terceiro dias de coleta, respectivamente, para obter amostras representativas.

O consumo individual de suplemento foi estimado utilizando o dióxido de titânio (TiO₂), segundo metodologia descrita por Titgemeyer et al. (2001). Adicionando-se no suplemento 10 g por animal dia de TiO₂, durante 10 dias, 19° ao 28° dia de cada período experimental, com coletas de fezes nos últimos três dias. As amostras de fezes foram retiradas durante o mesmo período dos procedimentos de excreção fecal. A leitura foi realizada conforme metodologia descrito por Myers et al. (2004). O consumo de MS do suplemento (CMSS) individual foi estimada usando a seguinte equação:

$$\text{CMSS} = ([\text{g. TiO}_2/\text{g. fezes}] \times \text{excreção fecal}) / [\text{g. TiO}_2/\text{g suplemento}]$$

O consumo de pasto foi estimado com base nos dados de produção fecal utilizando a FDN indigestível (FDNi) como marcador interno. Para estimação do teor de FDNi nas fezes, nas amostras de pasto, obtidas via simulação manual do pastejo, e nos suplementos foi realizada incubação *in situ* por 288 horas como sugerido por Valente et al. (2011). O consumo de forragem (CMSF) foi calculado utilizando a equação:

$$\text{CMSF} = (\text{EF} \times [\text{MiF}] - \text{CMSS} \times [\text{MiS}]) / [\text{MiFo}]$$

onde: CMSF = consumo de MS de forragem, EF = excreção fecal, CMSS = consumo de MS de suplemento, [MiF], [MiS] e [MiFo] são as concentrações do marcador interno nas fezes, suplemento e na forragem, respectivamente. O consumo de MS total foi obtido pela soma do consumo de forragem e suplemento.

No 24°, 26° e 28° dia de cada período experimental, foram realizadas coletas de urina na forma *spot*, aproximadamente duas horas antes e quatro horas após a suplementação. As amostras foram filtradas através de tripla camada de gaze, sendo separado uma alíquota de 10 ml, diluída com 40 mL de H₂SO₄ (0,036 N) para evitar

a destruição bacteriana dos derivados de purina urinários e precipitação do ácido úrico, e uma alíquota de 50 ml de urina pura, congelada (-20 ° C).

Após o descongelamento, as amostras de urina foram agrupadas por período experimental e animal, analisando-se os teores de creatinina pelo método Jaffé (Bioclin K016-1), conteúdo de nitrogênio total usando um LECO (modelo FP-528; LECO Corp. St. Joseph, MI), ácido úrico (método enzimático colorimétrico LCF, Humano 10687, Itabira, MG) e alantoína (método colorimétrico, CHEN e GOMES, 1992).

A excreção urinária diária de ureia foi estimada pela multiplicação de sua concentração em amostras de urina e no volume urinário (VU). O VU foi obtido pela relação entre o peso corporal do animal e a excreção de creatinina e sua concentração na urina, conforme proposto por Chizzotti et al. (2008). A excreção de creatinina urinária (ECU; g / d) foi relacionado com o PC de acordo com a equação proposta por Silva et al. (2012):

$$ECU = 0.0345 \times PC^{0.9491}$$

A excreção de derivados de purina foi calculada pela soma de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressos em mmol / dia (CHEN e GOMES, 1992). As purinas absorvidas foram calculadas a partir da excreção de derivados de purina pela equação (BARBOSA et al., 2011):

$$PA = \frac{DP - 0,301 \times PC^{0,75}}{0,80}$$

Em que: PA = purinas absorvidas (mmol / d); DP = excreção de derivados de purina (mmol / d); 0,301 = excreção endógena de derivados de purina (mmol) na urina por unidade de tamanho metabólico ($PC^{0,75}$); e 0,80 = a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina (mmol / mmol).

A síntese ruminal de nitrogênio microbiano (Y, g N/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol / dia), pela equação de Barbosa et al. (2011): $Y = 70 \times X / (0,93 \times 0,137 \times 1000)$, em que 70 é o conteúdo de N de purinas (mg / mmol), 0,137 a relação N purina:N total nas bactérias e 0,93 a digestibilidade verdadeira das purinas.

Fermentação Ruminal

Amostras de 50 mL de conteúdo ruminal foram obtidas, no 25º dia de cada período experimental, em 0, 4, 8, 12, 16 e 20 h após a suplementação, para determinação do pH, amônia, e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). O pH ruminal foi imediatamente medido usando potenciômetro digital (Nova Técnica, PHM, Piracicaba, SP).

Após a mensuração do pH, as amostras foram armazenadas a -20°C. Para cada amostra de NH₃-N adicionou-se 1 mL de H₂SO₄ 9M (PRESTON, 1986). O conteúdo ruminal de NH₃-N foi analisado por destilação com KOH 2M no sistema micro-Kjeldahl, de acordo com Fenner (1965). As amostras colhidas para análise de AGCC foram centrifugadas a 13,000 g (4°C) durante 30 min e quantificadas por cromatografia gasosa (GC2014, Shimatzu Corporation, Kyoto, Japão) com uma coluna capilar HP-INNOWax (30 m 0,32 mm; 0,50 mm de espessura do filme, Agilent Technologies, Colorado, EUA) a uma temperatura inicial de 80°C que foi aumentada 20°C/min até que uma temperatura final de 240°C fosse alcançada.

Microbiologia ruminal

As amostras de conteúdo ruminal utilizadas para a quantificação das bactérias foram coletadas no 25º dia de cada período, pela manhã antes do trato dos animais, sendo coletado amostras de aproximadamente 60 g/animal (uma mistura de sólido e líquido) da parte dorsal, regiões central e ventral do rumen.

O material foi processado para a obtenção do pellet bacteriano, seguindo metodologia descrita por Granja-Salcedo et al. (2017a), em seguida o DNA total foi extraído com o kit Quick-DNA Fecal/Soil Microbe Miniprep Kit, 50 Preps D6010 Zymo Research, utilizando 200 mg de pellet, usando quebra física com o FastPrep-24™ Classic Instrument (MP Bio1, Biomedicals, Illkirch, France). As concentrações de DNA metagenômico foram avaliadas por espectrofotometria (Nano-Espectrofotômetro Drop® ND-1000, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, EUA) e Fluorometria (Qubit® 3.0, kit Qubit® dsDNA Broad Range Assay Kit, Life Technologies, Carlsbad, CA, EUA). A integridade do DNA foi verificada em gel de agarose 0,5% corado com brometo de etídio (5 mg / mL) e a pureza do DNA

metagenômico foi avaliada espectrofotometricamente onde as proporções A260 / A230 nm e A260 / A280 nm foram obtidas para avaliar a pureza do DNA.

A abundância relativa foi determinada via PCR quantitativo (qPCR, Tabela 2), usando os primers específicos para o total de Metanogenicas (DENMAN et al., 2007), *Fibrobacter succinogenes* (DENMAN e MCSWEENEY, 2006), *Ruminococcus albus* (KOIKE e KOBAYASHI, 2001), *Ruminococcus flavefaciens* (DENMAN e MCSWEENEY, 2006), *Streptococcus bovis*, *Selenomonas ruminantium* (KHAFIGOUR et al., 2009), *Prevotella* spp. (STEVENSON e WEIMER, 2007) e bactérias totais (DENMAN e MCSWEENEY, 2006).

Tabela 2. Primers padrão utilizados na reação de PCR quantitativo (qPCR) para a quantificação das bactérias ruminais.

Bactérias	Sequência (5' 3')		Tamanho amplicon [Bp]	Eficiência (%)
	Forward	Reverse		
Total Bactérias*	CGGCAACGACAACCC	CCATTGTAGCACCTGTGT AGCC	130	98
<i>Fibrobacter succinogenes</i>	GTTCGGAATTACTGGGCGT AAA	CGCCTGCCCCTGAACTAT C	121	98
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	CGAACGGAGATAATTTGAG TTTACTTAGG	CGGTCTCTGTATGTTATGA GGTATTACC	132	96
<i>Ruminococcus albus</i>	CCCTAAAAGCAGTCTTAGT TCG	CCTCCTTGCGGTTAGAAC A	175	96
<i>Streptococcus bovis</i>	TTCCTAGAGATAGGAAGTTT CTTCGG	ATGATGGCAACTAACAATA GGGGT	127	95
<i>Selenomonas ruminantium</i>	GGCGGGAAGGCAAGTCAG TC	CCTCTCCTGCACTCAAGA AAGACAG	83	98
<i>Prevotella</i> spp.	GGTTCTGAGAGGAAGGTC CCC	TCCTGCACGCTACTTGGC TG	83	97
Methanogens	TTCGGTGGATCDCARAGRG C	GBARGTCGWAWCCGTAG AATCC	140	94

*Primers usados para normalização da qPCR (DENMAN e MCSWEENEY, 2006).

Todos os primers forward e reverse utilizados neste estudo (Tabela 2) foram testados em diferentes concentrações para determinar a concentração mínima do primer com ciclo limite baixo (Ct), e reduzir as amplificações inespecíficas. A validação das concentrações dos primers selecionados foi realizada com diferentes

concentrações de DNA (120, 90, 60, 30, 15 e 7,5). O valor de inclinação foi determinado e a eficiência dos primers foi calculada.

As reações de qPCR foram realizadas em triplicata utilizando 90 ng de DNA total, com 6,25µL do 2X Power SYBR Green MasterMix (Applied Biosystems); 1,25µL de cada oligonucleotídeo iniciador específico para cada grupo de bactérias estudado; e água ultra-pura para completar o volume de reação de 12,5µL. As reações foram realizadas no Applied Biosystems 7900 Real-Time PCR System (Applied Biosystems), e submetidas ao protocolo de ciclos descrito a seguir: 2 minutos a 50°C, 10 minutos a 95°C e 40 ciclos de 95°C por 15 segundos, temperatura de anelamento específica por 1 minuto e 78°C por 30 segundos. Após os ciclos de amplificação, uma etapa em temperatura crescente de 60 a 95°C para obtenção da curva de dissociação dos produtos da reação foi realizada, utilizada para analisar a especificidade da amplificação. Nós conduzimos controles negativos na análise, omitindo o DNA metagenômico. O ROX foi usado como um corante de referência passivo.

A quantificação relativa foi utilizada para determinar a proporção de espécies bacterianas alvo. Os resultados foram expressos como uma proporção de 16S rRNA associado com bactérias totais, de acordo com a seguinte equação: [quantificação relativa = $2^{-[Ct \text{ alvo} - Ct \text{ bactérias totais}]}$], onde Ct é definido como o número de ciclos necessários para o sinal fluorescente cruzar o limiar, conforme descrito por Denman e McSweeney (2006).

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em um arranjo fatorial 2 × 3 (A x B), o efeito fixo do fator A (dois planos nutricionais) e o fator B (três grupos genéticos), e o efeito aleatório correspondente ao animal e o período de avaliação. As análises estatísticas referentes às avaliações mensuradas no tempo, foram analisadas como medidas repetidas no tempo e os erros foram ajustados com o critério de informação bayesiano (BIC). Os dados foram analisados como efeitos fixos e o erro residual como efeito aleatório usando PROC MIXED do software estatístico SAS. Foram testadas as pressuposições para análise de variância (ANOVA): normalidade dos erros e homocedasticidade, utilizando os

procedimentos PROC UNIVARIATE do software SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, North Carolina, 2008). As médias geradas foram comparadas com o teste de Tukey usando a opção PDIFF no comando LSMEANS, quando significativas. O nível de significância utilizado para avaliar as diferenças entre as médias foi $\alpha = 0,05$.

3.3. RESULTADOS

Não houve interação entre o PN e GG em relação ao consumo e digestibilidade de MS, MO, PB, FDNcp, EE e CNF, e consumo de MS (%PC), MS de forragem, MS de suplemento e EM ($P > 0,05$, Tabela 3).

Não houve efeito de GG no consumo de MS, MS (%PC), MS de forragem, MS de suplemento, MO, FDNcp, EE, CNF e EM ($P > 0,05$). Animais Senepol apresentaram maior consumo de PB que animais $\frac{1}{2}$ Angus ($P < 0,05$). Não houve efeito de grupos genéticos na digestibilidade de MS, MO, PB, FDNcp, EE e CNF ($P > 0,05$).

Animais suplementados com concentrado apresentaram maior consumo de MS, MS (%PC), MO, PB, EE, CNF e EM ($P < 0,05$). Não houve efeito dos PN na digestibilidade da MS, MO, FDNcp e CNF ($P > 0,05$). Porém, animais suplementados com concentrado apresentaram maior digestibilidade de PB e EE que animais suplementados com mineral ($P < 0,05$).

Tabela 3. Efeito de planos nutricionais no consumo e digestibilidade de nutrientes de tourinhos de diferentes grupos genéticos na fase de recria em pastagem tropical.

Item	Suplemento		EPM	Grupo Genético			EPM	* <i>P-valor</i>		
	Mineral	Concentrado		Nelore	½Angus	Senepol		PN	GG	PN*GG
Consumo, kg/d										
MS	6,73	7,35	0,202	6,88	6,78	7,45	0,247	0,030	0,116	0,305
MS (%PC)	1,62	1,83	0,053	1,85	1,63	1,69	0,064	0,001	0,061	0,423
MSF	6,64	6,13	0,201	6,32	6,09	6,75	0,246	0,085	0,174	0,574
MSS	0,09	1,22	0,028	0,56	0,68	0,72	0,029	0,001	0,054	0,052
MO	6,14	6,72	0,186	6,30	6,18	6,82	0,228	0,034	0,118	0,300
PB	0,83	1,05	0,026	0,91 ^{ab}	0,89 ^b	1,01 ^a	0,032	0,001	0,032	0,382
FDNcp	3,83	3,86	0,116	3,77	3,72	4,05	0,287	0,876	0,221	0,225
EE	0,19	0,26	0,006	0,22	0,23	0,24	0,007	0,001	0,057	0,130
CNF	1,28	1,55	0,044	1,39	1,34	1,51	0,053	0,001	0,054	0,192
EM (MJ/kg MS)	10,22	10,43	0,091	10,35	10,24	10,31	0,111	0,048	0,377	0,662
Digestibilidade, % MS										
MS	68,34	68,43	0,738	67,60	68,27	69,22	0,879	0,927	0,381	0,747
MO	71,93	71,52	0,647	71,23	71,29	72,67	1,124	0,716	0,425	0,667
PB	67,76	71,57	0,821	68,73	69,78	70,43	0,961	0,001	0,363	0,311
FDNcp	65,65	65,39	1,056	65,54	65,45	65,38	1,234	0,891	0,997	0,431
EE	60,72	69,87	1,020	65,81	63,69	66,51	1,500	0,001	0,266	0,457
CNF	75,31	73,43	0,986	74,51	72,07	76,72	1,710	0,179	0,059	0,095

*letras minúsculas diferentes na linha se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético; MS = Matéria seca total; MSF = Matéria seca forragem; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; EE = Extrato etéreo; CNF = Carboidrato não fibroso; EM = Energia metabolizável.

Não houve interação entre o plano nutricional x grupo genético x tempo (PN*GG*T), PN*GG em relação ao pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, total de AGCC e AGCC ($P > 0,05$, Tabela 4). Houve efeito de T em relação ao pH (Figura 1) e $\text{NH}_3\text{-N}$ (Figura 2, $P < 0,05$). Não houve efeito de GG e PN na produção total de AGCC e de AGCC ($P > 0,05$).

Houve efeito de GG nos valores de pH e na relação Acetato:Propionato (A:P) ($P < 0,05$; tabela 4), observando-se menor pH ruminal em animais $\frac{1}{2}$ Angus e menor relação A:P em animais Senepol. A suplementação com concentrado aumentou a concentração de $\text{NH}_3\text{-N}$ e a relação A:P ($P < 0,05$).

Tabela 4. Efeito de planos nutricionais nos parâmetros de fermentação ruminal em tourinhos de diferentes grupos genéticos na fase de recria em pastagem tropical.

Item	Suplemento		EPM	Grupo Genético			EPM	<i>*P-valor</i>				
	Mineral	Concentrado		Nelore	½Angus	Senepol		PN	GG	T	PN*GG	PN*GG*T
pH	6,40	6,32	0,043	6,46 ^a	6,20 ^b	6,43 ^a	0,052	0,215	0,003	0,001	0,907	0,169
NH ₃ -N (mg/dL)	8,52	13,91	0,279	10,73	12,15	11,13	0,342	0,001	0,056	0,002	0,295	0,101
AGCC, (mol/100 mol)												
Total AGCC	119,12	121,66	3,162	117,27	120,65	123,29	3,285	0,443	0,852	0,089	0,925	0,751
Acetato	87,52	90,64	2,264	87,38	90,23	89,71	2,773	0,338	0,732	0,023	0,899	0,534
Propionato	26,89	29,55	0,973	27,39	27,87	29,50	1,192	0,072	0,396	0,001	0,862	0,278
Butirato	11,33	12,14	0,601	10,62	12,20	12,43	0,735	0,415	0,193	0,001	0,781	0,952
Isobutírico	0,88	0,89	0,038	0,88	0,89	0,91	0,046	0,709	0,872	0,001	0,845	0,623
Isovalérico	1,66	1,70	0,075	1,65	1,68	1,71	0,081	0,329	0,385	0,001	0,377	0,205
Valérico	0,97	1,10	0,047	0,97	1,01	1,12	0,056	0,059	0,155	0,050	0,997	0,269
Relação A:P	3,28	3,09	0,053	3,22 ^a	3,28 ^a	3,06 ^b	0,623	0,005	0,023	0,062	0,762	0,172

*letras minúsculas diferentes na linha se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; T = avaliação do tempo (horários coleta); PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético; PN*GG*T = Interação entre plano nutricional, grupo genético e avaliação no tempo; NH₃-N = concentração de amônia ruminal (mg/dL); AGCC: ácido graxo de cadeia curta; A:P = relação acetato propionato.

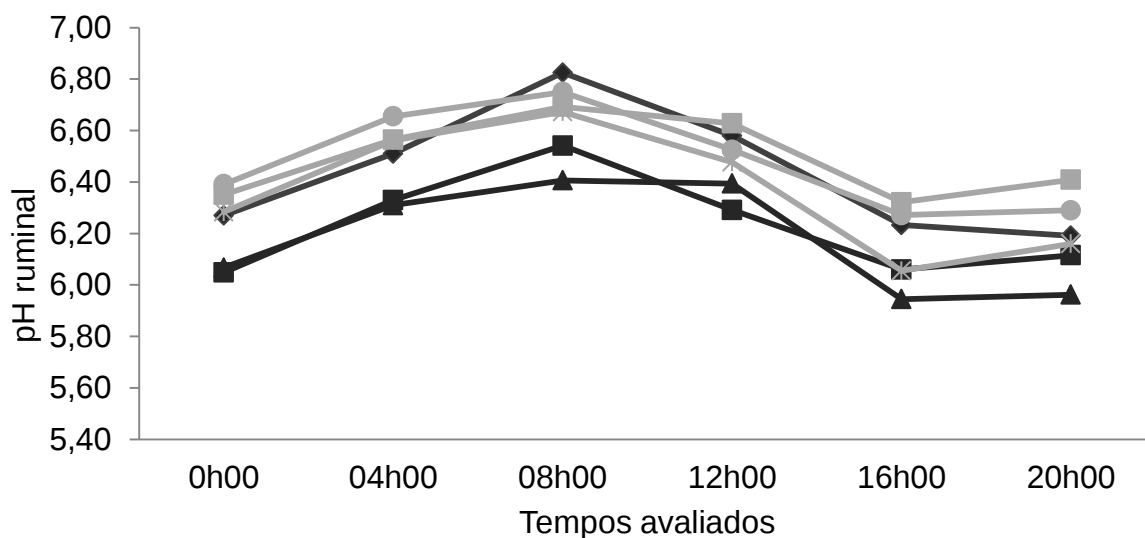


Figura 1. Efeito do tempo (0h, 4h, 8h, 12h, 16h, 20h) no pH ruminal em tourinhos submetidos a dois PN na fase de recia. Nelore suplemento —◆—, Nelore mineral —■—, 1/2Angus suplemento —▲—, 1/2Angus mineral —■—, Senepol suplemento —×— e Senepol mineral —●—.

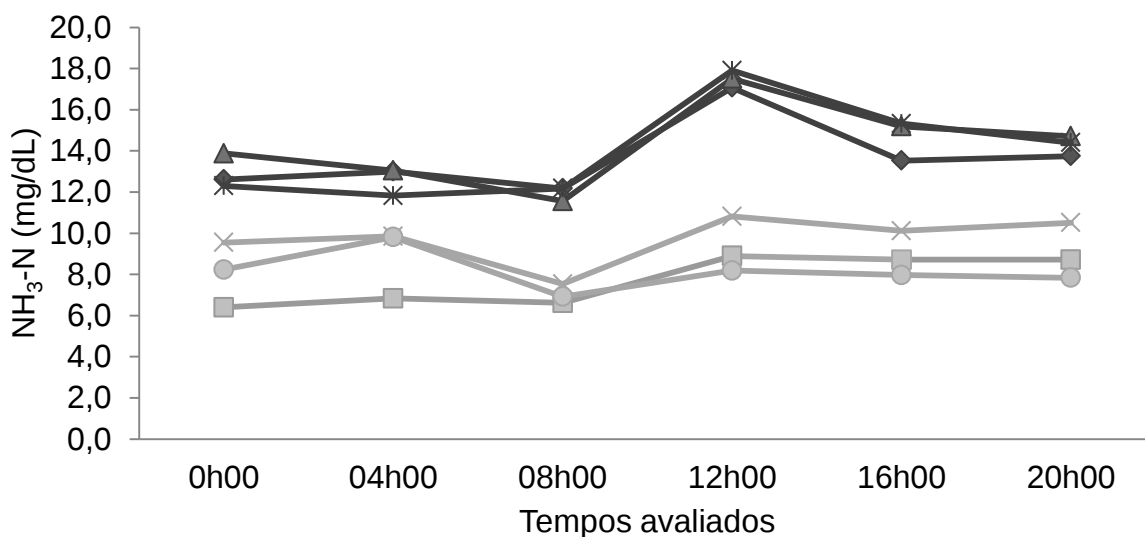


Figura 2. Concentração de NH₃-N (mg/dL) ruminal em função dos tempos (0h, 4h, 8h, 12h, 16h, 20h) Nelore suplemento —◆—, Nelore mineral —■—, 1/2Angus suplemento —▲—, 1/2Angus mineral —■—, Senepol suplemento —×— e Senepol mineral —●—.

Não houve interação entre o PN e GG para produção de nitrogênio microbiano no rúmen (NMIC), eficiência de síntese microbiana (ESM), excreção de nitrogênio na urina (ENU), excreção de nitrogênio fecal (ENF) e balanço de nitrogênio (BN) e nitrogênio retido % (NR) ($P > 0,05$, Tabela 5).

Tabela 5. Efeito de planos nutricionais sobre o balanço de nitrogênio de tourinhos de diferentes grupos genéticos na fase de recria em pastagem tropical.

Item	Suplemento		EPM	Grupo Genético			EPM	<i>*P-valor</i>		
	Mineral	Concentrado		Nelore	½Angus	Senepol		PN	GG	PN*GG
NMIC	94,17	114,20	11,755	101,74	97,41	113,52	13,516	0,014	0,232	0,063
ESM	135,35	149,31	18,023	142,54	140,63	143,81	19,107	0,211	0,971	0,122
NI	132,84	167,91	4,273	145,92 ^{ab}	143,33 ^b	161,90 ^a	10,524	0,001	0,032	0,381
ENU	47,93	48,96	3,783	45,05	44,06	56,25	4,541	0,837	0,101	0,131
ENF	42,39	47,67	1,675	45,55	42,61	46,92	2,753	0,020	0,268	0,108
BN	42,52	71,28	5,796	55,32	56,66	58,73	6,402	0,001	0,527	0,271
NR	32,03	42,46	3,168	37,92	39,53	36,28	5,639	0,001	0,359	0,297

*letras minúsculas diferentes na linha se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey.

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético; ESM = eficiência de sínteses microbiana (g proteína bruta microbiana N/kg MOd); produção de nitrogênio microbiano no rúmen (NMIC g/d); consumo de nitrogênio (NI; g/d); Excreção de nitrogênio urina (NU g/d); Excreção de nitrogênio fecal (NF; g/d); BN = balanço de nitrogênio (BN; g/d) e NR = nitrogênio retido % (BN/NI).

Não houve interação entre o PN e GG para abundância relativa de archaeas Metanogénicas, gênero *Prevotella* sp. e bactérias *Ruminococcus flavefaciens*, exceto para *Streptococcus bovis*, *S. ruminantium*, *Fibrobacter succinogenes* e *R. albus* ($P < 0,05$, Tabela 6 e 7). A suplementação com concentrado proporcionou maior abundância relativa de *S. bovis* (1,64 vezes, Tabela 7) e *S. ruminantium* (1,50 vezes, Tabela 7) em animais Senepol. *F. succinogenes* foi mais abundante (5,73 vezes, Tabela 7) em animais Nelore suplementados com concentrado ($P < 0,05$) que nos demais GG suplementados com mineral. Enquanto, a suplementação com mineral proporcionou maior abundância relativa de bactéria *R. albus* em animais Nelore ($P < 0,05$, Tabela 7).

Menor abundância de archaeas Metanogénicas foi encontrada no rúmen de animais ½Angus e Senepol e *S. ruminantium* em animais ½Angus ($P < 0,05$). Entretanto, maior abundância relativa do gênero *Prevotella* sp. foi encontrada no rúmen de animais Senepol e *R. flavefaciens* em animais ½Angus ($P < 0,05$).

Animais suplementados com concentrado apresentaram maior abundância relativa do gênero *Prevotella* sp. e archaeas Metanogénicas, e animais suplementados com mineral apresentaram maior abundância relativa de bactérias *R. flavefaciens* ($P < 0,05$).

Tabela 6. Efeito de diferentes planos nutricionais na abundância relativa (%) de Archaeas Metanogénicas, gênero *Prevotella* e *Ruminococcus flavefaciens* na fase de recria de tourinhos de diferentes grupos genéticos em pastagem na estação chuvosa.

Item	Suplemento			Grupo Genético				*P-valor		
	Mineral	Concentrado	EPM	Nelore	½Angus	Senepol	EPM	PN	GG	PN*GG
Metanogénicas	1,275	1,709	0,052	1,715 ^a	1,360 ^b	1,401 ^b	0,064	0,002	0,021	0,137
<i>Prevotella sp.</i> (-)	11,83	15,21	0,342	12,97 ^b	12,08 ^b	15,51 ^a	0,419	0,001	0,005	0,740
<i>Ruminococcus flavefaciens</i> (+)	0,041	0,037	0,001	0,034 ^b	0,051 ^a	0,032 ^b	0,011	0,013	0,010	0,679

*letras minúsculas diferentes na linha se diferem (P < 0,05) pelo teste de tukey.

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético.

Tabela 7. Efeito de interação entre PN e GG na abundância relativa (%) de Bactérias *Celulolíticas*, *S. bovis* e *S. ruminantium* na fase de recria de tourinhos em pastagem na estação chuvosa.

Item	Suplemento mineral			Suplemento Concentrado			EPM	*P-valor		
	Nelore	½Angus	Senepol	Nelore	½Angus	Senepol		PN	GG	PN*GG
<i>Streptococcus bovis</i> (+)	0,001 ^c	0,001 ^c	0,003 ^b	0,001 ^c	0,002 ^{bc}	0,005 ^a	0,015	0,010	0,010	0,010
<i>Selenomonas ruminantium</i> (-)	0,099 ^c	0,085 ^c	0,096 ^c	0,131 ^b	0,120 ^b	0,144 ^a	0,020	0,010	0,001	0,026
<i>Fibrobacter succinogenes</i> (-)	0,011 ^c	0,009 ^c	0,003 ^c	0,064 ^a	0,021 ^b	0,026 ^b	0,017	0,010	0,010	0,010
<i>Ruminococcus albus</i> (+)	0,068 ^a	0,028 ^c	0,019 ^c	0,053 ^b	0,031 ^c	0,017 ^c	0,013	0,002	0,010	0,001

*letras minúsculas diferentes na linha se diferem (P < 0,05) pelo teste de tukey.

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético.

3.4. DISCUSSÃO

A suplementação com concentrado não afetou o consumo de forragem. No entanto, considerando que a suplementação é capaz de modular o consumo através de efeito associativo (substitutivo, aditivo ou combinado, MOORE, 1980), pode se notar neste estudo que o efeito aditivo foi observado em animais que receberam suplementação concentrada, o qual resultou no aumento do consumo de energia, independente do grupo genético.

O maior consumo de MO apresentado pelos animais suplementados com concentrado, associado ao elevado coeficiente de digestibilidade (71,5%), é considerado vantajoso, visto que a ingestão de MO digestível implica em alta quantidade de proteína microbiana passando para o intestino delgado (CLARK, 2013). Entretanto, maior consumo de MO, implica em maior quantidade de massa degradada no rúmen, o que aumenta a demanda de nitrogênio para manutenção do crescimento microbiano no rúmen (DETMANN et al., 2014), demandando fonte de proteína suplementar.

A disponibilidade de amônia foi semelhante entre todos os tratamentos, e isso não limitou crescimento microbiano. A concentração de $\text{NH}_3\text{-N}$ ficou acima do valor limitante (6,3 mg/dL) relatado por Detmann et al. (2014), demonstrando que em animais mantidos em pastos de alta qualidade a demanda de nitrogênio para crescimento de microrganismos ruminais é suprida via proteína da forragem (ZERVOUDAKIS et al., 2008; LAZZARINI et al., 2016).

Além disso, a maior concentração de $\text{NH}_3\text{-N}$ no rumen dos animais recebendo suplementação concentrada pode estar associada a maior ingestão de N, proporcionando maior utilização de N (NR %), afetando de forma positiva o BN (g/d), o que acarreta em incrementos no ganho de peso de animais em produção (COSTA et al., 2011; DETMANN et al., 2014), fato esse observado no Capítulo 2. Esse incremento na produtividade ocorre pelo fato de que o nitrogênio de origem suplementar impacta negativamente na taxa de quebra da proteína miofibrilar e tem efeito positivo na concentração de hormônios anabólicos no sangue, principalmente insulin-like growth factor-1 (BATISTA et al., 2016; OLIVEIRA FRANCO, et al., 2017), resultado de um maior balanço de compostos nitrogenados entre o rúmen e a

corrente sanguínea, melhorando a disponibilidade de nitrogênio para fins anabólicos (LAZZARINI et al., 2016).

Estudos envolvendo animais de genótipos diferentes (Angus, Limousin, cruzados $\frac{1}{2}$ Angus $\frac{1}{2}$ Limousin, $\frac{1}{2}$ Brahman) não mostraram diferenças no pH e perfil de AGCC (CHUNTRAKORT et al., 2014), o que diverge dos resultados encontrados no atual estudo, onde animais $\frac{1}{2}$ Angus apresentaram menor valor de pH em relação a Nelore e Senepol, e animais Senepol apresentaram menor relação A:P; isso ocorreu devido a mudanças nas populações dos microrganismos ruminais desses animais, sendo um reflexo do perfil microbiano ruminal em cada GG estudado.

O menor valor de pH ruminal dos animais $\frac{1}{2}$ Angus em relação a Nelore e Senepol, pode estar relacionado a menor população de *Selenomonas ruminantium* no rúmen desses animais. O propionato formado pela ação de *S. ruminantium* (via acrilato), consome lactato presente no ambiente ruminal, contribuindo para regulação do pH ruminal (ASANUMA e HINO, 2005; KOZLOSKI, 2011). Contudo, estes valores permaneceram adequados (pH > 6,0) para manutenção de bactérias celulolíticas (RUSSELL e DOMBROWSKI, 1980) e acima do valor mínimo que influencia a degradação da parede celular da forragem (HOOVER, 1986), destacando que a digestibilidade do FDNcp não foi afetada.

A suplementação concentrada proporcionou maior crescimento da população de bactérias *S. bovis*, *S. ruminantium*, *F. succinogenes* e bactérias do gênero *Prevotella sp.* em virtude da maior disponibilidade de CNF presente no rúmen, indicando maior eficiência de fermentação da dieta, com menor relação A:P apresentada pelos animais suplementados com concentrado. Apesar da baixa abundância de bactérias *S. bovis* observada no atual estudo, destaca-se que a alta atividade metabólica específica de cada bactéria (celulolíticas, amilolíticas, proteolíticas) pode resultar em benefícios significativos e funcionais ao ambiente ruminal, mesmo apresentando baixa abundância relativa (HERNANDEZ-SANABRIA et al., 2013).

A maior abundância de archaeas Metanogénicas nos animais Nelore comparados com Senepol e $\frac{1}{2}$ Angus, corroboram com Rooke et al. (2014), que observaram diferença na abundância entre raças taurinas, consequentemente a maior abundância de archaeas Metanogénicas remete a maior produção de CH₄

(WALLACE et al., 2014). Isso pode implicar em maior perda de energia, via emissão de CH₄ entérico, dos animais Nelore em função da maior atividade de archaeas Metanogénicas no ambiente ruminal. Entretanto, maior abundância de bactérias celulolíticas pode ter contribuído com o aumento da relação A:P nos animais Nelore, em função do aumento na produção de acetato oriundo da fermentação de carboidratos estruturais. O H₂ oriundo do processo de fermentação para produção de acetato pode ter acarretado mudanças no processo fermentativo, proporcionando maior disponibilidade de substrato para archaeas Metanogénicas (LOVELY et al., 1984; JARVIS et al., 2000).

Os animais ½Angus e Senepol não apresentaram diferença na abundância de archaeas Metanogénicas, ambas as raças *Bos Taurus*, resultado que discorda do encontrado por Hernandez-Sanabria et al. (2013), que observaram que animais Angus tem maior abundância de archaeas Metanogénicas que animais Charolês, ambos *Bos Taurus*. Contudo, diferenças entre raças na abundância de archaeas Metanogénicas no ambiente ruminal remetem a variações na quantidade de CH₄ entérico produzido, e consequentemente afeta a conversão de dieta consumida em produtos de origem animal (CARBERRY et al., 2012; JAMI et al., 2014).

A elevada abundância do gênero *Prevotella sp.* nos animais suplementados com concentrado explica a maior digestibilidade de PB (MATSUI et al., 2000; RAMSAK et al., 2000; BEKELE et al., 2010), visto que esse gênero de bactéria atua principalmente na degradação de proteínas.

Os valores de digestibilidade apresentados (Tabela 3) indicam um sinergismo entre bactérias do gênero *Prevotella sp.* com as espécies celulolíticas. O sinergismo ocorre via ação de degradação de celulose e hemicelulose pelas bactérias celulolíticas, que proporcionam a liberação de oligossacarídeos e polissacarídeos, que são usados por bactérias do gênero *Prevotella sp.* para formação de propionato, que contribuem para elevar a capacidade de fermentação de fibra no rúmen através da liberação de AGCR usado por bactérias celulolíticas, proporcionando eficiência na utilização de carboidratos fibrosos (OSBORNE e DEHORITY, 1989).

Considerando que a disponibilidade frequente de AGCR é importante para manter a atividade de bactérias que degradam carboidratos fibrosos. Isovalérico e isobutírico são considerados essenciais para bactérias celulolíticas, após sua

absorção, utilizam seu esqueleto de carbono em conjunto com amônia para síntese de aminoácidos essenciais utilizados no metabolismo e crescimento bacteriano (ALLISON, 1969).

Os valores encontrados (Tabela 6) para abundância de bactérias do gênero *Prevotella* sp. são próximos aos relatados por Wu et al. (2012), 20% e Granja-Salcedo et al. (2017b), 9,12 a 17,3%. Contudo, animais Senepol apresentaram maior abundância de bactérias do gênero *Prevotella* sp., corroborando com Rooke et al. (2014), que encontrou diferenças na abundância de bactérias do gênero *Prevotella* sp. entre raças, destacando que animais Limousin (25,2%) apresentam maior proporção de *Prevotella* sp. que animais Angus (18,7%), evidenciando que o grupo genético pode exercer um efeito de controle sobre a sua microbiota ruminal. Demonstrando o efeito do genótipo animal sobre a microbiota ruminal como uma característica ligada a herdabilidade (BICKHART e WEIMER, 2018), considerando as variações na microbiota ruminal entre animais cruzados e puros (BAINBRIDGE et al., 2016; PAZ et al., 2016).

Em dietas a base de forragem San Vito et al. (2016) e Carvalho et al. (2017) observaram maior predominância de bactérias *R. albus* em relação *R. flavefaciens* em animais Nelore, o presente estudo corrobora com os achados desses autores, com maior predominância de bactérias *R. albus* em relação a *R. flavefaciens* nos animais Nelore. Este resultado evidencia a relação de amensalismo entre *R. albus* e *R. flavefaciens* na raça Nelore, onde *R. albus* produz proteínas antibacterianas chamadas de bacteriocinas que atuam na inibição do crescimento de *R. flavefaciens* (HOOVER e STEENSON, 1993; ODENYO ET AL., 1994; ALEXANDER, 2016). Entretanto, quando há o fornecimento de suplemento concentrado a abundância de *R. albus* tende a diminuir devido ao aumento de outras espécies como *R. flavefaciens* e *B. fibrisolvens* (ROEHE et al., 2016; SILVA MARQUES et al., 2018).

San vito et al. (2016) observou abundância de 0,020% para bactérias *F. succinogenes*, digestibilidade de 55,6% da FDN de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés, em animais Nelore recebendo suplemento concentrado, o que diverge dos resultados encontrados no atual estudo, 65% de digestibilidade e abundância relativa de 0,037% de bactérias *F. succinogenes* nos animais suplementados com concentrado. Conforme relatado por Flint et al. (2008), *F.*

succinogenes é uma das espécies celulolíticas mais importantes na degradação inicial da celulose, em função de sua capacidade de adesão ao substrato e ação enzimática via exoglucanase (JUN et al., 2007), sendo que a ação enzimática da exoglucanase é maior quando a qualidade do substrato é melhor, caracterizado pela menor proporção de fibra ligado a lignina (MAGLIONE et al., 1997), contribuindo com aumento da digestibilidade do pasto.

Animais ½Angus tem maior abundância de *R. flavefaciens* em relação a Nelore e Senepol, independente do plano nutricional avaliado, divergindo do observado por Silva-Marques et al. (2018), que relatou menor abundância de *R. flavefaciens* em animais suplementados com concentrado proteico. Segundo os autores isso ocorre pelo fato de que *R. flavefaciens* associam-se a fração fibrosa do alimento e degradam a parede celular da forragem, usando celulose pura para obtenção de energia o que resulta em menor taxa de crescimento (RUSSEL, 2002).

Essa diferença na eficiência do processo fermentativo entre animais está ligada as taxas de retenção da digesta do rúmen, mudanças nos processos metabólicos (EDWARDS et al., 2008) e as interações hospedeiro-microrganismo (PINARES-PATIÑO et al., 2013). Interações que acontecem a medida que a dieta do animal é alterada, assim a composição e atividades da microbiota ruminal é modificada com intuito de melhorar o uso dos novos substratos disponíveis, o que acarretou em mudanças na abundância relativa de archaeas Metanogenicas, *Prevotella sp.*, *Streptococcus bovis*, *Selenomonas ruminantium* e *Fibrobacter succinogenes* dos animais suplementados com concentrado em relação aos suplementados com mineral.

3.5. CONCLUSÃO

A suplementação concentrada no período das águas aumenta a produção de nitrogênio microbiano e a digestibilidade da proteína dietética em função da maior abundância do gênero *Prevotella sp.* A raça Senepol não apresentou maior eficiência de síntese microbiana em relação a Nelore e ½Angus, mas apresentou menor relação acetato:propionato devido a maior abundância de bactérias ruminais do gênero *Prevotella sp.* e bactérias amilolíticas. Animais da raça Nelore tem maior quantidade de bactérias celulolíticas e archaeas Metanogenicas que Senepol e ½Angus, demonstrando influencia da raça sobre a microbiota ruminal.

3.6. REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. *Advances in Microbial Ecology*. Springer, New York, 2016.
- ALLEN, V.G., BATELLO, C., BERRETTA, E.J., HODGSON, J., KOTHMANN, M., LI, X., MCIVOR, J., MILNE, J., MORRIS, C., PEETERS A., SANDERSON, M. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass Forage Science**, v. 66, p. 2-28, 2011.
- ALLISON, M.J. Biosynthesis of aminoacids by ruminal microorganisms. **Journal of Animal Science**, v. 29, p. 789-807, 1969.
- ASANUMA, N., HINO, T. Ability to utilize lactate and related enzymes of a ruminal bacterium, *Selenomonas ruminantium*. **Animal Science Journal**, v. 76, p. 345-352, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1995.
- BACH, A., CALSAMIGLIA, S., STERN, M.D. Nitrogen Metabolism in the Rumen. **Journal Dairy Science**, v. 88, E. Suppl., p. 9-21, 2005.
- BAINBRIDGE, M.L., CERSOSIMO, L.M., WRIGHT, A.D.G., KRAFT, J. Rumen bacterial communities shift across a lactation in Holstein, Jersey and Holstein × Jersey dairy cows and correlate to rumen function, bacterial fatty acid composition and production parameters. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 92, fiw059, 2016.

BARBOSA, A.M., VALADARES, R.F.D., VALADARES FILHO, S.C., PINA, D.S., DETMANN, E. AND LEÃO, M.I. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 510-519, 2011.

BATISTA, E.D., DETMANN, E., TITGEMEYER, E.C., VALADARES FILHO, S C., VALADARES, R.F.D., PRATES, L.L., RENNÓ, L.N., PAULINO, M.F. Effects of varying ruminally undegradable protein supplementation on forage digestion, nitrogen metabolism, and urea kinetics in Nellore cattle fed low-quality tropical forage. **Journal Animal Science**, v. 94, p. 201-216, 2016.

BEKELE, A.Z. KOIKE, S., KOBAYASHI, Y. Genetic diversity and diet specificity of ruminal prevotella revealed by 16s rna genebased analysis. **FEMS Microbiology Letters**, v. 305, p. 49-57, 2010.

BICKHART, D.M., WEIMER, P.J. Host–rumen microbe interactions may be leveraged to improve the productivity of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 101, p. 1-10, 2018.

CARBERRY, C.A., KENNY, D.A., HAN, S., MCCABE, M.S., WATERS, S.M. Effect of phenotypic residual feed intake and dietary forage content on the rumen microbial community of beef cattle. **Applied Environmental Microbiology**, v.78, p. 4949-4958, 2012.

CARVALHO, I.P.C., FIORENTINI, G., CASTAGNINO, P.S., JESUS, R.B., MESSANA, J.D., GRANJA-SALCEDO, Y.T., DETMANN, E., PADMANABHA, J., MCSWEENEY, C.S., BERCHIELLI, T.T. Supplementation with lipid sources alters the ruminal fermentation and duodenal flow of fatty acids in grazing Nellore steers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 227, p. 142-153, 2017.

CHEN, S.B., GOMES. M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of the technical details. Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen - AB2 9SB, UK, 1992.

CHIZZOTTI, M.L., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D., CHIZZOTTI, F.H.M., TEDESCHI, L.O. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v. 113, p. 218-225, 2008.

CHUNTRAKORT, P., OTSUKA, M., HAYASHI, K., TAKENAKA, A., UDCHACHON, S., AND SOMMART, K. The effect of dietary coconut kernels, whole cottonseeds and sunflower seeds on the intake, digestibility and enteric methane emissions of Zebu beef cattle fed rice straw based diets. **Livestock Science**, v. 161, 80-89, 2014.

CLARK, H. Nutritional and host effects on methanogenesis in the grazing ruminant. **Animal**, v. 7, Suppl. 1, p. 41-48, 2013.

COSTA, V.A.C., DETMANN, E., PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C., HENRIQUES, L.T., CARVALHO, I.P.C. Total and partial digestibility and nitrogen balance in grazing cattle supplemented with non-protein and, or true protein nitrogen during the rainy season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2815-2826, 2011.

DENMAN, S.E., MCSWEENEY, C.S., 2006. Development of a real-time PCR assay for monitoring anaerobic fungal and cellulolytic bacterial populations within the rumen. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 58, p. 572-582, 2006.

DENMAN, S.E., TOMKINS, N., MCSWEENEY, C.S. Quantitation and diversity analysis of ruminal methanogenic populations in response to the antimethanogenic compound bromochloromethane. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 62, p. 313-322, 2007.

DETMANN, E., VALENTE, E.E.L., BATISTA, E.D., HUHTANEN, P. 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.

EDWARDS, J.E., HUWS, S.A., KIM, E.J., LEE, M.R.F., KINGSTON-SMITH, A.H., SCOLLAN, M.D. Advances in microbial ecosystem concepts and their consequences for ruminant agriculture. **Animal**, v. 2, n. 5, p. 653-660, 2008.

FENNER, H. Methods for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal Dairy Science**, v. 48, p. 249-251, 1965.

FLINT, H.J., BAYER, E.A., RINCON, M.T., LAMED, R., WHITE, B.A. Polysaccharide utilization by gut bacteria: potential for new insights from genomic analysis. **Nature Reviews Microbiology**, v. 6, p. 121-131, 2008.

- GRANJA-SALCEDO, T.T., MESSANA, J.D., SOUZA, V.C., DIAS, A.V.L., KISHI, L.T., REBELO, L.R., BERCHIELLI, T.T. Effects of partial replacement of maize in the diet with crude glycerin and/or soyabean oil on ruminal fermentation and microbial population in Nellore steers. **British Journal of Nutrition**, v. 118, p. 651-660, 2017b.
- GRANJA-SALCEDO, Y.T., RAMIREZ-USCATEGUI, R.A., MACHADO, E.G., MESSANA J.D., KISHI L.T., DIAS A.V.L., BERCHIELLI, T.T. Studies on bacterial community composition are affected by the time and storage method of the rumen content. **Plos One**, v. 12, n. 4, p. 1-15, 2017a.
- HALL, M.B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. University of Florida, **Bulletin 339**, April, 2000.
- HERNANDEZ-SANABRIA, E., GOONEWARDENE, L.A., WANG, Z., ZHOU, M., MOORE, S.S., GUAN, L.L. Influence of sire breed on the interplay among rumen microbial populations inhabiting the rumen liquid of the progeny in beef cattle. **Plos One**, v. 8, n. 3, p. 1-15, 2013.
- HOOVER, D., STEENSON, L. **Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria**. Academic Press, New York, 1993.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal Dairy Science**, v. 68, n. 1, p. 40-44, 1986.
- JAMI, E., WHITE, B. A., MIZRAHI, I. Potential role of the bovine rumen microbiome in modulating milk composition and feed efficiency. **Plos One**, v. 9, e85423, 2014.
- JARVIS, G.N., STROMPL, C., BURGESS, D.M., SKILLMAN, L.C., MOORE, E.R.B., JOBLIN, K.N. Isolation and identification of ruminal methanogens from grazing cattle. **Current Microbiology**, v. 40, 327-332, 2000.
- JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: L.T. Manejte. **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Commonwealth Agricultural Bureaux, Aberystwyth, UK, p. 96-102, 1978.
- JUN, H.S., QI, M., GONG, J., EGBOSIMBA, E.E., FORSBERG, C.W. Outer membrane proteins of *Fibrobacter succinogenes* with potential roles in adhesion to cellulose and in cellulose digestion. **Journal Bacteriology**, v. 189, p. 6806-6815, 2007.

KAEWPILA, C., SOMMART, K., and MITSUMORI, M. Dietary fat sources affect feed intake, digestibility, rumen microbial populations, energy partition and methane emissions in different beef cattle genotypes. **Animal**, p. 1-10, 2018.

KHAFIPOUR E., LI, S., PLAIZIER J.C., KRAUSE D.O. Rumen microbiome composition determined using two nutritional models of subacute ruminal acidosis. **Applied Environmental Microbiology**, v. 75, p. 7115-7124, 2009.

KOIKE, S., KOBAYASHI, Y. Development and use of competitive PCR assays for the rumen cellulolytic bacteria *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* and *Ruminococcus flavefaciens*. **FEMS Microbiology Letters**, v. 204, p. 361-366, 2001.

KOZLOSKI, V.G. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. UFSM, Santa Maria, RS, 216p, 2011.

LAZZARINI, I., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, M.F., ALMEIDA RUFINO, L.M., DOS REIS, W.L., OLIVEIRA FRANCO, M. Nutritional Performance of Cattle Grazing during Rainy Season with Nitrogen and Starch Supplementation. **Asian Australas Journal Animal Science**, n. 8, p. 1120-1128, 2016.

LOVELY, D.R., GREENING, R., FERRY, J.G. Rapidly growing rumen methanogenic organism that synthesizes coenzyme M and has a high affinity for formate. **Applied Environmental Microbiology**, v. 48, p. 81-87, 1984.

MAGLIONE, G.J., RUSSELL, J.B., WILSON, D.B. Kinetics of cellulose digestion by *Fibrobacter succinogenes*. **Applied Environmental Microbiology**, v. 63, p. 665-669, 1997.

MATSUI, H., OGATA, K., TAJIMA, K., NAKAMURA, M., NAGAMINE, T., AMINOV, R.I., BENNO, Y. Phenotypic characterization of polysaccharidases produced by four *Prevotella* type strains. **Current Microbiology**, v. 41, p. 45-49, 2000.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: a collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p. 1217-1240, 2002.

MOORE, J.E. Forage Crops. In: HOVELAND, C.S. (ed.). **Crop Quality, Storage, and Utilization**. Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin. 1980.

MYERS, W.D., LUDDEN, P.A., NAYIGIHUGU, V., HESS, B.W. Technical note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples fortitanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 179-183, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.

ODENYO, A.A., MACKIE, R.I., STAHL, D.A. AND WHITE, B.A. The use of 16S rRNA probes to study competition between rumen fibrolytic bacteria: development of probes for Ruminococcus species and evidence for bacteriocin production. **Applied Environmental Microbiology**, v. 60, p. 3688-3696, 1994.

OLIVEIRA FRANCO, M., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C., BATISTA, E.D., RUFINO, L.M.A., BARBOSA, M.M., LOPES, A.R. Intake, digestibility, and rumen and metabolic characteristics of cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and different levels of starch. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 30, n. 6, p. 797-803, 2017.

OLIVEIRA, A.P., CASAGRANDE, D.R., BERTIPAGLIA, L.M.A., BARBERO, R.P., BERCHIELLI, T.T., RUGGIERI, A.C., REIS, R.A. Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, v. 53, p. 1-7, 2015.

OSBORNE, J.M., DEHORITY, B.A. Synergism in degradation and utilization of intact forage cellulose, hemicellulose, and pectin by three pure cultures of ruminal bacteria, **Applied Environmental Microbiology**, v. 55, p. 2247-2250, 1989.

PAZ, H.A., ANDERSON, C.L., MULLER, M.J., KONONOFF, P.J., FERNANDO, S.C. Rumen bacterial community composition in Holstein and Jersey cows is different under same dietary condition and is not affected by sampling method. **Frontiers Microbiology**, v. 7, art. 1206, 2016.

PEDREIRA, B.C., PEDREIRA, C.G.S., DA SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de Brachiaria brizantha cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.

PINARES-PATIÑO C.S., HICKEY S.M., YOUNG, E.A., DODDS, K.G, MACLEAN, S., MOLANO, G., SANDOVAL, E., KJESTRUP, K., HARLAND, R., HUNT, C., PICKERING, N.K., MCEWAN, J.C. Heritability estimates of methane emissions from sheep. **Animal**, v. 7, n. 2, p. 316-321, 2013.

PRESTON, T.R. Analytical methods for characterizing. In: **feed resources for ruminants**. Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines. A practical manual for research workers. Rome: FAO, p.106, 1986.

RAMSAK, A., PETERKA, M., TAJIMA, K., MARTIN, J.C., WOOD, J., JOHNSTON, M.E., ROUSTAM, I.A., FLINT, H.J., AVGUSTIN, G. Unravelling the genetic diversity of ruminal bacteria belonging to the CFB phylum. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 33, 69-79, 2000.

ROEHE, R., DEWHURST, R.J., DUTHIE, C.-A., ROOKE, J.A., MCKAIN, N., ROSS, D.W., HYSLOP, J.J., WATERHOUSE, A., FREEMAN, T.C., WASTON, M., WALLACE, J.R. Bovine Host Genetic Variation Influences Rumen Microbial Methane Production with Best Selection Criterion for Low Methane Emitting and Efficiently Feed Converting Hosts Based on Metagenomic Gene Abundance. **Plos Genetics**, v. 12(2), e1005846, 2016.

ROOKE, J.A., WALLACE, R.J., DUTHIE, C.A., MCKAIN N., DE SOUZA, S.M., HYSLOP, J.J., ROSS, D.W., WATERHOUSE, T., ROEHE, R. Hydrogen and methane emissions from beef cattle and their rumen microbial community vary with diet, time after feeding and genotype. **The British Journal of Nutrition**, v. 112, p. 398-407, 2014.

RUSSEL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G., SNIFFEN, C.J., VAN SOEST, P.J. A Net Carbohydrate and Protein System for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3551-3561, 1992.

RUSSELL, J.B. **Rúmen microbiology and its role in ruminant nutrition**, New York, p. 139, 2002.

RUSSELL, J.B., DOMBROWSKI, D.B. Effect of pH on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 39, n. 3, p. 604-610, 1980.

SAN VITO, E., MESSANA, J.D., CASTAGNINO, P.S., GRANJA-SALCEDO, Y.T., DALLANTONIA, E.E., BERCHIELLI, T.T. Effect of crude glycerine in supplement on the intake, rumen fermentation, and microbial profile of Nellore steers grazing tropical grass. **Livestock Science**, v. 192, p. 17-24, 2016.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT 9.2 User's Guide. SAS Institute, Cary, NC, 2008.

SILVA MARQUES, R.P., ZERVOUDAKIS, J.T., NAKAZATO, L., CABRAL, L.S., ZERVOUDAKIS, L.K.H., SILVA, M.I.L., MATOS, N.B.N., PITCHENIN, L.C. Quantitative qPCR Analysis of Ruminal Microorganisms in Beef Cattle Grazing in Pastures in the Rainy Season and Supplemented with Different Protein Levels. **Current Microbiology**, v. 3, p. 1-8, 2018.

SILVA, L.F.C., VALADARES FILHO, S.C., CHIZZOTTI, M.L., ROTTA, P.P., PRADOS, L.F., VALADARES, R.F.D., ZANETTI, D., BRAGA, J.M.S. Creatinine excretion and relationship with body weight of Nellore cattle. **Revista Brasileira Zootecnia**, n. 41, n. 3, p. 807-810, 2012.

STEVENSON, D.M., WEIMER, P.J. Dominance of Prevotella and low abundance of classical ruminal bacterial species in the bovine rumen revealed by relative quantification real-time PCR. **Applied Microbiology Biotechnology** v. 75, p. 165-174, 2007.

TITGEMEYER, E.C., ARMENDARIZ, C.K., BINDEL, D.J., GREENWOOD, R.H., LOEST, C.A. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 1059-1063, 2001.

VALADARES FILHO, S.C., PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. (Ed). **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed., Jaboticabal: FUNEP, p. 161-189, 2011.

- VALENTE, T.N.P., DETMANN, E., QUEIROZ, A.C., VALADARES FILHO, S.C., GOMES, D.I., FIGUEIRAS, J.F. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2565-2573, 2011.
- WALLACE, R.J., ROOKE, J.A., DUTHIE, C.-A., HYSLOP, J.J., ROSS, D.W., MCKAIN, N., SOUZA, S.M, SNELLING, T.J., WATERHOUSE, A., ROEHE, R. Archaeal abundance in postmortem ruminal digesta may help predict methane emissions from beef cattle. **Scientific Reports**, v. 4, art.5892, 2014.
- WILLIAMS, C.H., DAVID, D.J., LISMAA, O. Determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v. 59, p. 381-385, 1962.
- WU, S., RANSOM, L., BALDWIN, R.L., LI, W., LI, C., CONNOR, E.E., LI, R.W. The bacterial community composition of the bovine rumen detected using pyrosequencing of 16S rRNA genes. **Metagenomics**, v. 1, p. 1-11, 2012.
- ZERVOUDAKIS, J.T., PAULINO, M.F., CABRAL, L.S., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C., MORAES, E.H.B.K. Suplementos múltiplos de auto controle de consumo na recria de novilhos no período das águas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1968-1973, 2008.

CAPITULO 4. TERMINAÇÃO DE TOURINHOS DE DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS EM CONFINAMENTO OU PASTO ADVINDOS DE DOIS PLANOS NUTRICIONAIS NA FASE DE RECRIA

Resumo- O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de dois planos nutricionais (PN), recebidos na fase de recria, sobre a ingestão, digestibilidade, desempenho e características de carcaça de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento ou pasto. Foram utilizados 120 tourinhos, provenientes de três grupos genéticos (GG): Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol oriundos de dois PN na fase de recria (suplementação com concentrado ou mineral), distribuídos 60 animais em cada sistema de terminação (ST): confinamento ou pasto, sendo 20 de cada GG e dez provenientes de cada PN avaliado na recria. A terminação em confinamento foi realizada em baias individuais e a terminação em pasto foi realizada em 12 piquetes (área 1,8 ha) de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial 2x3x2, sendo dois PN na recria, três GG e dois sistemas de terminação. Animais Nelore confinados apresentaram menor consumo de MS (%PV) que Nelore em pasto e demais GG nos 2 sistemas de terminação ($P < 0,05$). Cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol terminados em pasto apresentaram menor consumo de MS concentrado (CMC) e EE que Nelore e cruzado $\frac{1}{2}$ Angus e que os 3 GG confinados ($P < 0,05$). Nelore e cruzado $\frac{1}{2}$ Angus terminados em pasto apresentaram maior consumo de CNF que animais $\frac{1}{2}$ Senepol e que os 3 GG confinados ($P < 0,05$). Nelore terminados em pasto apresentam maior digestibilidade da MS e MO que $\frac{1}{2}$ Senepol em pasto e demais GG nos 2 sistemas de terminação ($P < 0,05$). Animais confinados apresentam maior digestibilidade de CNF e menor digestibilidade FDNcp ($P < 0,05$). Maior digestibilidade de CNF e FDNcp foi observada em animais Nelore comparado a cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$) e cruzados $\frac{1}{2}$ Angus confinados apresentam maior GMD ($P < 0,05$). Animais $\frac{1}{2}$ Angus confinados apresentam maior EA que animais Nelore confinados e que os 3 GG terminados em pasto ($P < 0,05$). Entretanto, $\frac{1}{2}$ Angus terminados em pasto apresentam maior AOL que Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol em pasto e $\frac{1}{2}$ Senepol confinados ($P < 0,05$). GG Nelore advindos da recria suplementados com concentrado apresentam menor EAc que cruzados $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$). Menor GMDc foi

observado no GG Nelore em relação a $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$). O planejamento nutricional na fase de recria com suplementação concentrada proporciona taxa de ganho de peso e ganho em carcaça de forma mais lenta em comparação com animais suplementados com mineral, na fase de terminação. Cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol apresenta ganho de peso em carcaça mais eficiente que cruzados $\frac{1}{2}$ Angus e Nelore. Entretanto, cruzados $\frac{1}{2}$ Angus apresentam características de carcaça (AOL e EG) maiores que os demais grupos genéticos. Animais terminados em confinamento tem maior ganho de peso corporal e carcaça, com maior deposição de gordura subcutânea na carcaça.

Palavras chave: Nelore, Senepol, Angus, suplementação.

4.1. INTRODUÇÃO

O ganho adicional de bovinos, com uso de suplemento proteico-energético na fase de recria tende a ser mantido durante a fase de terminação, em confinamento ou pasto, sendo que o tempo necessário para a engorda destes animais é reduzido em relação aos animais que recebem apenas suplementação mineral, sem interferir nas características de carcaça, independente do sistema de terminação (CASAGRANDE et al., 2013). Entretanto, animais suplementados durante a fase de recria a pasto tendem a aumentar o rendimento de carcaça e grau de acabamento na fase de terminação (SHARMAN et al., 2013).

A mudança no peso corporal é um indicador impreciso do crescimento e taxa de síntese dos tecidos, considerando o acréscimo de tecido muscular e adiposo (BERG e BUTTERFIELD, 1979; OWENS, 1995), uma vez que ganhos médios diários de mesma magnitude podem apresentar valores extremamente divergentes quanto ao acréscimo de proteína e tecido adiposo na carcaça (BUMPUS, 2006; SHARMAN et al., 2013), influenciando o ganho de peso, a composição do ganho e a eficiência alimentar.

Dentre os fatores relacionados a deposição de tecido na carcaça, a deposição de gordura é altamente ligados a herdabilidade, podendo diferir significativamente entre raças (ITOH et al., 1999). Entretanto, o estágio de crescimento também tem influência no total de gordura na carcaça, com certas raças (Angus, Red Angus)

depositando mais gordura na fase de crescimento em relação a outros tipos raciais (DESMET et al., 2004). Portanto, o total de conteúdo de gordura da carne reflete não somente o regime de alimentação, mas também a variabilidade genética entre raças de bovinos.

Contudo, faz-se necessário reconhecer que estes diversos grupos genéticos apresentam grandes variações quanto ao modelo de desenvolvimento, velocidade de formação dos tecidos e dos órgãos e composição corporal (FREYER et al., 2008; GOULART et al., 2008). Estas variações parecem estar ligadas a diferenças no tamanho corporal adulto, produção hormonal e exigências nutricionais dos vários grupos genéticos (PAULINO et al., 2007). De acordo com Goulart et al. (2008), bovinos resultantes do cruzamento das raças Angus e Nelore apresentam maiores pesos, maiores ganhos, maior acabamento e maior exigência de energia em comparação aos da raça Nelore.

Em função dos diferentes sistemas produtivos que envolvem a criação e produção de bovinos de corte no Brasil, é fundamental compreender de forma conjunta os efeitos das estratégias de manejo aplicadas durante a fase de recria de diferentes grupos genéticos sobre a subsequente fase de terminação, em relação a diferenças na ingestão e deposição de carcaça. A hipótese deste estudo é que a suplementação com concentrado durante a fase de recria pode ter maior potencial em modular as características produtivas na fase de terminação de animais cruzados. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de planos nutricionais, recebidos na fase de recria, sobre a ingestão e digestibilidade, desempenho e características de carcaça de diferentes grupos genéticos (Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol) terminados em confinamento ou pasto.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo utilizado neste experimento está de acordo com as diretrizes do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e foi aprovado pelo Comitê de Ética, Bioética e Bem Estar Animal da Universidade Estadual São Paulo (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Ciências Veterinárias, Campus Jaboticabal (Protocolo nº 5628/15).

O experimento foi conduzido em área pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/Unesp - Campus de Jaboticabal, SP (48°18'58"W, 21°15'22"S, altitude 595 m). Segundo Köppen, o clima desta região é classificado como tropical tipo AW, caracterizado por invernos secos e temperaturas amenas e verões quentes e úmidos (Tabela 1).

Tabela 1. Valores das médias mensais da temperatura e umidade relativa do ar mínima, média e máxima, precipitação pluvial e dias de chuvas durante o período experimental na fase de terminação em pastou ou confinamento.

Mês/Ano	Temperatura (°C)			Umidade Relativa %			Chuva (mm)	Dias de chuva	Dias de Chuva acima de 5mm
	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média			
mai/16	26,8	14,8	20,1	90,6	44,6	71,6	124,1	12	6
jun/16	25,2	13,0	18,3	91,0	42,5	71,7	109,9	7	5
jul/16	28,0	12,6	19,7	83,4	26,4	56,2	0,00	0	0
ago/16	28,7	13,7	20,8	84,4	30,1	57,4	71,8	7	5

Dados obtidos do Departamento de Ciências Exatas de FCAV / Jaboticabal, localizado a 800 m da área experimental.

Histórico experimento fase recria

Foram utilizados 144 machos, não castrados, com aproximadamente 262 ± 31 kg de peso corporal (PC), provenientes de três grupos genéticos: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol. Sendo designados 48 animais de cada grupo genético, contendo 24 animais para cada plano nutricional avaliado na recria.

Os suplementos foram compostos por: sal mineral a uma taxa de 30 g/ 100 kg PC; e suplemento concentrado: milho triturado (73,5%), grão de soja (10,6%), contendo 86,0% MS, 89,2% MO, 20,5% PB, 6,30% EE e 26,5% FDNcp; e núcleo comercial a uma taxa de 300 g/ 100 kg de PC. Os suplementos foram fornecidos uma vez ao dia às 10:00, em cocho coberto.

Ao final da fase de recria, 24 animais foram abatidos, sendo quatro animais de cada tratamento, esses animais serviram de grupo referência para as avaliações de ganho de carcaça e parâmetro para obter o PC inicial na fase de terminação.

Terminação em pasto

A fase de terminação em pasto ocorreu no período de seca, durante os meses de Maio a Setembro de 2016, em uma área de 22 ha de *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. *Xaraés*, constituída de 12 piquetes experimentais de 1.8 ha. Foram utilizados 60 machos não castrados, com 346 ± 34 kg de PCI médio, divididos em dois blocos considerando o peso dos animais, provenientes da recria com dois planos nutricionais (suplemento mineral ou concentrado), e três grupos genéticos: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol, com duas repetições de piquete por tratamento, sendo cinco animais por piquete.

Foram utilizados 20 animais de cada grupo genético, sendo dez animais provenientes de cada plano nutricional avaliado na recria. Todos os animais foram submetidos a uma mesma dieta, sendo suplementados diariamente com concentrado (2%PC kg/dia, ajustado a cada 28 dias), as 10h, em cocho coberto (3 m comprimento e 0,5 m de largura, com acesso dos dois lados do cocho).

A adaptação dos animais a dieta foi feita em “step up” alterando a quantidade de concentrado a cada sete dias até o início do período experimental. O experimento teve duração de 125 dias, sendo 14 dias de adaptação e 111 dias de alimentação divididos em quatro períodos experimentais. O suplemento fornecido foi constituído por milho, grão de soja e suplemento mineral (Tabela 2).

Tabela 2. Composição química e proporção dos ingredientes fornecidos na suplementação concentrada dos animais, do pasto e confinamento e silagem ao longo do experimento.

Itens	Suplemento concentrado	Pasto	Silagem de milho
<i>Proporção dos ingredientes (%MS)</i>			
Milho	78,9	-	-
Grão de soja	16,5	-	-
Suplemento mineral *	4,60	-	-
<i>Composição química (%MS)</i>			
Matéria Seca	89,9	45,8	30,1
Matéria orgânica	91,0	92,3	95,0
Proteína Bruta	16,0	11,3	9,50
Extrato etéreo	6,62	2,30	3,15
FDNcp	25,1	58,2	33,1

*Cálcio 110 g/kg; Fósforo 20 g/kg; Sódio 40 g/kg; Potássio 40 g/kg; Magnésio 56 g/kg; Enxofre 31 g/kg; Zinco 700 mg/kg; Cobre 190 mg/kg; Flúor 333 mg/kg; Manganês 550 mg/kg; Iodo 14 mg/kg; Cobalto 12 mg/kg; Selênio 3,5 mg/kg; Vitamina A 55000 UI/kg; Vitamina D3 7500 UI/kg; Vitamina E 750 UI/kg; Monensina 400 mg/kg; NNP 620g /kg.

Terminação em confinamento

Na terminação em confinamento, foram utilizados 60 machos não castrados, com 349 ± 25 kg de PCI médio, divididos em dois blocos considerando o PC dos animais, provenientes da recria com dois planos nutricionais (mineral e concentrado) descritos no item anterior, de três grupos genéticos: Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol. A terminação em confinamento foi realizada simultaneamente com terminação em pasto, em dois confinamentos localizados a 200 m de distância entre si. Foram utilizados 20 animais de cada grupo genético, sendo dez animais provenientes de cada plano nutricional avaliado na recria, sendo confinados em baias individuais ($12m^2$) e recebendo o mesmo suplemento (Tabela 2), e como volumoso a silagem de milho. A dieta foi composta por 25% de volumoso (na MS) e 75% de concentrado (na MS), formulada para ganho de 1,5 kg/dia (BR-CORTE, 2010). A adaptação dos animais a dieta foi feita em “step up” alterando a dieta a cada sete dias até o início

do período experimental. O experimento teve duração de 123 dias, sendo 14 dias de adaptação e 109 dias de alimentação divididos em quatro períodos experimentais.

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia (8h00 e 16h00) e a quantidade de alimento oferecida foi ajustada diariamente, a partir do consumo observado no dia anterior para manter as sobras em torno de 5% do fornecido, caracterizando consumo *ad libitum*. A ingestão foi avaliada através da quantificação de sobras e do fornecido.

Avaliação do pasto, sobras e volumoso confinamento

A massa de forragem foi estimada a cada 28 dias através da determinação da altura média do dossel, por meio da leitura de 80 pontos em cada piquete, com auxílio de régua graduada em centímetros (BARTHAM, 1985). Para estimativa da massa de forragem, cinco amostras por piquete foram colhidas rente ao solo, em pontos que representassem a altura média do piquete, usando moldura circular de 0,25 m². As amostras colhidas foram pesadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. O pasto foi amostrado a cada 28 dias, por meio de pastejo simulado (JOHNSON, 1978), para determinação da composição química.

Amostras compostas semanais de sobras e da silagem foram levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e, em seguida, moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 2 mm, para retirada de amostras para incubação para determinação do FDNi (VALENTE et al., 2011), e em seguida trituradas a 1mm. Os ingredientes do concentrado foram amostrados uma vez em cada período experimental, sendo armazenados em freezer (-20°C) para posteriores análises laboratoriais.

Composição química dos alimentos

As amostras de alimentos foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS; método 934,01), matéria orgânica (MO; método 942,05), extrato etéreo (EE; método 954,02) de acordo com recomendações da AOAC (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados com a utilização de α -amilase termo estável, sem adição de sulfito de sódio, de acordo com Mertens (2002) e adaptado para Ankom²⁰⁰ Fiber Analyzer, corrigido para cinza e proteína

posteriormente. A fração proteína bruta (PB) foi obtida por condutividade térmica utilizando-se o equipamento Leco®, modelo FP-528. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados de acordo com Hall (2000) e a energia metabolizável de acordo com (NRC, 1996).

Estimativa de consumo em pasto

O consumo de forragem foi avaliado com base na utilização de três indicadores utilizados para determinação da produção fecal, consumo de forragem e consumo de suplemento. Para estimativa da produção fecal foi utilizado o óxido de cromo (Cr_2O_3), embalado em cartuchos de papel na quantidade de 10 g por animal/dia, durante 10 dias, e introduzido diretamente no esôfago usando um tubo de borracha, sempre às 10:00 horas, a partir do 55º dia experimental. A excreção fecal foi estimada pelo fracionamento da quantidade de óxido crômico oferecido e da concentração nas fezes. As amostras fecais foram coletadas durante 3 dias, às 16:00 e 11:00, 15:00 e 09:00 e 14:00 e 07:00 h no primeiro, segundo e terceiro dias de coleta, respectivamente, para obter amostras representativas. Amostras fecais foram avaliadas para o teor de óxido de cromo usando a absorção atômica (WILLIAMS et al., 1962).

O consumo individual de suplemento foi estimado utilizando o dióxido de titânio (TiO_2), segundo metodologia descrita por Titgemeyer et al. (2001). Adicionando-se no suplemento 10 g por animal dia de TiO_2 , durante 10 dias, com coletas de fezes nos últimos três dias, a partir do 55º dia experimental. As amostras de fezes foram retiradas durante o mesmo período dos procedimentos de excreção fecal. A leitura foi realizada conforme metodologia descrito por Myers et al. (2004). O consumo de MS do concentrado (CMC) individual foi estimado usando a seguinte equação:

$$\text{CMC} = ([\text{g. TiO}_2/\text{g. fezes}] \times \text{excreção fecal}) / [\text{g. TiO}_2/\text{g suplemento}]$$

O consumo de forragem foi estimado com base nos dados de produção fecal utilizando a FDN indigestível (FDNi) como marcador interno. Para estimação do teor de FDNi nas fezes, nas amostras de pasto, obtidas via simulação manual do pastejo, e nos suplementos foi realizada incubação *in situ* por 288 horas como sugerido por

Valente et al. (2011). O consumo de MS de forragem (CMSF) foi calculado utilizando a equação:

$$\text{CMSF} = (\text{EF} \times [\text{MiF}] - \text{CMSS} \times [\text{MiS}]) / [\text{MiFo}]$$

onde: CMSF = consumo de MS de forragem, EF = excreção fecal, CMSS = consumo de MS de suplemento, [MiF], [MiS] e [MiFo] são as concentrações do marcador interno nas fezes, suplemento e na forragem, respectivamente. O consumo de MS total foi obtido pela soma do consumo de forragem (CMSf) e concentrado (CMC).

Estimativa de consumo na terminação em confinamento

O consumo dos animais terminados em sistema de confinamento foi mensurado diariamente pela diferença entre o fornecido e as sobras de cada animal, sendo a dieta fornecida em cochos individuais. Semanalmente, amostrou-se a sobra e o fornecido de cada animal, realizando uma amostra composta ao final do período experimental. As amostras foram secas em estufa a 55°C por 72 horas e, posteriormente moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha com crivo de 1 mm.

Ao final de cada período experimental, do 24° ao 26° dia, foi coletado fezes dos animais imediatamente após a defecação para determinação da digestibilidade. As amostras foram coletadas em horários alternados, 16:00 e 11:00, 15:00 e 09:00 e 14:00 e 07:00 h no primeiro, segundo e terceiro dias de coleta, respectivamente.

Foi elaborada uma amostra composta das fezes com base no peso seco ao ar, através das amostras coletadas ao longo dos dias e horários de coleta, identificadas e posteriormente analisadas quanto aos teores de FDNi (VALENTE et al., 2011), para determinação da excreção fecal via marcador interno (COCHRAN et al., 1986), e demais análises bromatológicas.

Abate dos animais

Após 125 dias de alimentação (adaptação e período experimental, 14 e 111 dias respectivamente) no pasto, 123 dias de alimentação (adaptação e período experimental, 14 e 109 dias respectivamente) no confinamento, todos os animais

foram abatidos em frigorífico comercial, sendo realizado jejum de sólidos e líquidos por aproximadamente 14 horas.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças, que foram pesadas para se obter o peso de carcaça quente (PCQ) e em seguida, refrigeradas em câmara fria a 0°C por 24 horas. Após o resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas para se obter o peso de carcaça fria (PCF). Após a pesagem, foi retirada uma amostra na carcaça esquerda entre a 12ª e 13ª costelas, para mensurações da espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo.

Análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, considerando o PC inicial dos animais como bloco, em arranjo fatorial 2x2x3, sendo dois planos nutricionais na recria, dois sistemas de terminação e três grupos genéticos (Nelore, ½Angus e ½Senepol), sendo utilizados dez animais por tratamento, onde tratamento e bloco foi considerado como efeito fixo e os piquetes e baias como efeito aleatório. O piquete foi considerado como unidade experimental, na terminação em pasto, e baia no confinamento. Foram testadas as pressuposições para análise de variância (ANOVA): normalidade dos erros e homocedasticidade, utilizando os procedimentos PROC UNIVARIATE do software SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, North Carolina, 2008). As médias geradas foram comparadas com o teste de Tukey usando a opção PDIFF no comando LSMEANS, quando significativas. O nível de significância utilizado para avaliar as diferenças entre as médias foi $\alpha = 0,05$.

4.3. RESULTADOS

Houve interação entre plano nutricional (PN) x grupo genético (GG) x sistema de terminação (ST) em relação ao consumo de MS de forragem (CMSf) e FDNcp (Tabela 3). Independentemente do PN na recria, os três GG terminados no confinamento apresentaram menor consumo de forragem e de FDNcp ($P < 0,05$). Dentre os animais terminados em pasto, Nelore mineral e ½Angus concentrado na fase de recria apresentaram menor CMSf ($P < 0,05$), quando comparados ao ½Angus e ½Senepol mineral e Nelore e ½Senepol concentrado.

Foi observado menor CMST na terminação em pasto nos GG Nelore provenientes do mineral e $\frac{1}{2}$ Angus provenientes do concentrado ($P < 0,05$).

Não houve interação entre PN*GG*S em relação ao consumo (Tabela 3) e digestibilidade (Tabela 4) da MS, MO, PB, EE, CNF e consumo de EM ($P > 0,05$).

Houve interação entre GG*S para consumo de MS (%PC), MSC, EE e CNF. Nelore confinados apresentaram menor consumo de MS (%PC), os demais GG nos dois sistemas de terminação ($P < 0,05$). Cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol terminados em pasto apresentaram menor consumo de MSS e EE que animais Nelore e $\frac{1}{2}$ Angus e que os três GG confinados ($P < 0,05$). Entretanto, cruzados $\frac{1}{2}$ Angus confinados apresentaram maior consumo de EE que animais Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol e que os três GG terminados em pasto ($P < 0,05$). Animais Nelore e cruzados $\frac{1}{2}$ Angus terminados em pasto apresentaram o maior consumo de CNF ($P < 0,05$).

Animais terminados em confinamento apresentaram menor consumo MS, MO, PB e maior consumo de EM ($P < 0,05$) que animais em pasto.

Os animais do GG $\frac{1}{2}$ Angus apresentaram maior consumo de MS, MO e PB em relação aos animais Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$). Contudo, animais do GG $\frac{1}{2}$ Angus e Nelore apresentaram maior consumo de EM que animais $\frac{1}{2}$ Senepol ($P > 0,05$).

Tabela 3. Consumo de nutrientes de tourinhos de diferentes grupos genéticos terminados em pasto ou confinamento, submetidos a dois planos nutricionais na fase de recria em pastagem de capim Xaraés na estação chuvosa.

Item	Terminação Pasto						Terminação Confinamento						EPM	**P - Valor			
	Recria Mineral			Recria Suplemento			Recria Mineral			Recria Suplemento				GG	ST	GG*ST	PN*GG*ST
	Nel	½Ang	½Sen	Nel	½Ang	½Sen	Nel	½Ang	½Sen	Nel	½Ang	½Sen					
Consumo, kg/d																	
MS	11,33	13,25	10,79	12,48	12,15	11,49	8,52	10,03	9,49	8,43	9,93	8,69	0,591	0,001	0,001	0,111	0,102
MS (%PC)	2,55	2,66	2,60	2,61	2,57	2,63	1,94	2,18	2,40	1,91	2,15	2,10	0,092	0,004	0,001	0,030	0,181
MSC	6,99	7,10	5,31	6,95	7,13	5,94	6,38	7,52	7,11	6,30	7,45	6,52	0,450	0,001	0,084	0,002	0,364
MSF	4,35 ^b	6,13 ^a	5,52 ^a	5,58 ^a	4,93 ^b	5,53 ^a	2,14 ^c	2,51 ^c	2,37 ^c	2,13 ^c	2,48 ^c	2,17 ^c	0,152	0,001	0,001	0,120	0,001
MO	10,41	12,10	9,95	11,54	11,13	10,47	7,75	9,12	8,63	7,78	9,04	7,92	0,534	0,001	0,001	0,124	0,098
PB	1,60	1,79	1,55	1,77	1,67	1,56	1,37	1,61	1,52	1,32	1,59	1,40	0,096	0,004	0,001	0,058	0,337
EE	0,56	0,60	0,48	0,58	0,59	0,52	0,57	0,67	0,63	0,56	0,66	0,59	0,034	0,001	0,003	0,025	0,400
FDNcp	4,29 ^b	5,34 ^a	4,51 ^b	5,01 ^{ab}	4,67 ^{ab}	4,71 ^{ab}	2,73 ^c	3,21 ^c	3,03 ^c	2,71 ^c	3,18 ^c	2,78 ^c	0,178	0,001	0,001	0,581	0,004
CNF	3,92	4,36	3,42	4,11	4,13	3,74	3,08	3,63	3,43	3,01	3,59	3,15	0,210	0,001	0,001	0,025	0,218
EM (MJ/kg MS)	11,73	10,92	10,45	11,11	11,05	10,51	11,30	11,31	11,10	11,54	11,45	11,33	0,220	0,002	0,005	0,059	0,388

* letras minúsculas diferentes na linha se diferem ($P < 0,05$) pelo teste de tukey, para interação entre PN*GG*S.

** Não houve efeito de PN ($P < 0,05$). Não houve interação entre PN*S ($P < 0,05$). Houve interação entre PN*GG somente para consumo MSF ($P=0,001$) e FDNcp ($P=0,005$).

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; S = sistema terminação; PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético; GG*S = Interação entre grupo genético e sistema; PN*GG*S = Interação entre sistema terminação, plano nutricional e grupo genético; MS = Matéria seca; PC = Peso corporal; MSC = Consumo concentrado; MSF = Consumo de forragem; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; EE = Extrato etéreo; CNF = Carboidrato não fibroso; EM = Energia metabolizável.

Houve interação entre GG*S para digestibilidade MS, MO, PB e EE. Animais Nelore terminados em pasto apresentaram maior digestibilidade da MS e MO que animais ½Senepol em pasto e demais GG nos dois sistemas de terminação ($P < 0,05$). Animais Nelore, terminados em pasto, apresentaram maior digestibilidade da PB que animais ½Senepol e ½Angus confinados ($P < 0,05$). Entretanto, animais Nelore e ½Angus terminados em pasto apresentaram maior digestibilidade do EE que ½Senepol e menor digestibilidade que os três GG confinados ($P < 0,05$).

Animais terminados no confinamento apresentaram maior digestibilidade de CNF e menor digestibilidade FDNcp que animais terminados em pasto ($P < 0,05$).

Os animais do GG Nelore apresentaram maior digestibilidade de CNF e FDNcp que animais do GG ½Senepol ($P < 0,05$).

Tabela 4. Digestibilidade de nutrientes de tourinhos de diferentes grupos genéticos terminados em pasto ou confinamento, submetidos a dois planos nutricionais na fase de recria em pastagem de capim Xaraés na estação chuvosa.

Item	Terminação Pasto						Terminação Confinamento						EPM	*P-Valor		
	Recria Mineral			Recria Suplemento			Recria Mineral			Recria Suplemento				GG	ST	GG*ST
	Nel	½Ang	½Sen	Nel	½Ang	½Sen	Nel	½Ang	½Sen	Nel	½Ang	½Sen				
Digestibilidade, % MS																
MS	74,6	74,7	71,5	73,5	73,3	71,6	71,6	71,5	72,2	72,4	71,8	72,6	1,37	0,008	0,003	0,009
MO	77,7	77,3	73,8	76,9	76,5	74,4	74,0	74,8	74,6	75,9	74,3	75,1	1,20	0,031	0,025	0,003
PB	75,0	74,4	70,5	75,1	72,5	74,8	72,1	73,1	74,5	74,9	72,2	73,3	1,98	0,287	0,359	0,038
EE	83,7	80,3	73,0	81,3	79,8	75,3	84,4	85,0	84,8	85,5	84,6	85,1	1,22	0,001	0,001	0,001
FDNcp	69,7	65,3	64,0	69,1	67,5	61,7	58,5	59,3	58,2	62,7	61,1	60,0	2,14	0,041	0,001	0,209
CNF	79,7	74,9	74,1	74,2	74,0	73,4	83,6	81,8	79,8	81,5	83,1	80,7	1,81	0,027	0,001	0,314

* Não houve efeito de PN ($P < 0,05$). Não houve interação entre PN*S ($P < 0,05$). Não houve interação entre PN*GG ($P < 0,05$). Não houve interação entre PN*GG*S ($P < 0,05$).

EPM = Erro padrão da média; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; S = sistema terminação; GG*S = Interação entre grupo genético e sistema; MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; CNF = Carboidrato não fibroso.

Houve interação entre GG*S para GMD, EA e AOL. Cruzados $\frac{1}{2}$ Angus confinados apresentaram maior GMD que $\frac{1}{2}$ Angus em pasto e demais GG nos dois sistemas de terminação ($P < 0,05$). Seguidos dos cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol confinados que apresentaram maior GMD que $\frac{1}{2}$ Senepol e $\frac{1}{2}$ Angus em pasto e que Nelore nos dois sistemas de terminação ($P < 0,05$). Animais $\frac{1}{2}$ Angus confinados apresentaram maior EA que animais Nelore confinados e que os três GG terminados em pasto ($P < 0,05$). Entretanto, animais $\frac{1}{2}$ Angus terminados em pasto apresentaram maior AOL que animais Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol em pasto e $\frac{1}{2}$ Senepol confinados ($P < 0,05$).

Houve interação entre PN*GG no PVI, PCI e EAc. Animais $\frac{1}{2}$ Senepol advindos da recria suplementados com mineral apresentaram menor PVI e PCI que animais Nelore e $\frac{1}{2}$ Angus advindos dos dois PN na recria ($P < 0,05$). Entretanto, animais Nelore advindos da recria suplementados com concentrado apresentaram menor EAc que animais $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol advindos dos dois PN na recria ($P < 0,05$).

Não houve interação entre PN*GG*S para GMDc ($P > 0,05$). Os animais advindos da recria suplementados com mineral apresentaram maior GMDc em relação aos animais advindos da recria suplementados com concentrado ($P < 0,05$). Menor GMDc foi observado em animais do GG Nelore em relação ao GG $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$). Animais confinados apresentaram maior GMDc em relação aos animais terminados em pasto ($P < 0,05$).

Os animais $\frac{1}{2}$ Senepol apresentaram menor PCF e RC em relação aos $\frac{1}{2}$ Angus e Nelore ($P < 0,05$). Animais confinados apresentaram maior PCF e RC em relação aos animais terminados em pasto ($P < 0,05$).

Animais confinados apresentaram maior EG que animais terminados a pasto ($P < 0,05$). Maior EG foi observada em animais da raça $\frac{1}{2}$ Angus, quando comparados a Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol ($P < 0,05$).

Tabela 5. Características produtivas de tourinhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento ou pasto, submetidos a dois planos nutricionais na fase de recria em pastagem de capim Xaraés na estação chuvosa.

Item	Terminação Pasto						Terminação Confinamento						EPM	*P-Valor				
	Recria Mineral			Recria Suplemento			Recria Mineral			Recria Suplemento				PN	GG	ST	PN*GG	GG*ST
	Nel	½Ang	½Sen	Nel	½Ang	½Sen	Nel	½Ang	½Sen	Nel	½Ang	½Sen						
PVI kg	363	367	276	380	377	330	364	362	292	376	371	331	21,7	0,001	0,001	0,889	0,011	0,528
PVF kg	496	499	422	508	510	465	523	557	473	516	561	498	27,9	0,043	0,001	0,001	0,156	0,113
GMD kg	1,20	1,19	1,30	1,12	1,23	1,21	1,46	1,78	1,66	1,31	1,74	1,53	0,90	0,081	0,001	0,001	0,472	0,011
PCI kg	186	185	128	206	194	164	186	184	139	203	189	165	13,2	0,001	0,001	0,926	0,016	0,546
PCF kg	288	289	239	297	301	257	302	316	273	297	311	280	18,5	0,165	0,001	0,001	0,541	0,119
RC %	57,8	56,8	55,7	57,6	55,5	55,2	58,1	57,9	56,8	58,9	58,7	56,1	0,74	0,651	0,001	0,015	0,647	0,094
GMDc kg	0,92	0,94	0,99	0,82	0,97	0,84	1,06	1,21	1,23	0,86	1,13	1,06	0,64	0,001	0,001	0,001	0,081	0,110
EA	0,11	0,09	0,12	0,09	0,10	0,11	0,17	0,19	0,18	0,15	0,17	0,17	0,06	0,019	0,005	0,001	0,168	0,027
EAc	0,08	0,07	0,09	0,06	0,08	0,07	0,12	0,12	0,13	0,10	0,11	0,12	0,04	0,001	0,004	0,001	0,008	0,782
EB	185	211	163	228	188	205	121	124	116	147	132	123	4,56	0,004	0,003	0,001	0,005	0,091
AOL cm ²	77,2	83,4	71,9	77,1	87,9	73,4	82,3	86,1	80,6	80,1	79,6	78,9	8,55	0,651	0,001	0,096	0,957	0,044
EG mm	3,75	2,51	2,84	2,95	3,61	2,91	6,98	7,81	6,47	6,69	8,52	5,31	0,66	0,881	0,041	0,001	0,222	0,078

* Não houve interação entre PN*GG*S (P < 0,05). Não houve interação entre PN*S (P < 0,05).

EPM = Erro padrão da média; S = sistema terminação; PN = Plano Nutricional; GG = Grupo genético; PN*GG = Interação entre plano nutricional e grupo genético; S*PN*GG = Interação entre sistema terminação, plano nutricional e grupo genético; PVI = Peso vivo inicial; PVF = Peso vivo final; PCI = Peso corporal inicial; PCF = Peso corporal final; RC = Rendimento de carcaça quente; GMD = Ganho médio diário; GMDc = Ganho de carcaça diário; EA = Eficiência alimentar (GMD/CMS); EAc = Eficiência alimentar carcaça (GMDc/CMS); EB = Eficiência biológica (kg MS/@ produzida); AOL = Área de olho de lombo; EG = espessura de gordura.

4.4. DISCUSSÃO

Animais advindos da recria recebendo suplementação concentrada entraram com maior peso inicial na terminação, o que remete a uma taxa de crescimento mais lenta nessa fase (LANCASTER et al., 2014), o que explica o menor GMDc desses animais em relação aos animais advindos da recria recebendo suplementação mineral. Menor GMDc na terminação em pasto ou confinamento também foi relatado por Moretti (2015) para animais que entraram mais pesados em função do planejamento nutricional durante a fase de recria.

Os animais advindos da recria recebendo suplementação concentrada apresentaram maior EG, o que reflete aumento de deposição de tecido adiposo. De acordo com Owens et al. (1995), se o animal passa a depositar gordura antecipadamente, o peso a maturidade pode ser afetado, o que afeta a exigência para ganho, e consequentemente a taxa de crescimento do animal. Outro fator que pode implicar em taxa de crescimento mais lenta, é o desenvolvimento precoce muscular do animal (BERG e BUTTERFIELD, 1976). Assim, os animais advindos da recria recebendo suplementação concentrada, por entrarem mais pesados na terminação, à medida que tiveram aumento do peso dos músculos da carcaça apresentaram menor velocidade de crescimento (BERG e BUTTERFIELD, 1976).

Considerando a influencia do manejo alimentar sobre as mudanças na composição corporal de bovinos (FOX et al., 1972), ressalta-se o efeito positivo da terminação em confinamento, que proporcionou maiores incrementos no ganho de peso e ganho em carcaça dos animais, em relação a terminação em pasto. Destacando que os animais terminados em pasto apresentaram maior consumo de MS e MS_f, que pode aumentar o tamanho de órgãos, trato gastrointestinal principalmente, aumentando a exigência de manutenção (NRC, 2000) e reduzindo a deposição de carcaça (PESONEN et al., 2014).

Nessa ótica, o maior consumo de MS e FDN_{cp} dos animais terminados em pasto, é notório o efeito do planejamento alimentar, visto que o uso de maiores proporções de concentrado pode resultar em menor participação de conteúdo ruminal em relação ao peso corporal, aumentando o rendimento de carcaça (maior nos animais confinados), e o contrário poderá ser observado em dietas com alta participação de tecidos fibrosos (PESONEN et al., 2014). Isso pode explicar em

partes a diferença na composição corporal e nas alterações no GMDc entre os sistemas de terminação.

Entretanto, a terminação dos animais em pasto com elevado nível de consumo de concentrado, atendeu a alta demanda por nutrientes dos animais para deposição de carcaça (SIQUEIRA et al., 2013), e associado a ingestão de energia bruta oriunda da forragem, pode ter alterado a eficiência energética (MJ/kg de ganho) em comparação com a terminação em confinamento (BARBERO et al., 2017), proporcionando elevado ganho em carcaça. Os animais do atual estudo terminados em pasto apresentaram ganhos de peso e de carcaça acima aos encontrados por Moretti (2015), 0,96 kg/dia e 0,73 kg/dia, e Koscheck (2016), 0,73 kg/dia e 0,54 kg/dia, GMD e GMDc respectivamente.

Associado ao elevado consumo de concentrado, o maior consumo de CNF dos animais terminados em pasto, proporcionou aporte de energia para crescimento de microrganismos ruminais (RUSSELL et al., 1992), o que pode ter maximizado a eficiência microbiana, cujo qual, é maior em função do total de carboidratos digeridos no rúmen. Russell et al. (1992), a partir dos requisitos de manutenção dos microrganismos e das respectivas taxas de crescimento, calcularam o máximo rendimento teórico dos microrganismos como de 0,4 g de massa microbiana/g carboidrato fermentado, favorecendo maior aporte de proteína microbiana para o animal. Considerando que a proteína microbiana pode suprir de 50 a 100% da proteína metabolizável exigida para bovinos de corte, apresentando em torno de 80% de digestibilidade intestinal e perfil aminoacídico compatível com o necessário para a deposição de músculo (NRC, 2000), isso pode ter contribuído para a deposição de carcaça dos animais terminados em pasto.

Segundo Moretti (2015), vantagens da terminação em pasto em relação ao confinamento, remete ao uso do pasto como fonte de fibra, e aumento do ganho em carcaça explorando o consumo de pasto. No atual estudo, o consumo de pasto (5,34 kg/dia) foi maior que no reportado por Koscheck (2016) 2,12 kg/dia, o que proporcionou maior aporte de nutriente para ganho de peso e carcaça. Entretanto, Barbero et al. (2017) trabalhando com animais Nelore terminados em pasto observou CMS de pasto de 5,63 kg/dia, que é semelhante ao do atual estudo (4,96 kg/dia). No entanto, os animais Nelore apresentaram maior ganho médio diário e

peso de carcaça que o reportado por Barbero et al. (2017), ganho esse que está relacionando ao maior CMS total dos animais e ao maior consumo de concentrado.

Os valores de AOL ($77,15 \text{ cm}^2$) dos animais Nelore terminados em pasto foram maiores que o reportado por Moretti (2015). No entanto, os valores de EG do atual estudo (3,35 mm) estão semelhantes ao reportado por Moretti (2015), assim a maior AOL dos animais do atual estudo está associada ao maior ganho em carcaça e consumo de proteína. Ressaltando que os animais do atual estudo apresentavam idade semelhante no momento do abate, onde, a época e o período de terminação foram semelhantes ao reportado por Moretti (2015).

O GMD dos animais confinados, cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol e $\frac{1}{2}$ Angus, está acima dos encontrados por Goulart et al. (2008) para animais cruzados $\frac{1}{2}$ Canchim e $\frac{1}{2}$ Simental (1,51 kg/dia), sendo que a dieta e a idade dos animais entre os estudos foram semelhantes. Entretanto Goulart et al. (2008), trabalhando com animais $\frac{1}{2}$ Angus (CMS 12,7 kg/dia) e Battistelli et al. (2013), com animais $\frac{1}{2}$ Senepol e $\frac{1}{2}$ Angus (CMS 12,1 e 12,4 kg/dia, respectivamente) sendo dietas semelhantes, observaram ganhos de peso próximos aos animais do atual estudo. De modo geral, o cruzamento entre animais de raças *Bos taurus* e *Bos indicus* resulta em animais com maior ganho de peso em função do maior consumo de MO quando terminados com dieta de elevado teor energético (LOPES et al., 2012).

O GMD (1,38 kg/dia) dos animais Nelore confinados estão de acordo com os valores reportados por Vittori et al. (2007) e Battistelli et al. (2013) para dietas contendo relação V:C próxima de 25:75, 15% PB e 71% NDT, e acima dos valores encontrados por Moretti (2015). O GMDc (0,91 kg/dia) dos animais Nelore confinados são maiores que os reportados por Moretti (2015), 0,75 kg/dia. Essa diferença no GMD e GMDc observado no atual estudo pode ser explicado pelo maior consumo de MO, PB e EM dos animais, que favoreceu maior aporte de nutrientes para deposição de carcaça. Segundo o NRC (1996), maiores taxas de ganho de peso implicam maiores exigências de energia para crescimento, que no atual estudo, foram supridas pelo maior consumo observado.

O sistema de terminação em confinamento proporcionou melhor acabamento de carcaça dos animais em relação à terminação em pasto, sendo que os animais $\frac{1}{2}$ Angus apresentaram maior EG. O melhor acabamento de carcaça pode estar

relacionado com maior ganho médio diário desses animais, que consequentemente atingiram a maturidade fisiológica antes dos animais terminados em pasto (SAMPAIO et al., 2017), alterando assim a deposição de tecidos na carcaça com maior deposição de gordura com aumento da demanda energética (OWENS et al., 1995), o que justifica o maior consumo de energia dos animais terminados em confinamento. A maior EG observada em animais da raça $\frac{1}{2}$ Angus é semelhante a observada por Bulle et al. (2002) e Goulart et al. (2008), evidenciando que o uso de animais de cruzamentos entre raças taurinas e zebuínas favorece a deposição de gordura em comparação ao uso de raças puras zebuínas.

Melhor conversão alimentar e eficiência alimentar para animais oriundos de cruzamentos entre *Bos taurus* e *Bos indicus* foram relatados por Euclides Filho et al. (2003), onde animais $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Simental apresentam eficiência alimentar de 0,18, que esta próximo aos resultados encontrados no presente estudo para os animais $\frac{1}{2}$ Senepol e $\frac{1}{2}$ Angus terminados em confinamento. Entretanto, a maior ingestão de forragem dos animais terminados em pasto diminuiu a EA, mas sem limitar o ganho de peso e carcaça. Isso ocorre devido a menor proporção entre concentrado (relação V:C 45:55) e energia na dieta (EM 10,9), consequentemente reduz a produção e a necessidade de insulina, a qual reduzida na circulação reduz a síntese lipídica, alterando a deposição de tecido, com maior deposição de tecido muscular (KEOGH et al. 2015), os quais são mais sensíveis a captura de glicose e subsequente utilização para o crescimento animal.

O menor desempenho apresentado pelos animais $\frac{1}{2}$ Senepol terminados em pasto, pode estar associado a menor ingestão de energia via concentrado, que tende a limitar o desempenho (SAMPAIO et al., 2017) e alterar a curva de crescimento (MEYER et al., 1965). Entretanto, animais terminados a pasto tem maior proporção de músculo e menor proporção de gordura do que animais terminados em confinamento, visto que no atual estudo a EG subcutânea de animais confinados foi 55,4% maior que dos animais terminados em pasto.

Considerando que a deposição de gordura na carcaça pode ser herdável, o conteúdo total de gordura pode diferir significativamente entre raças (ITOH et al., 1999), fato esse observado no presente estudo em relação aos animais $\frac{1}{2}$ Angus terminados em confinamento, evidenciando que o total de conteúdo de gordura na

carcaça reflete não somente o regime de alimentação, mas também a variabilidade genética entre raças de bovinos (BIANCHINI et al., 2007). Dessa forma faz-se necessário reconhecer que estes diversos tipos biológicos apresentam grandes variações quanto ao modelo de desenvolvimento ou à velocidade de formação dos tecidos e dos órgãos.

As variações observadas entre GMD, EA, AOL e EG nos animais $\frac{1}{2}$ Angus em relação aos demais animais, podem estar ligadas a diferenças no tamanho corporal adulto, à produção hormonal dos diferentes grupos genéticos, taxas de deposição dos constituintes químicos corporais e exigências líquidas para ganho (PAULINO et al., 2007; GOULART et al., 2008). O fato dos animais $\frac{1}{2}$ Angus apresentarem maior AOL, pode estar associado aos hormônios reguladores de crescimento (PAGANO et al., 2001). Com base na maior EA dos animais $\frac{1}{2}$ Angus terminados em confinamento em relação aos Nelore e a maior EAc dos animais $\frac{1}{2}$ Senepol, indica que a eficiência alimentar pode ser considerada como um importante fator para identificar raças mais eficientes, considerando as diferenças ligadas ao crescimento e deposição de tecidos na carcaça (LANCASTER et al., 2008).

4.5. CONCLUSÃO

O planejamento nutricional na fase de recria com suplementação concentrada proporciona taxa de ganho de peso e ganho em carcaça de forma mais lenta em comparação com animais suplementados com mineral, na fase de terminação. Cruzados $\frac{1}{2}$ Senepol apresenta ganho de peso em carcaça mais eficiente que cruzados $\frac{1}{2}$ Angus e Nelore. Entretanto, cruzados $\frac{1}{2}$ Angus apresentam características de carcaça (AOL e EG) maiores que os demais grupos genéticos. Animais terminados em confinamento tem maior ganho de peso corporal e carcaça, com maior deposição de gordura subcutânea na carcaça.

4.6. REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1995.

BARBERO, R.P., MALHEIROS, E.B., NAVE, R.L.G., MULLINIKS, J.T., DELVATTI, L.M., KOSCHECK, J.F.W., ROMANZINI, E.P., FERRARI, A.C., RENESTO, D.M., BERCHIELLI, T.T., RUGGIERI, A.C., REIS, R.A. Influence of post-weaning management system during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production. **Agricultural Systems**, v. 153, p. 23-31, 2017.

BARTHAM, G.T. Experimental techniques: The HFRO sward stick In: **The hill farming research organization biennial report**. Hill Farming Res. *Organ.*, Penicuik, UK. p.29-30, 1985.

BATTISTELLI, J. V. F.; TORRES-JUNIOR, R. A. A.; MENEZES, G. R. O.; REGGIORI, M. R.; SOUZA-JUNIOR, M. D.; SILVA, L. O. C. Alternativas de cruzamento utilizando raças taurinas adaptadas ou não sobre matrizes Nelores para a produção de novilhos precoce - fase de cria e recia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 10., Uberaba, 2013. **Anais...** Uberaba: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, ago. p. 10-23, 2013.

BIANCHINI, W., SILVEIRA, A.C., JORGE, A.M., ARRIGONI, M.B., MARTINS, C.L., RODRIGUES, E., HADLICH, J.C., ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.

BERG, R.T. and BUTTERFIELD, R.M. **Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno**. Zaragoza: Acribia, 297p, 1979.

BERG, R.T. and BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sidney University, 240p, 1976.

BR-CORTE. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados**, 2ed. Viçosa: UFV/ DZO. 193p, 2010.

BULLE, M.L.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R. Exigência líquidas de energia e proteína de tourinhos de dois grupos genéticos alimentados com dietas de alto teor de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, (supl 2), p. 436-443, 2002.

BUMPUS, E.K. **Influence of acetogenic versus propiogenic supplements on adipose tissue accretion in stocker steers grazing ryegrass pasture**. M.S. Thesis, Texas A&M University, College Station, 2006.

CASAGRANDE, D.R., AZENHA, M.V., VIEIRA, B.R., RESENDE, F.D., FARIA, M.H., BERCHIELLI, T.T., RUGGIERI, A.C., REIS, R.A. Performance and carcass quality of feedlot- or pasture-finished Nellore heifers according to feeding managements in the postweaning phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n.12, p. 899-908, 2013.

COCHRAN, R.C., ADAMS, D.C., WALLACE, J.D., GALYEAN, M.L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v. 63, 1476-1483, 1986.

DESMET, S., RAES, K., and DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: A review. **Animal Research**, v. 53, p. 81-98, 2004.

EUCLIDES FILHO, K., FIGUEIREDO, G.R., EUCLIDES, V.P.B., CAMPOS, L.O.C., ROCCO, V., BARBOSA, R.A., JUNQUEIRA, C.E. Desempenho de Diferentes Grupos Genéticos de Bovinos de Corte em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1114-1122, 2003.

FOX, D.G., JOHNSON, R.R., PRESTON, R.L., DOCKERTY, T.R., KLOSTERMAN, E.W. Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 34, p. 310-318, 1972.

GOULART, R.S., ALENCAR, M.M., POTT, E.B., CRUZ, G.M., TULLIO, R.R., ALLEONI, G.F., LANNA, D.P.D. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia de bovinos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 926-935, 2008.

HALL, M.B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. University of Florida, **Bulletin 339**, April, 2000.

ITOH, M., JOHNSON, C.B., COSGROVE, G.P., MUIR, P.D., PRCHAS, R. Intramuscular fatty acid composition of neutral and polar lipids for heavy-weight Angus and Simmental steers finished on pasture or grain. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 79, n. 6, p. 821-827, 1999.

JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: L.T. Manejte. **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Commonwealth Agricultural Bureaux, Aberystwyth, UK, p. 96-102, 1978.

KEOGH, K., WATERS, S.M., KELLY, A.K. and KENNY, D.A. Feed restriction and subsequent realimentation in Holstein Friesian bulls: I. Effect on animal performance; muscle, fat, and linear body measurements; and slaughter characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 3578-3589, 2015.

KOSCHECK, J.F.W. **Intensificação do manejo do pasto e uso da suplementação nos parâmetros produtivos na recria e terminação de bovinos de corte**. 122 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2017.

LANCASTER, P.A., CARSTENS, G.E., RIBEIRO, F.R.B., DAVIS, M.E., LYONS, J.G., WELSH JUNIOR, T. H. Effects of divergent selection for serum insulinlike growth factor-I concentration on performance, feed efficiency, and ultrasound measures of carcass composition traits in Angus bulls and heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 11, p. 2862-2871, 2008.

LANCASTER, P.A., SHARMAN, E.D., HORN, G.W., KREHBIEL, C.R., STARKEY, J.D. Effect of rate of weight gain of steers during the stocker phase. III. Gene expression of adipose tissues and skeletal muscle in growing–finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 1462-1472, 2014.

LOPES, L.S., LADEIRA, M.M., NETO, O.R.M., PAULINO, P.V.R., CHIZZOTTI, M.L., RAMOS, E.M., OLIVEIRA, D.M. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 970-977, 2012.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: a collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p. 1217-1240, 2002.

MORETTI, M.H. 2015. **Estratégias alimentares para a recria e terminação de tourinhos nelore**. 107f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

MYERS, W.D., LUDDEN, P.A., NAYIGIHUGU, V., HESS, B.W. Technical note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples fortitanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 179-183, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington (DC): National Academy Press, 7th rev. edn., 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.

OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3152-3172, 1995.

PAGANO, G.T.; LAZZARONI, C.; PAGANO, P.G., GALEAZZI, D., BIAGINI, D. A study on muscular hypertrophy in cattle: serum concentrations of IGF-I, cortisol, insulin and testosterone. **Livestock Production Science**, v. 70, n. 3, p. 235-239, 2001.

PAULINO, P.V.R., LAGE, J.F., OLIVEIRA, I.M., MONNERAT, J.P.I.S. Aspectos fisiológicos sobre o crescimento de bovinos de corte. In: Simpósio de Pecuária de Corte. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007.

PESONEN, M., TOKOLA, E.J. HUUSKONEN, A. Effect of concentrate proportion and protein supplementation on performance of growing and finishing crossbred bulls feed a whole-crop barley silage-based diet. **Animal Production Science**, v. 54, p.1399-1404, 2014.

RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G. VAN SOEST, P.J., SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science** , v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SAMPAIO, R.L., RESENDE, F.D., REIS, R.A., OLIVEIRA, I.M., CUSTÓDIO, L., FERNANDES, R.M., PAZDIORA, R.D., SIQUEIRA, G.R. The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. **Tropical Animal Health Production**, v. 49, p. 1015-1024, 2017.

SAS Institute, 2008. SAS/STAT 9.2 User's Guide. SAS Institute, Cary, NC.

SHARMAN, E.D., LANCASTER, P.A., KREHBIEL, C.R., HILTON, G.G., STEIN, D.R., DESILVA, U., HORN, G.W. Effects of starch- vs. Fiber based energy supplements during winter grazing on partitioning of fat among depots and adipose tissue gene expression in growing cattle and final carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 91(5), p. 2264-2277, 2013.

TITGEMEYER, E.C., ARMENDARIZ, C.K., BINDEL, D.J., GREENWOOD, R.H., LOEST, C.A. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 1059-1063, 2001.

VALENTE, T.N.P., DETMANN, E., QUEIROZ, A.C., VALADARES FILHO, S.C., GOMES, D.I., FIGUEIRAS, J.F. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2565-2573, 2011.

WILLIAMS, C.H., DAVID, D.J., LISMAA, O. Determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v. 59, p. 381-385, 1962.