



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

ANDRÉ TELES DE SOUZA

**NOVILHAS TERMINADAS A PASTO SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES
FONTES ENERGÉTICAS**

**ARAGUAÍNA-TO
2019**

ANDRÉ TELES DE SOUZA

**NOVILHAS TERMINADAS A PASTO SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES
FONTES ENERGÉTICAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Zootecnia

Orientadora: Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto
Co-orientador: Dr. José Neuman Miranda Neiva

ARAGUAÍNA-TO
2019

ANDRÉ TELES DE SOUZA

NOVILHAS TERMINADAS A PASTO SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES
FONTES ENERGÉTICAS

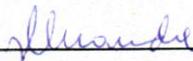
Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal Tropical em 26/11/2019 foi avaliada
para obtenção do título de Doutor em 26/11/2019 e
aprovada em sua forma final pelo orientador e pela
Banca examinadora

Aprovada em 26/11/2019

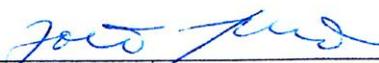
Banca Examinadora:



Prof. Dra. Fabricia Rocha Chaves Miotto – Orientadora. UFT



Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, UFT



Prof. Dr. João Restle – Examinador. UFG



Prof. Dra. Vera Lúcia de Araújo Bózorg – Examinadora. UFT



Prof. Dra. Kaliandra Souza Alves – Examinadora. UFRA

Dedico este trabalho primeiramente a DEUS por
tanta misericórdia e proteção

Aos meus pais, irmãos e as pessoas que sempre
torceram e torcem pelo meu sucesso profissional.

AGRADECIMENTOS

A **DEUS** por ter me provido saúde, força e sabedoria para lidar com as situações adversas e superá-las ao longo desses quase quatro anos e, durante toda minha vida acadêmica.

Aos meus pais, **João Teles de Souza e Maria dos Santos Souza**, pelo amor, carinho, cuidado e suporte necessário para a conclusão deste curso. E aqui deixo uma palavra e uma promessa de gratidão eterna. Obrigado por vocês serem exemplo de vida, por me ensinar todos os valores éticos e morais que contribuíram para formação do meu caráter pessoal. Saiba que tenho imenso orgulho e privilégio de ser filho de vocês e, por compartilhar essa vida com os senhores. Sou orgulhoso pelo grande homem e mulher que são. Pelo pai e mãe e, agora avô e avó. Percebo que sempre houve da parte do senhor, PAI, uma dúvida se eu reconhecia o quanto o senhor me ajudava. A resposta é que eu nunca tive dúvida disso. O senhor me ajudou muito em meus estudos, desde as séries primárias até hoje no término do meu Doutorado. Sei que os senhores não me deram tudo do bom e do melhor na vida, mas tenho certeza que me deram tudo do melhor que poderiam. Nos momentos mais difíceis durante essa trajetória sempre lembrava o quanto os senhores tiveram que trabalhar na roça para nós sustentar e conseguir manter eu e meus irmãos estudando na cidade. Época que vejo como difícil e desafiadora, mas que os senhores venceram com maestria e puderam proporcionar o suficiente para cada filho buscar o melhor na vida. Lembranças como essas que sempre me deram força e determinação para que eu buscasse e alcançasse grandes objetivos como esse. Amo vocês eternamente!!!

Aos meus irmãos por torcerem e me apoiarem para que essa conquista fosse possível. Agradeço a cada uma de vocês, Rosilene Teles, Elvis Teles, Roseli Teles e Elaine Lustosa, esta última considerada da família e uma pessoa que faço questão de lembrar nesse momento tão importante. Meu muito obrigado a cada um de vocês.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins, pela oportunidade de formação pessoal e profissional.

A CAPES pela concessão da bolsa e financiamento do projeto desenvolvido.

A empresa Agrocria® no nome do Dr. Flávio Geraldo Ferreira de Castro, pelo apoio as pesquisas desenvolvidas em parceria com a UFT- Campus Araguaína.

À minha professora e orientadora, Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto, por me "aguentar" durante o mestrado e doutorado [risos]. Quero agradecer encarecidamente pelos ensinamentos, paciência e pela forma brilhante que conduziu minha orientação. Profissional da mais alta qualidade que sempre será lembrada por mim como pessoa fundamental na minha formação acadêmica. Que DEUS lhe abençoe e retribua em dobro tudo que a Sra. fez por mim!

Ao Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, profissional que admiro e me espelho, por seu conhecimento e empenho dedicado ao programa da Pós-graduação. Por ceder sua propriedade para condução do meu experimento de Doutorado, meu muito obrigado por se preocupar com a formação dos Pós-Graduandos da UFT.

Ao Prof. Dr. Antonino Clementino, por ceder o laboratório de solo no auxílio das análises de proteína bruta.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins, Prof^a. Dra. Fabrícia Miotto, Prof^o. Dr. José Neuman, Prof^o. Dr. Luciano Fernandes, Prof^a. Dra. Vera Lúcia, Prof^a. Dr Débora Ferreira, Prof^a. Dra. Aline Evangelista, Prof^o. Dr. Glauco

Ribeiro, Profº. Dr. Emerson Alexandrino, Profº. Dr. José Geraldo, Profº. Dr. Antonio Clementino. A vocês expresso meu muito obrigado e minha gratidão.

À minha colega de experimento Maryanne Cunha, pelo companheirismo, ajuda e muito trabalho durante o período experimental. Sua companhia tornou os dias menos árduos.

A todos meus colegas que contribuíram com minha pesquisa a campo e/ou no laboratório, Rafael Silva, Luis Felipe, Higor Rocha, Fernando Ferreira, Wesley Faccini, Rhaiza Alves, Mara Régia, Luan Fernandes e Wilber Fontinele.

Aos colegas de pós- graduação e pessoas com quem convivi em Araguaína durante esse período e que contribuíram para tornar essa caminhada mais amena, Jhonne Talisson, José Messias, Jaqueline Sousa, André Marinho, Carla Fonseca, Rebeca Cardoso, Marcos Odilon, Márcio Odilon, Fernando Ferreira, Rafael Silva, Paula Fernanda, Xibel Rodrigues, Darley Cutrim, Salatiel de Sousa, Luan Fernandes, Elis Regina, Driele Borges, José Helder e Daniel Henrique.

Aos funcionários da Fazenda Santa Luzia, meu amigo "vei" Francisco, vulgo Chico, ao Derlan, Dona Dalva e Jordean. Obrigado pelos bons momentos vividos e compartilhados.

Ao Secretário da Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Jeekyçon da Silva Cardoso, por seu zelo e proatividade com o trabalho, e por estar sempre disposto a ajudar os alunos da Pós-Graduação.

Aos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal, Adriano Vieira e Josimar pela ajuda e orientação com os processos das análises químico-bromatológicas e manutenção dos equipamentos laboratoriais.

E a todos do grupo de pesquisa "Do campus para o campo" da UFT e aqueles que por eventual descuido esqueci de citar e se sintam parte desse trabalho de pesquisa.

“Eu tive muitas coisas que guardei em minhas mãos, e as perdi. Mas tudo o que eu guardei nas mãos de Deus, eu ainda possuo.”

MARTIN LUTHER KING

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	12
GENERAL ABSTRACT.....	13
LISTA DE TABELA	14
CAPÍTULO I – SUPLEMENTAÇÃO A PASTO DURANTE O PERÍODO CHUVOSO	15
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Consumo e desempenho de animais em pastejo na estação chuvosa.....	17
2.2 Suplementação em pastos de média e alta qualidade	20
2.2.1 Interações entre pasto e suplemento	23
2.3 Fontes energéticas alternativas ao milho	25
2.3.1 Sorgo.....	26
2.3.2 Milheto	28
REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO II – TERMINAÇÃO A PASTO DE NOVILHAS DE CORTE SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS.....	40
RESUMO.....	41
ABSTRACT	42
1 INTRODUÇÃO.....	43
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4 CONCLUSÃO.....	666
REFERÊNCIAS	677

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes energéticas em rações sobre o desempenho produtivo, econômico e as características de carcaça e da carne de novilhas Nelore mantidas em pasto de capim Mombaça (*Megathyrus maximus*). Foram utilizadas 126 novilhas Nelore, com idade média de 17 meses e peso inicial de 267 ± 12 kg. Foram abatidas seis novilhas ao início do período experimental como referência para avaliar o ganho médio em carcaça e o rendimento de ganho. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 30 repetições, cada repetição representada por um animal. Foram avaliados suplementos isoproteicos (140 g kg^{-1} de proteína bruta) contendo milheto (*Pennisetum americanum*), milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*), todos moídos e, milho grão inteiro fornecidas ao nível de $7,5 \text{ g kg}^{-1}$ do peso corporal. O experimento foi conduzido durante o período das águas em sistema de pastejo com lotação contínua. Ao término do período experimental foram abatidos 10 animais por tratamento tomando como base o peso médio final do tratamento. O peso ao abate, ganho médio diário, ganho em carcaça e peso de carcaça quente não foram influenciados ($P > 0,05$) pelas fontes energéticas, com média de 336 kg; $0,82 \text{ kg dia}^{-1}$; $0,518 \text{ kg kg}^{-1}$ ganho médio diário e 186,93 kg, respectivamente. O rendimento de carcaça quente e o rendimento de ganho foram maiores ($P < 0,05$) para os animais que receberam milho moído ($52,4 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ do peso corporal e $688,3 \text{ g kg}^{-1}$ de ganho médio diário) em relação aos animais que receberam milheto ($51 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ de peso corporal e $602,3 \text{ g kg}^{-1}$ de ganho médio diário) e sorgo ($51 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ de peso corporal e $604,8 \text{ g kg}^{-1}$ de ganho médio diário) e não diferiram do milho inteiro ($51,4 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ do peso corporal e $629,2 \text{ g kg}^{-1}$ de ganho médio diário). O tratamento milho inteiro não influenciou ($P > 0,05$) dos demais tratamentos para as variáveis rendimento de carcaça quente e ganho médio em carcaça. Os tratamentos não influenciaram ($P > 0,05$) o recorte de gordura, área do *Longísimus lumborum* e quebra ao resfriamento. A espessura de gordura subcutânea foi maior ($P < 0,05$) para o tratamento milho moído em relação ao milheto, e não houve diferença para os tratamentos sorgo e milho inteiro. Com exceção da matéria mineral, a composição centesimal, a proporção de cortes primários, a composição tecidual da carcaça, as medidas métricas, as características quantitativas e qualitativas da carne não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos diferentes tipos de rações. O sorgo, milho inteiro e milheto apresentam potencial de uso, em substituição ao milho moído, pois não prejudicam o desempenho produtivo e as características da carcaça e da carne dos animais. O milheto foi a melhor alternativa para substituir o milho moído, por melhorar a lucratividade da terminação de novilhas. No entanto, em regiões em que o produtor é remunerado pelo adequado acabamento das carcaças, o uso do milheto deve ser melhor avaliado, pois se mostrou menos eficiente para esta característica em relação as demais alternativas testadas.

Palavras-Chave: Alto grão. Grão inteiro. *Megathyrus maximus*. Suplemento.

GENERAL ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of different energy sources on the productive and economic performance and carcass and meat characteristics of Nellore heifers finished on Mombassa grass pasture. One hundred and twenty-six Nellore heifers were used, they were 17 month-old of initial age and 267 ± 12 kg of body weight. Six heifers were slaughtered at the beginning of the experimental period to determine the average carcass gain and dressing gain. The experimental design was the completely randomized with four treatments and 30 replicates, each replicate represented by one animal. The diets were isonitrogenous (140 g kg^{-1} of crude protein) containing ground millet, ground corn, ground sorghum, and whole corn supplied at the level of 7.5 g kg^{-1} of body weight. The experiment was conducted during the rainy season in a continuous grazing system. At the end of the trial period 10 animals per treatment were slaughtered based on the average final weight of the treatment. The slaughter weight, average daily gain, average carcass gain and hot carcass weight were not influenced ($P>0.05$) by energy sources, with a mean of 336 kg; 0.82 kg day^{-1} ; 0.518 kg kg^{-1} average daily gain and 186.93 kg, respectively. The hot carcass dressing and the gain dressing were higher ($P<0.05$) for animals that received ground corn ($52.4 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ body weight and 688.3 g kg^{-1} average daily gain) than for the animals that received ground millet ($51 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ body weight and 602.3 g kg^{-1} average daily gain), ground sorghum ($51 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ body weight and 604.8 g kg^{-1} average daily gain) and whole corn ($51.4 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ BW and 629.2 g kg^{-1} average daily gain), the whole corn did not differ from the others ($P>0.05$). The treatments did not influence ($P>0.05$) the fat trimming, *Longissimus lumborum* area and cooling loss. The subcutaneous fat thickness was greater ($P>0.05$) for the corn ground treatment in comparison to the ground millet, and had no differences for ground sorghum and whole corn ($P<0.05$). Except for meat minerals total daily gain, centesimal composition, carcass primary cuts, carcass tissue composition, carcass metric characteristics, and quantitative and qualitative meat characteristics were not influenced ($P>0.05$) by treatments. The whole corn, ground sorghum and ground millet have potential use in energy diet in comparison to ground corn, these alternative sources of energy do not affect the productive performance, carcass and meat characteristics. The ground millet was the best alternative to replace ground corn, since it improves the profitability of the supplementation. However, in regions where the producers are remunerated for the adequate carcass fatness, the use of pearl millet should be better evaluated, since it proved less efficient for this characteristic in relation to the other alternatives tested.

Keywords: High grain. Whole grain. *Megathyrus maximus*. Supplement.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Dados meteorológicos coletados no período de fevereiro a maio de 2016.....	44
Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química dos suplementos	46
Tabela 3 - Características estruturais, agronômicas e composição bromatológica do capim Mombaça (<i>Megathyrsus maximus</i>)	53
Tabela 4 - Desempenho de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas	54
Tabela 5 - Correlações de Pearson entre as características de desempenho e carcaça de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas.....	56
Tabela 6 - Características de carcaça de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas	57
Tabela 7 - Relação e composição física da carcaça de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas	59
Tabela 8 - Medidas métricas da carcaça de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas.....	60
Tabela 9 - Características quantitativas e qualitativas da carne de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas	61
Tabela 10 - Composição centesimal da carne de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas.....	63
Tabela 11 - Indicadores econômicos fixos e variáveis e preço dos ingredientes da terminação de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas.....	64

**CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA: SUPLEMENTAÇÃO A PASTO
DURANTE O PERÍODO CHUVOSO**

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A maior parte do rebanho brasileiro é criado a pasto, onde durante o período chuvoso há grande oferta de forragem, no entanto, a falta de sincronismo dos nutrientes prejudica o atendimento das exigências nutricionais para os animais alcançarem maiores ganhos de peso (DETMANN et al, 2014b). Tecnologias como a suplementação proteica e/ou energética durante o período chuvoso podem melhorar o balanço dos nutrientes com aumento no desempenho produtivo e qualidade da carcaça (CABRAL et al., 2014). A suplementação a pasto pode auxiliar na redução das fases de recria e terminação, no abate de animais jovens e pesados (OLIVEIRA et al., 2016), além de aumentar a eficiência de utilização do pasto, garantindo maior lucratividade ao sistema (IRSHAD et al., 2013; LAZZARINI et al., 2016).

O milho moído é o principal ingrediente energético utilizado na formulação de suplementos e rações para animais em pastejo. No entanto, o milheto e o sorgo possuem grande potencial de utilização, por serem comercializados a preço menor e possuírem maiores teores de proteína bruta que o milho, o que pode reduzir o custo do suplemento e o preço da arroba produzida aumentando a lucratividade do produtor (SILVA et al 2014a).

Utilizando milheto em suplemento proteico-energético em nível de 10 g kg^{-1} do peso corporal e sorgo em nível de $3,0 \text{ g kg}^{-1}$ do peso corporal para bovinos em comparação ao milho moído, ambos em pasto de *Urochloa brizantha*, Nascimento et al (2010) não encontraram diferenças no ganho médio diário e Alonso et al. (2017) no consumo do pasto e na digestibilidade dos nutrientes, demonstrando o potencial de utilização do sorgo e do milheto em suplementos energéticos para animais em pastejo, respectivamente.

A terminação de novilhas aliada à suplementação pode permitir o abate de animais jovens com aumento da produtividade e qualidade das carcaças (ROTTA et al., 2009). Novilhas apresentam maior maturidade fisiológica com pesos menores quando comparada a outras categorias. Esta condição permite abatê-las relativamente jovens e em peso mais leve com bom acabamento, o que reflete positivamente sobre as características sensoriais da carne como a maciez (REDDY et al., 2014), além de poder apresentar melhor viabilidade econômica quando comparada a outras categorias (ÍTAVO et al., 2007). Contudo, em função da menor resposta em ganho de peso observada para novilhas em comparação aos machos, há preferência dos produtores em destinarem estratégias de suplementação aos últimos. Desta forma, estratégias que reduzam o custo da suplementação são importantes para tornar a prática da suplementação de novilhas mais frequente, agregando ao sistema os benefícios advindos desta categoria.

Objetivou-se avaliar fontes alternativas de energia para a substituição do milho moído na suplementação de novilhas Nelore durante o período das chuvas, sem prejuízo ao desempenho produtivo, econômico e características da carcaça e da carne de novilhas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Consumo e desempenho de animais em pastejo na estação chuvosa

O consumo de matéria seca é um dos principais determinantes do desempenho animal, responsável pela quantidade de nutrientes ingeridos disponíveis para os processos de manutenção e ganho. Segundo Mertens (1994), o consumo é responsável por 60 a 90% das diferenças encontradas no desempenho, de maneira que garantir adequado consumo de matéria seca é imprescindível para intensificar os sistemas de produção de bovinos de corte.

O consumo de forragem por animais em pastejo tem relação direta com a disponibilidade e qualidade da forragem ofertada (DA SILVA et al., 2013), estrutura da vegetação (densidade, altura, relação folha:colmo, estado fisiológico) (CASAGRANDE et al., 2011; OLIVEIRA NETO et al., 2013; BARBERO et al., 2015; BARBERO et al., 2017) e tipos e níveis de suplementação (MOORE et al., 1999; BODINE et al., 2001; MENDES et al., 2013). Alterações na estrutura da forragem podem alterar o consumo de matéria seca por modificar o comportamento ingestivo como profundidade e massa do bocado, influenciando diretamente o consumo voluntário (EDWARDS et al., 1995; GRIFFITHS et al., 2003). Redução na disponibilidade da forragem leva à diminuição na ingestão de matéria seca e aumento no tempo de pastejo, principalmente devido à redução no tamanho dos bocados (CASAGRANDE et al., 2011).

Ao avaliarem diferentes estruturas do pasto sobre o comportamento ingestivo de bovinos Nelore (335 kg) mantidos em sistema de pastejo com lotação contínua (*Urochloa brizantha* cv. Marandu), Barbero et al. (2015) observaram resposta linear crescente para consumo de forragem (22; 25 e 26 g kg⁻¹ do peso corporal) para as alturas residuais de 15; 25 e 35 cm, respectivamente. O maior consumo deve-se à maior facilidade de seleção da forragem na altura de 35 cm, pois apresentaram maior relação folha:colmo e massa de folhas verdes por hectare. Menor relação folha:colmo com maior presença de colmos no horizonte de pastejo impõe limitações ao consumo, condição em que se observa redução no tamanho do bocado e aumento no tempo de pastejo (DIFANTE et al., 2009).

De acordo com alguns trabalhos da literatura científica, o consumo de matéria seca de bovinos a pasto recebendo suplemento mineral durante o período chuvoso varia de 18 a 26 g kg⁻¹ do peso corporal (OLIVEIRA NETO et al., 2013; LOPES et al., 2014; VALENTE et al., 2014; BARBERO et al., 2015; LAZZARINI et al., 2016; RUFINO et al., 2016; BARBERO et al., 2017; SILVA-MARQUES et al., 2018a; SILVA-MARQUES et al., 2018b). Carvalho et al. (2017) trabalharam com novilhas Nelore a pasto sob lotação contínua, com peso médio de 380 kg, e registraram consumo médio 19 g kg⁻¹ do peso corporal de forragem (*Urochloa decumbens*) com 615 g kg⁻¹ de fibra em detergente neutro. Em pasto de capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*) com 645 g kg⁻¹ de fibra em detergente neutro e oferta de forragem de 6 kg de matéria seca 100 kg de peso corporal dia foram observados consumos de 20,2 g kg⁻¹ do peso corporal por novilhos Nelore de 250 kg (ROCHA et al., 2016). A variação nos consumos de matéria seca observada nestes trabalhos é explicada, de modo geral, pelos diferentes sistemas de pastejo, oferta de forragem, espécies forrageiras, estrutura do pasto, peso corporal e categoria animal. Além dos fatores mencionados, fatores físicos, químicos e neuro-hormonais e suas interações com o ambiente regulam de forma significativa o consumo de matéria seca (GALYEAN e GUNTER, 2016).

Durante o período chuvoso o pasto apresenta boa qualidade, em termos nutricionais e quantitativos, com teores satisfatórios de proteína bruta, acima dos 70 g kg⁻¹ considerado por Van Soest (1994) o mínimo necessário para crescimento e multiplicação dos microrganismos ruminais. Porém, o alto conteúdo de fibra em detergente neutro dos pastos tropicais, porção de lenta degradação e que ocupa espaço no rúmen, limita o máximo consumo voluntário (MERTENS, 1994), dificultando maiores ingestão de energia e, conseqüentemente, maiores ganhos de peso. Mecanismos físicos atuam na regulação do consumo voluntário. Mecanorreceptores de distensão localizados na parede do rúmen-retículo sinalizam ao sistema nervoso central o fim da refeição, quando a fibra começa a exceder a capacidade do rúmen (ALLEN, 2000).

Lazzarini et al. (2016) e Carvalho et al. (2017) trabalhando durante a época das águas em pasto de *Urochloa decumbens*, com 555 e 615 g kg⁻¹ de fibra em detergente neutro, com novilhos (211 kg) e novilhas (383 kg) Nelore, encontraram consumo médio de fibra em detergente neutro de 11,6 e 10,3 g kg⁻¹ do peso corporal e consumo de matéria seca de 20,8 e 18 g kg⁻¹ do peso corporal, respectivamente. Rocha et al. (2016) ao avaliarem capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*) (645 g kg⁻¹ de fibra em detergente neutro) com novilhos Nelore (250 kg) observaram consumo médio de fibra em detergente neutro de 10,8 g kg⁻¹ do peso corporal. Estes resultados corroboram com o proposto por Detmann et al. (2003) de

consumo máximo de fibra em detergente neutro de 13,53 g kg⁻¹ do peso corporal, em dietas com 800 a 1000 g kg⁻¹ de volumoso, em que interações com a fração indigestível da fibra em detergente neutro podem ditar a plasticidade no limite diário do consumo de fibra em detergente neutro. No entanto, Santana et al. (2013) ao trabalharem com bovinos mestiços (290 kg) em pasto de *Megathyrus maximus* cv. Tanzânia (686 g kg⁻¹ de fibra em detergente neutro) encontraram consumo de fibra em detergente neutro de 15,1 g kg⁻¹ do peso corporal, acima do máximo observado por Detmann et al. (2003).

Quanto ao desempenho observa-se ganhos de peso variando entre 0,396 e 0,94 kg dia⁻¹ para bovinos mantidos exclusivamente em pastagens tropicais recebendo apenas suplementação mineral durante o período chuvoso (VALENTE et al., 2014; BARBERO et al., 2015; LIMA et al., 2016; MIORIN et al., 2016; ROCHA et al., 2016; BARBERO et al., 2017; SILVA–MARQUES et al., 2018a). De modo geral, o máximo potencial de ganho dos animais não é totalmente explorado em regime de pastejo (ESTERHUIZEN et al., 2008; DIAS et al., 2017), devido principalmente à restrição na ingestão de energia, podendo ocorrer também restrição proteica em sistemas de pastagens (VAN SOEST, 1994; DETMANN et al., 2014b). De acordo com Silva et al. (2009), para proporcionar máximo consumo e desempenho individual sem comprometer o ganho por área deve-se garantir pelo menos 4.500 kg de matéria seca total ha⁻¹, 1.200 kg de massa seca verde ha⁻¹ e oferta de forragem entre 10 a 12 kg de matéria seca 100 kg⁻¹ peso corporal dia⁻¹.

Outro fator mencionado que influencia o comportamento ingestivo de bovinos em pastejo é a suplementação. Casagrande et al. (2011) ao fornecerem 3 g kg⁻¹ do peso corporal de suplemento proteico-energético para novilhas de corte (215 kg) em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu com diferentes ofertas de forragem (2,0; 2,5 e 3,0 kg⁻¹ de forragem kg⁻¹ de peso corporal) observaram redução no tempo de pastejo para os animais suplementados em relação aos que receberam apenas mistura mineral independentemente da oferta de forragem.

Portanto, o uso de tecnologias como a suplementação é capaz de intensificar o uso das pastagens, modular o consumo voluntário, aumentar a produção e produtividade, reduzir o tempo de permanência dos animais na fazenda, além de aumentar rentabilidade do produtor.

2.2 Suplementação em pastos de média e alta qualidade

Durante a estação chuvosa a forragem apresenta amplo crescimento e qualidade superior do que aquela produzida na época seca e, do ponto de vista nutricional e produtivo, é o período em que os pastos apresentam melhor qualidade (DETMANN et al., 2014b).

Apesar dos níveis de proteína bruta da forragem no período chuvoso não apresentarem limitações aos microrganismos, cerca de 40% está ligada a fibra na forma de proteína insolúvel em detergente neutro, o que dificulta o acesso dos microrganismos ruminais, e conseqüentemente, maximização da produção de proteína microbiana (FIGUEIREDO et al., 2011; PEREIRA JUNIOR et al., 2016). A proteína bruta mais facilmente disponível possui alta degradabilidade o que acarreta baixa assimilação pelas bactérias ruminais em função da menor taxa de degradação dos carboidratos fibrosos, limitando o sincronismo energia proteína e o suprimento de aminoácidos para animal (POPPI e MCLENANN, 1995). Nessas condições, o fornecimento de fontes energéticas de rápida fermentação pode resultar em maior desempenho animal e digestibilidade da dieta (POPPI e MCLENANN, 1995).

Quando se busca aumentar a eficiência de utilização dos pastos como forma de aumentar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes com reflexos positivos sobre o ganho individual e por área, a suplementação com concentrado durante o período de maior oferta de forragem torna-se uma ferramenta importante dentro do sistema produtivo (DETMANN et al., 2014b; OLIVEIRA et al., 2016).

Suplementações proteicas e/ou energéticas são utilizadas durante o período das águas na dieta de animais em pastejo com intuito de adequar os níveis de energia e proteína e, dessa forma, obter incrementos na digestibilidade e produção de proteína microbiana com reflexos positivos no consumo e no desempenho (DETMANN et al., 2014a).

Ao suplementarem novilhas Holândes x Zebu mantidas em pasto de *Urochloa decumbens* (96 g kg⁻¹ de proteína bruta) na época chuvosa com suplemento a base de milho moído em diferentes quantidades (0,25; 0,5; 0,75 e 1,0 kg dia⁻¹), Figueiredo et al. (2011) observaram efeito crescente linear do ganho médio diário e para coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo e fibra em detergente neutro.

Fernandes et al. (2010) verificaram ganho adicional de 0,29 kg dia⁻¹ ao fornecerem suplemento proteico-energético (305 g kg⁻¹ proteína bruta e 827 g kg⁻¹ nutrientes digestíveis totais) em nível de 6 g kg⁻¹ do peso corporal para novilhos mantidos em pasto de *Urochloa brizantha* (133 g kg⁻¹ de proteína bruta) durante o período das águas em comparação aos

animais que receberam sal mineral, com médias de ganho de peso de 1,06 e 0,77 kg dia⁻¹, respectivamente.

A suplementação a pasto em níveis moderados durante a estação chuvosa pode promover maiores ganhos individuais e por área acima dos observados em animais recebendo apenas mistura mineral (OLIVEIRA et al., 2016). Bovinos Nelore (358 kg) mantidos em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (91 g kg⁻¹ proteína bruta) durante o período das águas recebendo suplemento proteico-energético (303 g kg⁻¹ proteína bruta), em nível de 4 g kg⁻¹ do peso corporal, tiveram maior consumo de matéria seca total (10,2 vs 12 kg de matéria seca dia⁻¹) e ganho de peso (0,396 vs 0,762 kg dia⁻¹) em relação aos animais que receberam suplementação mineral (SILVA–MARQUES et al., 2018a).

De forma semelhante Sales et al. (2011) ao fornecerem suplemento proteico-energético a novilhos com peso inicial de 270 kg nos níveis de 0; 0,18; 3,6; 5,4; e 7,2 g kg⁻¹ do peso corporal em pasto de *Urochloa decumbens* (95 g kg⁻¹ de proteína bruta) no período de transição seca-águas, verificaram ganho de peso linear à medida em que aumentaram os níveis de suplementação, com médias de 0,371; 0,526; 0,563; 0,617 e 0,694 kg dia⁻¹, respectivamente, para os níveis avaliados. O consumo de forragem, consumo total de matéria seca, fibra em detergente neutro e matéria orgânica não foram influenciados pela suplementação, enquanto que o consumo de proteína bruta, carboidratos não fibrosos, extrato etéreo, concentração de amônia ruminal e a digestibilidade aparente total dos nutrientes aumentaram de forma linear conforme aumentaram os níveis de suplementação. A concentração de amônia ruminal aumentou linearmente de 7,1 a 15,9 mg dL⁻¹ do menor para o maior nível testado, o que segundo os autores contribuiu para melhorar o ambiente ruminal e a digestibilidade dos nutrientes com efeito positivo sobre o desempenho.

Microorganismos ruminais utilizam amônia como principal substrato para crescimento e multiplicação. Satter e Slyter (1974) afirmam que concentrações de amônia inferiores a 5,0 mg dL⁻¹ de N-NH₃ no fluído ruminal limitam a atividade de bactérias celulolíticas e reduz a síntese de proteína microbiana. Para otimizar o consumo voluntário de forragem, a eficiência de utilização dos compostos fibrosos e a produção de proteína microbiana em virtude de suplementações Leng (1990) e Detmann et al. (2014b) sugeriram níveis de nitrogênio amoniacal acima de 15,9 e 20,0 mg dL⁻¹, respectivamente.

Além das concentrações de nitrogênio amoniacal, a relação proteína:energia representada pela relação proteína bruta:matéria orgânica digestível tem sido utilizada como parâmetro para avaliar o máximo consumo de animais em pastejo recebendo suplementação

(POPPI e MCLENANN, 1995; DETMANN et al., 2014a), em que o desequilíbrio desses nutrientes na dieta pode influenciar o consumo de matéria seca (PANJAITAN et al., 2010).

Detmann et al. (2014a) inferiram que o máximo consumo voluntário de forragens tropicais é observado quando a relação proteína e matéria orgânica digestível está próxima de 288 gramas de proteína bruta por kg de matéria orgânica digestível. Esse comportamento foi observado por Lopes et al. (2017) que ao suplementarem bezerros (150 kg) em pastejo (*Urochloa decumbens*) fornecendo suplemento com 250 g kg⁻¹ de proteína bruta em níveis crescentes (0, 3; 6 e 9 g kg⁻¹ do peso corporal) observaram relação proteína bruta:matéria orgânica digestível de 217,4; 248; 276,4 e 326,9, respectivamente, o que refletiu em maior consumo de forragem (20,6 g kg⁻¹ de matéria seca) e maior ganho de peso (0,92 kg dia⁻¹) para o nível de 6 g kg⁻¹ do peso corporal.

Os resultados de desempenho citados acima concordam com a afirmação de Detmann et al. (2014a) que ao se utilizar recursos suplementares para animais em pastejo na época das águas existe ganho adicional entre 200 a 300 g animal dia⁻¹.

No entanto, há respostas variadas quando se utiliza recursos suplementares junto ao pasto com relação a ganhos adicionais, pois inúmeras variáveis atuam no sistema animal, suplemento, pasto. A falta de resposta à suplementação no período chuvoso tem sido creditada na maioria das vezes às altas ofertas de forragem de bom valor nutritivo, condição em que o efeito substitutivo é o principal responsável pela falta de resposta dos animais à suplementação (DIXON e STOCKDALE, 1999).

Fernandes et al. (2015) encontraram maiores ganhos de peso (0,813; 848 e 0,905 kg dia⁻¹) conforme aumentou a oferta de forragem (3,5; 4,0 e 4,5 kg matéria seca 100 kg do peso corporal) durante o período chuvoso, fornecendo suplementação proteico-energética em nível 5 g kg⁻¹ do peso corporal para novilhos (223 kg) sob pastejo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (100 g kg⁻¹ de proteína bruta).

Com oferta de capim Tanzânia (*Megathyrsus maximus*) de 13,74 kg matéria seca 100 kg⁻¹ do peso corporal dia⁻¹, Cabral et al. (2008) não observaram efeito dos níveis de suplementação proteico-energética (0; 2; 4 e 6 g kg⁻¹ do peso corporal) em relação ao animais que receberam suplemento mineral sobre o ganho individual, com média de 1,04 kg dia⁻¹. Os resultados foram atribuídos à oferta de forragem.

Maiores ofertas de forragem favorecem maior seleção de folhas, material menos fibroso com maior facilidade de degradação pelos microrganismos ruminais, o que vai permitir maior extração de energia do pasto e maiores desempenhos produtivos (FERNANDES et al., 2015). Os resultados encontrados por Cabral et al. (2008) e Rocha et al. (2016) corroboram com a

afirmação de Poppi e Mellenam (1995), que quanto maior for a qualidade da forragem disponível para pastejo, menor será o efeito adicional dos tipos e níveis de suplementações adotados.

2.2.1 Interações entre pasto e suplemento

O objetivo principal da suplementação é otimizar a utilização do pasto, maximizar o consumo e digestibilidade da forragem e promover o mínimo de efeito de substituição (SILVA et al., 2009). Com isso, ao suplementar o pasto durante o período chuvoso deve-se ter conhecimento que possíveis efeitos associativos podem ocorrer entre a forragem e o suplemento com efeitos sobre o consumo e a digestibilidade da dieta.

Segundo Moore et al. (1999), a associação de grãos com forragens pode ter três efeitos principais: substitutivo, aditivo e substitutivo-aditivo. O efeito substitutivo é a manutenção da quantidade ingerida de energia digestível em função do aumento da ingestão do suplemento fornecido com diminuição no consumo do pasto. Já o efeito aditivo se caracteriza quando ocorre aumento na ingestão total de energia digestível em função do maior consumo do concentrado fornecido com aumento do consumo total de matéria seca. O efeito substitutivo-aditivo se caracteriza pelo aumento no consumo de energia digestível via suplemento e diminuição no consumo de forragem disponível (MOORE et al., 1999).

Os efeitos de substituição são mais frequentes quando se suplementa forragem de alta qualidade, com maior digestibilidade ou quando maiores níveis de concentrado são fornecidos aos animais. (DIXON e STOCKDALE, 1999). O coeficiente de substituição é a redução no consumo de matéria seca da forragem por unidade de matéria seca do suplemento. Quando há efeito de substituição do pasto pelo suplemento o coeficiente de substituição pode variar de zero quando o suplemento não interfere no consumo de forragem, até 1 quando para cada kg de matéria seca de suplemento fornecido há a diminuição no consumo de 1 kg de matéria seca do pasto (DIXON e STOCKDALE, 1999). Esse coeficiente de substituição ainda pode ser maior que 1 ou, negativo quando são observados efeitos aditivos (DIXON e STOCKDALE, 1999). De acordo com Sales et al. (2011), quando o coeficiente de substituição é igual a 1 o suplemento terá pouco impacto sobre a produção. Caso o coeficiente de substituição seja igual à zero será observado completo benefício do seu uso. Entretanto, se o coeficiente de substituição for negativo o efeito se caracterizará como aditivo com maior estímulo sobre o consumo de forragem.

Segundo Zinn e Garces (2006) suplementações até no nível de 3 g kg^{-1} do peso corporal apresentam pouco efeito substitutivo, com redução mínima no consumo de forragem; suplementações no nível de 3 a 8 g kg^{-1} do peso corporal já seriam suficientes para causar efeitos substitutivos e maior redução no consumo do pasto e, em níveis de suplementação acima de 8 g kg^{-1} do peso corporal a redução no consumo do pasto é mais acentuada e o efeito de substituição mais pronunciado.

Suplementando bezerras Nelore (147 kg), em níveis de 2; 4 e 6 g kg^{-1} do peso corporal e mistura mineral, mantidas em pasto de *Urochloa decumbens* ($71,4 \text{ g kg}^{-1}$ de proteína bruta) na época das águas, Almeida (2017) observou efeito substitutivo com mesmo consumo total de matéria seca e redução linear no consumo de matéria seca da forragem à medida que se elevou o nível de suplementação. Houve efeito quadrático para a digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína com aumento no fornecimento do concentrado. O ponto máximo de digestibilidade da matéria seca ($697,8 \text{ g kg}^{-1}$) e matéria orgânica ($666,8 \text{ g kg}^{-1}$) foi observado para o nível de 6 g kg^{-1} , enquanto para fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína no nível de 4 g kg^{-1} do peso corporal.

Sales et al. (2011) ao fornecerem suplemento para novilhos de 270 kg em pasto de *Urochloa decumbens* (95 g kg^{-1} de proteína bruta), com disponibilidade média de $4.613 \text{ kg matéria seca ha}^{-1}$, nos níveis de 0; 1,8; 3,6; 5,4 e $7,2 \text{ g kg}^{-1}$ do peso corporal não observaram redução no consumo de matéria seca do pasto independentemente do nível de suplementação. Nesse trabalho houve aumento linear na digestibilidade aparente total da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro e verificados coeficientes de substituição de -0,4; -0,12; 0,18 e 0,36 para os níveis de 1,8; 3,6; 5,4 e $7,2 \text{ g kg}^{-1}$ de suplementação, respectivamente.

Os efeitos associativos sobre o consumo voluntário (efeito substitutivo) são geralmente maiores do que sobre a digestibilidade dos compostos fibrosos, embora mudanças no consumo de forragem possam ser em virtude da taxa de digestão da fibra (DIXON e STOCKDALE, 1999). Portanto, a depender das interações que ocorram no ambiente ruminal, as interações entre pasto e suplemento são variáveis, podendo aumentar ou diminuir o consumo de forragem e digestibilidade dos nutrientes, sendo essas respostas, muitas vezes, dependente da quantidade e da qualidade da forragem disponível e características do suplemento, bem como da maneira de seu fornecimento e do potencial de produção dos animais.

Cabral et al. (2014) ofertando 0,5; 1,0; 1,5; e $2,0 \text{ kg de suplemento dia}^{-1}$ para novilhas de aproximadamente 300 kg, pastejando *Urochloa decumbens* verificaram efeito aditivo do

suplemento, pois foi verificado incremento linear no consumo de matéria seca total e manutenção do consumo de forragem. Efeitos positivos do suplemento podem ocorrer quando a forragem tem baixas concentrações de algum nutriente limitante para os microorganismos do rúmen (ex: nitrogênio ou enxofre) ou para o animal (ex: fósforo) e o suplemento fornece esse nutriente limitante balanceando a dieta como um todo (DIXON e STOCKDALE, 1999).

Maiores taxas de substituição com diminuição no consumo e digestibilidade da forragem são observadas, principalmente, quando são adicionados aos suplementos grandes quantidades de carboidratos de rápida fermentação (amidos e açúcares), os quais rapidamente produzem grande quantidade de ácidos graxos voláteis provocando redução do pH ruminal, dificultando o crescimento e multiplicação das bactérias fibrolíticas (HOOVER, 1986; DIXON e STOCKDALE, 1999).

2.3 Fontes energéticas alternativas ao milho

Na busca por alternativas alimentares mais baratas que sejam capazes de substituir o milho, manter e/ou aumentar o desempenho e produtividade, diversas fontes energéticas têm sido avaliadas na formulação de rações e suplementos. Dentre essas fontes pode-se destacar os grãos de sorgo e os de milheto (NASCIMENTO et al., 2010; ALONSO et al., 2013; CARDOSO et al., 2013; ALONSO et al., 2017).

Alimentos energéticos possuem características nutricionais, taxa e extensão de degradação ruminal diferentes podendo influenciar o sincronismo ruminal (ROONEY e PFLUGFELDER, 1986) e interferir sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta, alterando eficiência de utilização (NASCIMENTO et al., 2010), o que pode influenciar o desempenho animal.

O amido é a principal forma de armazenamento dos carboidratos e constituinte energético dos grãos de milho, sorgo e milheto, representando cerca de 600 a 800 g kg⁻¹ da matéria seca (ROONEY e PFLUGFELDER, 1986; JENKINS e DONALD, 1995; PALAVECINO et al., 2016), o qual está protegido pelo pericarpo, região mais externa do grão que recobre o endosperma onde estão localizados os grânulos de amido (WONG et al., 2009).

A estrutura do amido é formada por polímeros de amilose e amilopectina. A amilose é formada de unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas α -1,4 dando origem a uma cadeia linear. Enquanto, a amilopectina é uma cadeia de polímeros de glicose unidos por ligações glicosídicas α -1,4 (entre 17 e 25 resíduos de glicose) e α -1,6 (TESTER et al., 2004).

A proporção de amilopectina em relação ao amido total a depender da espécie e cultivar varia de 700 a 800 g kg⁻¹ nos grãos de milho e sorgo e de 720 a 750 g kg⁻¹ nos grãos de milho (WEBBER et al., 2009; HILL et al., 2012; ANNOR et al., 2014), o restante é constituído por amilose.

A proporção destes polímeros e dos tipos de endospermas influencia a digestibilidade do amido (ROONEY e PFLUGFELDER, 1986). O endosperma córneo mantém os grânulos de amido mais resistente à entrada de água e degradação, protegido por proteínas que os envolvem, diferente do endosperma “farináceo” onde os grânulos de amido não têm um envoltório proteico, com maior susceptibilidade aos processos digestivos (ROONEY e PFLUGFELDER, 1986). A proporção do endosperma córneo do sorgo é maior que o do milho, e mais resistente às enzimas ruminais e intestinais, o que lhe confere menor digestibilidade total em comparação ao milho (THEURER, 1986).

Diferenças nos teores dos carboidratos não fibrosos, percentual e disponibilidade de amido nas diferentes fontes energéticas podem levar a interações e resultados diferentes o que torna interessante avaliar essas fontes em suplementos em ambiente de pastejo.

2.3.1 Sorgo

Diferentemente de outras regiões como Japão, China, Índia, Rússia, América Central e África, onde o sorgo é produzido para fins alimentícios da população, no Brasil este grão é produzido, principalmente para ser utilizado na alimentação de animais de produção sejam eles monogástricos ou ruminantes (AWIKA e ROONEY, 2005).

O sorgo (*Sorghum bicolor*) apresenta-se como um dos alimentos mais utilizados em substituição ao milho em dietas de bovinos e, o quinto cereal mais produzido no mundo, atrás somente do trigo, arroz, milho e cevada (WHONG et al., 2009). Além disso, o sorgo apresenta características importantes quando comparado ao milho como: maior resistência a períodos secos, fungos e predadores (SANTOS et al., 2013; PRIYA et al., 2016), em média maior teor de proteína bruta (FERRARETO et al., 2013), preço inferior em 20 a 28% em relação ao milho (TSUNECHIRO e MIURA, 2011) e valor energético correspondendo de 75 a 90% do milho (VALADARES FILHO et al., 2019). O grão de sorgo possui valores médios de 883 g kg⁻¹ para matéria seca; 122 g kg⁻¹ de proteína bruta; 834,5 g kg⁻¹ de carboidratos totais; 93,2 g kg⁻¹ de fibra em detergente neutro; 36 g kg⁻¹ de extrato etéreo e, 820 g kg⁻¹ de nutrientes digestíveis totais em percentagem da matéria seca (EZATI et al., 2013; KAIJAGE et al., 2014; GARCIA et al., 2018).

Trabalhos de pesquisa têm demonstrado que o sorgo apresenta potencial em substituir o milho sem causar prejuízo no ganho médio diário, eficiência alimentar, no consumo de matéria seca (ABDELHADI e SANTINI, 2006; RICHARDS e HICKS, 2007) digestibilidade dos nutrientes (CARDOSO et al., 2013) e características de carcaça e carne (LARRAÍN et al., 2009).

Ao trabalharem com grãos destilados e avaliarem a substituição parcial (500 g kg⁻¹) do milho pelo sorgo em suplementos para novilhas (288 kg) em pastejo em nível de 10 g kg⁻¹ do PC, Harborth et al. (2006) não verificaram diferenças no ganho médio diário, na digestibilidade e no consumo da matéria seca. Cardoso et al. (2013) afirmam que o grão de sorgo pode substituir o milho em suplemento (2,5 g kg⁻¹ do peso corporal) para bovinos criados em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, pois não prejudica o consumo de matéria seca do pasto (7,1 kg de matéria seca dia⁻¹), consumo de matéria seca total (8,12 kg de matéria seca dia⁻¹) e digestibilidade dos nutrientes.

Nascimento et al. (2010) ao fornecerem milho moído e sorgo moído em suplementos proteico-energéticos (333 g kg⁻¹ de proteína bruta) em nível 3 g kg⁻¹ do peso corporal na época chuvosa sob pastejo de *Urochloa decumbens* (95,1 g kg⁻¹ de proteína bruta) observaram ganho superior (0,700 vs. 0,543 kg dia⁻¹), maior valor de nitrogênio microbiano (107,45 vs. 97,58 g dia⁻¹) e eficiência microbiana (61,35 vs. 55,34 g kg⁻¹ de nutrientes digestíveis totais) e menor valor de nitrogênio ureico urinário (88,09 vs. 107,35 mg dL⁻¹) para os animais que receberam suplemento a base de sorgo em relação aos que receberam suplemento a base de milho. O melhor aproveitamento da fração nitrogenada do sorgo, segundo os autores, pode ter sido um dos fatores relacionado ao maior ganho de peso dos animais deste tratamento.

Quanto às características de carcaça e carne, Larraín et al. (2009) avaliando a substituição parcial (500 g kg⁻¹) ou total do milho por sorgo na dieta de bovinos em confinamento, não observaram diferenças entre os animais que receberam dietas compostas por milho e substituída parcialmente pelo sorgo para área de olho de lombo, pH, marmoreio, peso de carcaça quente e fria, maciez (Warner Bratzler e painel) e suculência.

Igarasi et al. (2008) avaliando grãos úmido de milho e sorgo, compondo 450 g kg⁻¹ da dieta, não observaram efeito entre as fontes sobre rendimento de carcaça, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e cortes primários. Também não observaram efeitos sobre a força de cisalhamento, cor, marmoreio e perdas totais. Isso evidencia o potencial de utilização do sorgo em substituir o milho, pois quando não há diferença nas características avaliadas a escolha se dá pelo preço, este favorável ao sorgo em comparação ao milho.

2.3.2 Milheto

O milheto (*Pennisetum americanum*) é a sexta cultura mais produzida no mundo, com características agrônômicas interessantes quando comparado ao milho como resistência a pragas e doenças e tolerância à seca, com aumentos expressivos no cultivo e importante em regiões com baixos índices pluviométricos como a África (SALEH et al., 2013; ZHU, 2014).

O milheto é uma forrageira de ciclo anual que vem ocupando espaço na alimentação de gado de corte, seja em pastejo ou sob a forma de grãos como fonte alternativa de energia, constituindo-se como um dos principais cereais para alimentação animal (ALENCAR et al., 2015; ALONSO et al., 2017). O crescimento das áreas plantadas de milheto especialmente na região centro-oeste do Brasil, onde é utilizada em sucessão a culturas anuais aproveitando o fim do período chuvoso tem facilitado seu uso na alimentação animal especialmente pelo baixo custo, aproximadamente 22% abaixo do valor do milho, e bom valor nutricional (SILVA et al., 2014a).

Quando comparado ao milho (*Zea mays*) e ao sorgo (*Sorghum bicolor*) o milheto apresenta qualidade nutricional ligeiramente superior quanto aos níveis de proteína bruta (HILL et al., 1996). A composição média do grão do milheto indica que seu teor médio de proteína bruta está ao redor de 140 g kg⁻¹; energia bruta de 4,4 kcal g⁻¹ de matéria seca, carboidratos totais 800 g kg⁻¹; lipídeos 45 g kg⁻¹; fibra em detergente neutro 160 g kg⁻¹; e matéria mineral, 20 g kg⁻¹ (HILL et al., 1996; GELAYE et al., 1997; BERGAMASCHINE et al., 2011; ALENCAR et al., 2015). Além do preço, o teor de proteína bruta sem dúvida é uma vantagem do milheto do ponto de vista econômico, uma vez que é superior a do milho e do sorgo (HILL et al., 1996; BERGAMASCHINE et al., 2011), o que pode representar redução no custo do suplemento pela diminuição do uso da soja, principal alimento proteico utilizado na alimentação de ruminantes.

Silva et al. (2014a) avaliaram o desempenho bioeconômico de novilhos (317 kg) em confinamento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo milheto (0; 333; 666 e 1000 g kg⁻¹). Os autores verificaram ganho de peso semelhante e redução linear do custo de alimentação com aumento do nível de milheto, e aumento no lucro de R\$ 0,67 a cada ponto percentual a mais de milheto em substituição ao milho na dieta.

Quanto aos parâmetros nutricionais, consumo e digestibilidade, Alonso et al. (2017) alimentaram novilhos em pastejo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu com suplemento proteico-energético em nível de 10 g kg⁻¹ do peso corporal e diferentes níveis de grão de milheto (0; 333; 666 e 1000 g kg⁻¹) em substituição ao grão de milho na formulação dos

suplementos. Os autores concluíram que o milho como ingrediente energético em suplementos concentrados pode substituir em até 100% o grão de milho sem alterar o consumo de matéria seca total, nem o consumo e a digestibilidade dos nutrientes da dieta. Para Mustafa (2010), o milho pode ser utilizado em até 300 g kg⁻¹ numa dieta com relação volumoso:concentrado de 57:43 para vacas leiteiras sem apresentar efeitos adversos para produção e composição do leite. O que mostra que o milho tem potencial para ser utilizado tanto para gado leiteiro quanto de corte, sem prejuízo a produção.

Para bovinos de corte, o uso do milho tem demonstrado não alterar a maioria das características de carcaça e carne. Silva et al. (2015) ao substituírem totalmente o milho por milho em dietas de confinamento com relação volumoso:concentrado 20:80, observaram mesmo peso ao abate (480 kg), peso de carcaça quente (259 kg), rendimento de carcaça quente (54,1 kg/100 kg peso corporal), e espessura de gordura subcutânea (3,95 mm). De forma semelhante Silva et al. (2014b), não verificaram diferenças significativas para as características físico-químicas da carne como pH final (5,9), perdas de líquidos ao descongelamento (97 g kg⁻¹) e cocção (266 g kg⁻¹), cor (3,7 pontos), textura (3,1 pontos), marmoreio (4,5 pontos) e composição centesimal ao substituir totalmente o milho pelo milho em dieta de confinamento. Trabalhos como os citados acima, utilizando altas proporções de milho em dietas para bovinos, não têm verificado alteração para a maioria das variáveis avaliadas. O que demonstra o potencial do grão de milho em substituir o milho moído em suplementos para animais em pastejo.

REFERÊNCIAS

ABDELHADI, L. O.; SANTINI, F. J. Corn silage *versus* grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: Effects on performance and ruminal fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, n. 127, p. 33-43, 2006.

ALENCAR, W. M.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; NEIVA, J. N. M.; MIOTTO, F. R. C.; FREITAS, I. B. de. Feeding behavior and productive performance of steers fed pearl millet grain-based diets containing proportions of babassu mesocarp bran. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 12, p. 425-433, 2015.

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.

ALMEIDA, Daniel Mageste de. **Effects of supplementation levels on performance and metabolic and nutritional characteristics of cows, suckling female calves and heifers on grazing**. 2017. 89 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2017.

ALONSO, M. P.; MORAES, E. H. B. K.; PINA, D. S.; PEREIRA, D. H.; HOFFMANN, A.; SANSO, R. M. M.; WRUCK, F.J. Grão de milheto em suplementos para terminação de bovinos de corte em sistema integração lavoura e pecuária. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 2, p. 350-361, 2013.

ALONSO, M. P.; MORAES, E. H. B. K.; PEREIRA, D. H.; PINA, D. S.; MOMBACH, M. A.; HOFFMANN, A.; GIMENEZ, B. M.; SANSO, R. M. M. Pearl millet grain for beef cattle in crop-livestock integration system: intake and digestibility. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1461-1472, 2017.

ANNOR, G. A.; MARCONE, M.; BERTOFT, E.; SEETHARAMAN, K. Physical and molecular characterization of millet starches. **Cereal Chemistry**, v. 91, n. 3 p. 286-292, 2014.

AWIKA, J. M.; MCDONOUGH, C. M.; ROONEY, L. W. Decorticating sorghum to concentrate healthy phytochemicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 16, p. 6230-6234, 2005.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAÚJO, T. L. R.; NAVE, 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.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; DELEVATTI, 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.

BERGAMASCHINE, A. F.; FREITAS, R. V. L.; VALÉRIO FILHO, W. V.; BASTOS, J. F. P.; MELLO, S. Q. S.; CAMPOS, Z. R. Substituição do milho e farelo de algodão pelo milheto no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 154-159, 2011.

BODINE, T. N.; PURVIS, H. T.; LALMAN, D. D. L. Effects of supplement type on animal performance, forage intake, digestion, and ruminal measurements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 1041-1051, 2001.

CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; COPPEDÊ, C. M.; SOUZA, A. L.; CARAMORI JÚNIOR, J. G.; POLIZEL NETO, A.; OLIVEIRA, I. Suplementação de bovinos de corte mantidos em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia no período das águas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p. 293-302, 2008.

CABRAL, C. H. A.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; BARROS, L. V.; VALENTE, E. E. L.; BAUER, M. O.; CABRAL, C. E. A. Levels of supplementation for grazing beef heifers. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 27, n. 6, p. 806-817, 2014.

CARDOSO, A. B.; MORAES, E. H. B. K.; OLIVEIRA, A. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S.; ROSA SILVA, P. I. J. L.; SOCREPPA, L. M. Substituição parcial do milho por fontes energéticas para bovinos de corte em pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1295-1302, 2013.

CARVALHO, V. V.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; CHIZZOTTI, M. L.; MARTINS, L. S.; SILVA, A. G.; LOPES, S. A.; MOURA, F. H. Effects of supplements containing different additives on nutritional and productive performance of beef cattle grazing tropical grass. **Tropical Animal Health Production**, v. 49, n. 5, p. 983-988, 2017.

CASAGRANDE, D. R.; RUGGIERI, A. C.; MORETTI, M. H.; BERCHIELLI, T. T.; VIEIRA, B. R.; ROTH, A. P. T. P.; REIS, R. A. Sward canopy structure and performance of beef heifers under supplementation in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures maintained with three grazing intensities in a continuous stocking system. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, p. 2074-2082, 2011.

DA SILVA, S. C.; GIMENES, F. M. A.; SARMENTO, D. O. L.; SBRISSIA, A. F.; OLIVEIRA, D. E.; HERNANDEZ-GARAY, 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. **The Journal of Agricultural Science**, v. 151, p. 727-739, 2013.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C DE.; CECON, P. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. DE. C.; CABRAL, L. S.; LANA, R. P. Consumo de Fibra em Detergente Neutro por Bovinos em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1763-1777, 2003

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. 141-143, 2014a.

DETMANN, E.; GIONBELLI, M. P.; HUHTANEN, P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 4632-4641, 2014b.

DIAS, A. M. O.; MENEZES, L. F. G.; PARIS, W.; SANTOS, P. V.; BIESEK, R. R.; MAFIOLETTI, R. D.; MARCHESAN, R. Productive performance of Holstein calves finished in feedlot or pasture. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 89, n. 3, p. 1935-1942, 2017.

DIFANTE, G. S.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA S. C.; RADEA JR, T.; SARMENTO, D. O. L. Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on tanzânia guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 6, p. 1001–1008, 2009.

DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 50, p. 757-773, 1999.

EDWARDS, G. R.; PARSONS, A. J.; PENNING, P. D.; NEWMAN, J. A. Relationship between vegetation state and bite dimensions of sheep grazing contrasting plant species and its implications for intake rate and diet selection. **Grass and Forage Science**, v. 50, n. 4, p. 378-388, 1995.

ESTERHUIZEN, J.; GROENEWALD, I. B.; STRYDOM, P. E.; HUGO, A. The performance and meat quality of Bonsmara steers raised in a feedlot, on conventional pastures or on organic pastures. **South African Journal of Animal Science**, v. 38, n. 4, p. 303-314, 2008.

- EZATI, C. P.; CHAVAN, S. D.; SHELKE, R. R.; QUSSEINI, M. Effect of feeding sprouted sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] grains on yield and chemical composition of cow Milk. **The Asian Journal of Animal Science**, v. 8, n. 2, p. 81-85, 2013.
- FERNANDES, L. O.; REIS, R. A.; PAES, J. M. V.; TEIXEIRA, R. M. A.; QUEIROZ, D. S. E PASCHOAL, J. J. Desempenho de bovinos da raça Gir em pastagem de *Brachiaria brizantha* submetidos a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 36-46, 2015.
- FERNANDES, L. O.; REIS, R. A.; PAES, J. M. V. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *brachiaria brizantha* cv. marandu. **Ciência Agrotécnica de Lavras**, v. 34, n. 1, p. 240-248, 2010.
- FERRARETTO, L. F.; CRUMP, P. M.; SHAVER, R. D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 1, p. 533-550, 2013.
- FIGUEIREDO, D. M.; PAULINO, M. F.; SALES, M. F. L.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; BARROS, L. V. Levels of ground corn supplied to beef heifers at pasture during the rainy season: productive performance, intake, digestibility and microbial efficiency. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2523-2531, 2011.
- GALYEAN, M. L.; GUNTER, S. A. 2016. Predicting forage intake in extensive grazing systems. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 6, p. 26-43, 2016.
- GARCÍA, U. A. G.; CORONA, L.; PINEDA, F. C.; BALCELLS, J.; ORTEGA, C.; RONQUILLO, M. G. A comparison of processed sorghum grain using different digestion techniques. **Journal of Applied Animal Research**, v. 46, n. 1, p. 1-9, 2018.
- GELAYE, S.; TERRILL, T.; AMOAH, E. A.; MILLER, S.; GATES, R. N.; HANNA, W. W. Nutritional value of pearl millet for lactating and growing goats. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1409-1414, 1997.
- GRIFFITHS, W. M.; HODGSON, J.; ARNOLD, G. C. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. I. Regulation of bite depth. **Grass and Forage Science**, v. 58, p. 125-137, 2003.
- HARBORTH, K. W.; MARSTON, T. T.; LLEWELLYN, D. A. Comparison of corn and grain sorghum dried distillers grains as protein supplements for growing beef heifers. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, v. 0, n. 202, p. 1-6, 2006.

HILL., H.; LEE, L.; HENRY, R. J. Variation in sorghum starch synthesis genes associated with differences in starch phenotype. **Food Chemistry**, v. 131, p. 175-183, 2012.

HILL, G. M.; NEWTON, G. L.; STREETER, M. N.; HANNA, W. W.; UTLEY, P. R.; MATHIS, M. J. Digestibility and utilization of pearl millet diets fed to finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1728-1735, 1996.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal Dairy Science**, v. 69, p. 2755-2766, 1986.

IGARASI, M. S.; ARRIGONI, M. B.; SOUZA, A. A.; SILVEIRA, A.C.; MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, H. N. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 520-528, 2008.

IRSHAD, A.; KANDEEPAN, G.; KUMAR, S.; ASHISH KUMAR, A.; VISHNURAJ, M. R.; E SHUKLA, V. Factors influencing carcass composition of livestock: A review. **Journal of Animal Production Advances**, v. 3, n. 5, p. 177-186, 2013.

ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; DIAS, A. M.; GOMES, R. C.; ANDERSON, H. C.; SILVA, F. F. Terminação de diferentes categorias de bovinos suplementados em pastagens diferidas. **Revista Brasileira em Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 4, p. 309-3016, 2007.

JENKINS, P. J.; DONALD, A M. The influence of amylose on starch granule structure. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 17, n. 6, p. 315-21, 1995.

KAIJAGE, J. T.; MUTAYOBA, S. K.; KATULE, A. Chemical composition and nutritive value of Tanzanian grain sorghum varieties. **Livestock Research for Rural Development**, v. 26, n. 10, p. 10-17, 2014.

LARRAIN, R. E.; SCHAEFER, D. M.; ARP, S. C.; CLAUS, J. R.; REED, J. D. Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 2089-2095, 2009.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; BATISTA, E. D.; RUFINO, L. M. A.; REIS, W. L. S.; FRANCO, M. O. Nutritional performance of cattle grazing during rainy season with nitrogen and starch supplementation. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 29, n. 8. p. 1120-1128, 2016.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, v. 3, p. 277-303, 1990.

LIMA, J. A. C.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; RENNÓ, L. N.; FERNANDES, H. J.; SILVA, A. J.; LOPES, S. A.; MARQUEZ, D. E. C.; MARTINS, L. S. E MOURA, F.H. Supplementation of grazing suckling beef calves receiving different energy sources. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 1527-1538, 2016.

LOPES, S. A.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; VALENTE, E. E. L.; BARROS, L. V.; CARDENAS, J. E. G.; ALMEIDA, D. M.; MARTINS, L. S. E SILVA, A.G. Supplementation of suckling beef calves with different levels of crude protein on tropical pasture. **Tropical Animal Health Production**, v. 46, p. 379-384, 2014.

LOPES, S. A.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALENTE, E. E. L.; RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; CARDENAS, J. E. G.; ALMEIDA, D. W.; MOURA, F. H.; OLIVEIRA, C. A. S. Evaluation of supplementation plans for suckling beef calves managed on tropical pasture. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 1027-1040, 2017.

MENDES, A. M. P.; SILVA, D. K. A.; FERREIRA, M. A.; VERAS, A. S. C.; FERREIRA, G. D. G.; VIGODERIS, R. B.; ARCANJO, H. G. S.; SILVA JR, J. M.; ALMEIDA, J. S.; FOTIUS, A. C. A.; FARIAS, G. A. Ingestive behavior of pastured crossbred dairy cows offered different supplement types. **Tropical Animal Health Production**, v. 45, p. 231-237, 2013.

MERTENS, D. R. **Regulation of forage intake**. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. Winsconsin: American Society of Agronomy, 1994.

MIORIN, R. L.; SAAD, R. M.; SILVA, L. D. F.; GALBEIRO, S.; CECATO, U.; MASSARO JUNIOR, F. L. The effects of energy and protein supplementation strategy and frequency on the performance of beef cattle that grazed on Tanzânia grass pastures during the rainy season. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, p. 1561-1567, 2016.

MOORE, J. E.; BRANT, M. H.; KUNKLE, W. E.; HOPKINS, D. I. Effects of supplementation on voluntary forage Intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 122-135, 1999.

MUSTAFA, A. F. Short communication: performance of lactating dairy cows fed pearl millet grain. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 733-736, 2010.

NASCIMENTO, M. L.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos em pastejo durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 861-872, 2010.

OLIVEIRA, A. P.; CASAGRANDE, A. D. R.; BERTIPAGLIA, B. L. M. A.; BARBERO, C. R. P.; BERCHIELLI, A. T. T.; RUGGIERI, A. A. C.; REI, R. A. Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, v. 56, p. 123–129, 2016.

OLIVEIRA NETO, R. A.; SILVA, J. H. S.; ROCHA, M. G.; PÖTTER, L.; SICHONANY, M. J. O.; BISCAÍNO, L. L.; SANTOS, F. A.; DIFANTE, M. V. B. Ingestive behavior, performance and forage intake by beef heifers on tropical pasture systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 8, p. 549-558, 2013.

PALAVECINO, P. M.; PENCI, M. C.; CALDERÓN-DOMÍNGUEZ, G.; RIBOTTA, P. D. Chemical composition and physical properties of sorghum flour prepared from different sorghum hybrids grown in Argentina. **Biosynthesis Nutrition Biomedical**, v. 68, n. 11, p. 1055-1064, 2016.

PANJAITAN, T.; QUIGLEY, S. P.; MCLENNAN, S. R.; SWAIN, T.; POPPI, D. P. Intake, retention time in the rumen and microbial protein production of *Bos indicus* steers consuming grasses varying in crude protein content. **Animal Production Science**, v. 50, p. 444-448, 2010.

PEREIRA JUNIOR, W. A.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, P. V. R.; SILVA-MARQUES, R. P.; NETO, A. J.; FRANÇA, D.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. K. Performance and economic viability of protein supplementation for grazing cattle steers in the wet and dry-wet transition season. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 1, p. 357-368, 2016.

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

PRIYA, P.; PATIL, V. C.; KUMAR, A. Characterization of grain sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] for root traits associated with drought tolerance. **Research in Environment and Life Sciences**, v. 9, p. 163-165, 2016.

REDDY, B.V.; SIVAKUMAR, A. S.; JEONG, D. W.; WOO, Y.; PARK, S.; LEE, S.Y.; BYUN, J.Y.; KIM, C. H.; CHO, S. H.; HWANG, I. Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 1, p. 1-16, 2014.

RICHARDS, C. J.; HICKS, B. Processing of Corn and Sorghum for Feedlot Cattle. **Veterinary Clinics Food Animal**, v. 23, p. 207-221, 2007.

ROCHA, T. C.; FONTES, C. A. L.; SILVA, R. T. S.; PROCESSI, E. F.; FERREIRA, F. R. A. A.; LOMBARDI, C. T.; OLIVEIRA, R. L.; BEZERRA, L. R. Performance, nitrogen balance and microbial efficiency of beef cattle under concentrate supplementation strategies in intensive management of a tropical pasture. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, n. 3, p. 673-681, 2016.

ROONEY, L. W.; PFLUGFELDE, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1607-1623, 1986.

ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, R. R. The Effects of Genetic Groups, Nutrition, Finishing Systems and Gender of Brazilian Cattle on Carcass Characteristics and Beef Composition and Appearance: A Review. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 22, n. 12, p.1718-1734, 2009.

RUFINO, L. M. A.; DETMANN, E. GOMES, D. I.; REIS, W. L. S.; BATISTA, E. D. B.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F. Intake, digestibility and nitrogen utilization in cattle fed tropical forage and supplemented with protein in the rumen, abomasum, or both. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 40, p. 7-11, 2016.

SALEH, A. S. M.; ZHANG, Q.; CHEN, J.; E SHEN, Q. Millet Grains: Nutritional Quality, Processing, and Potential Health Benefits. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, n. 3, p. 281-295, 2013.

SALES, M. F. L.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; DE FIGUEIREDO, D. M.; PORTO, M. O.; DETMANN, E. Supplementation levels for growing beef cattle grazing in the dry-rainy transition season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 904-911, 2011.

SANTANA, M. C. A.; EUCLIDES, V. B. P.; MANCIO, A. B.; MEDEIROS, S. R.; COSTA, J. A. R.; OLIVEIRA, R. L. Intake and Performance of Yearling Steers Grazing Guineagrass (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) Pasture Supplemented with Different Energy Sources. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 26, n. 3, p. 349-357, 2013.

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; RODRIGUES, J. A. S.; COSTA, C. T. F.; OLIVEIRA, G. F. Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lower middle San Francisco Valley. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 13-19, 2013.

SATTER, L.D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 32, p. 199-208, 1974.

SILVA, F. F.; DE SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R. ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 371-389, 2009.

SILVA, A. H. G.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; BILEGO, U. O.; FERNANDES, J. J. R.; REZENDE, P. L. P.; SILVA, R. M.; PEREIRA, M. L. R.; LINO, F. A. Milheto em substituição ao milho na dieta de novilhos confinados. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2077-2094, 2014a.

SILVA, A. H. G.; RESTLE, J.; BILEGO, U. O.; MISSIO, R. L.; PACHECO, P.S.; PRADO, C.S. Características físico-químicas da carne de tourinhos zebuínos e europeus alimentados com níveis de grão de milheto na dieta. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 15, n.1, p. 20-31, 2014b.

SILVA, R. M.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; BILEGO, U. O.; PACHECO, P. S.; REZENDE, P. L. P.; FERNANDES, J. J. R.; SILVA, A. H. G.; PÁDUA, J. T. Carcass characteristics of steers of different genetic predominance fed diets containing levels of substitution of corn grain by millet grain. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 943-960, 2015.

SILVA-MARQUES, R. P.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULA, N.F.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K.; ROSA E SILVA, P. I. J. L.; MATOS, N. B. N. Effects of protein-energetic supplementation frequency on growth performance and nutritional characteristics of grazing beef cattle. **Tropical Animal Health Production**, v. 50, n. 3, p. 495-501, 2018a.

SILVA-MARQUES, R. P.; ZERVOUDAKIS, J. T.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. K.; ROSA E SILVA, P. I. J. L.; MATOS, N. B. N.; FELICIANO, A. L.; PAULA JÚNIOR, R. G.; CABRAL, L. S. Efficiency of nitrogen metabolism in beef cattle grazing pasture and supplemented with different protein levels in the rainy season. **Tropical Animal Health Production**, v. 50, n. 4, p. 715-7210, 2018b.

TESTER, R. F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch – composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, v. 39, n. 2, p. 151-165, 2004.

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1649-1662, 1986.

TSUNECHIRO, A.; MIURA, M. Relações de preço sorgo/milho nos estados de são paulo, goiás e rio grande do sul. **Informações Econômicas**, SP 41: 2001-2091, 2011.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. CQBAL 3.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 30/01/2019.

VALENTE, E. E.; PAULINO, M. F.; BARROS, L. V.; ALMEIDA, D. M.; MARTINS, L. S.; CABRAL, C. H. Nutritional evaluation of young bulls on tropical pasture receiving supplements with different protein:carbohydrate ratios. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 27, n. 10, p. 1452-1460, 2014.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornell University Press, P. 476, 1994.

WEBER, F. H.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. Caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 748-753, 2009.

WHONG, J. H.; LAU, T.; CAI, N.; SINGH, J.; PEDERSEN, J. F.; VENSEL, W. H.; HURKMAN, W. J.; WILSON, J. D.; LEMAUX, P. G.; BUCHANAN, B. B. Digestibility of protein and starch from sorghum (*Sorghum bicolor*) is linked to biochemical and structural features of grain endosperm. **Journal of Cereal Science**, v. 49, n. 1, p. 73-82, 2009.

ZHU, F. Structure, physicochemical properties, and uses of millet starch. Review. **Food Research International**, v. 64, p. 200-211, 2014.

ZINN, R. A.; GARCES, P. Simpósio de produção de gado de corte, 2006, Viçosa, MG. **Supplementation of beef cattle raised on pasture: biological and economical considerations**, DZO, p. 1-14.

**CAPÍTULO II – TERMINAÇÃO A PASTO DE NOVILHAS DE CORTE
SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS**

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes fontes energéticas em rações sobre o desempenho produtivo, econômico, características de carcaça e da carne de novilhas Nelore em pastejo de capim Mombaça durante o período das águas. Foram utilizadas 126 novilhas Nelore, com idade média de 17 meses e peso médio inicial de 267 ± 12 kg. Foram abatidas seis novilhas ao início do período experimental como referência para avaliar o ganho médio em carcaça e o rendimento de ganho. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 30 repetições (novilhas) por tratamento para as variáveis peso inicial, ganho médio diário e peso de abate, e 10 repetições por tratamento para as demais variáveis analisadas. Foram avaliados quatro suplementos isoproteicos (140 g kg^{-1} de proteína bruta) contendo milheto ou milho ou sorgo, todos moídos, ou milho inteiro, todos fornecidos ao nível de $7,5 \text{ g kg}^{-1}$ do peso corporal. O peso ao abate, ganho médio diário, ganho médio em carcaça e peso de carcaça quente não foram influenciados ($P > 0,05$) pelas fontes energéticas, com média de 336 kg; $0,82 \text{ kg dia}^{-1}$; $0,518 \text{ kg kg}^{-1}$ do ganho médio diário e 186,93 kg, respectivamente. O rendimento de carcaça quente e o rendimento de ganho foram maiores ($P < 0,05$) para os animais que receberam milho moído ($52,4 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ do peso corporal e $688,3 \text{ g kg}^{-1}$ ganho médio diário) em relação aos animais que receberam milheto ($51 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ do peso corporal e $602,3 \text{ g kg}^{-1}$ ganho médio diário) e sorgo ($51 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ do peso corporal e $604,8 \text{ g kg}^{-1}$ ganho médio diário) e foram semelhantes ao milho inteiro ($51,4 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ do peso corporal e $629,2 \text{ g kg}^{-1}$ ganho médio diário). O tratamento milho inteiro foi semelhante ($P > 0,05$) aos demais tratamentos para a variável rendimento de carcaça quente. Os tratamentos não influenciaram ($P > 0,05$) o peso de carcaça quente integral, recorte de gordura, área do *Longissimus lumborum* e quebra ao resfriamento. A espessura de gordura subcutânea foi maior ($P > 0,05$) para o milho moído (4,48 mm) em relação ao milheto (2,67 mm), e não houve diferença para os tratamentos sorgo (3,45 mm) e milho inteiro (3,22). Com exceção da matéria mineral, o ganho de peso total, a composição centesimal, a proporção de cortes primários, a composição tecidual da carcaça, as medidas métricas, as características sensoriais, qualitativas e quantitativas da carne não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos tratamentos. O sorgo, milho inteiro e milheto apresentam potencial de uso em rações energéticas em relação ao milho moído, pois não prejudicam o desempenho produtivo, econômico e características de carcaça e carne dos animais. Nas condições deste trabalho o milheto foi a melhor alternativa para substituir o milho moído, pois melhora a lucratividade do negócio. No entanto, em regiões em que o produtor é remunerado pelo adequado acabamento das carcaças, o uso milheto deve ser melhor avaliado, pois se mostrou menos eficiente para esta característica em relação as demais alternativas testadas.

Palavras-Chave: Capim Mombaça, Grão inteiro, Lotação contínua, Milheto, Nelore, Sorgo.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of different energy sources on the productive and economic performance and carcass characteristics of Nellore heifers kept on pasture of Mombaça grass. One hundred and twenty-six Nellore heifers were used, with average initial age of 17 month-old and 267 ± 12 kg of body weight. Six heifers were slaughtered at the beginning of the experimental period to determine the average carcass gain and gain dressing. The experimental design was the completely randomized with four treatments and 30 replicates, each replicate represented by one animal. The diets were isonitrogenous (140 g kg^{-1} of crude protein) containing ground millet, ground corn, ground sorghum, and whole corn supplying heifers diet at the level of 7.5 g kg^{-1} of body weight. The experiment was conducted during the rainy season under a continuous grazing system. The finishing period was 84 days. At the end of the trial period 10 animals per treatment were slaughtered based on the average final weight of the treatment. The slaughter weight, average daily gain, average carcass gain and hot carcass weight were not influenced ($P>0.05$) by energy sources, with a mean of 336 kg; 0.82 kg day^{-1} ; 0.518 kg kg^{-1} average daily gain and 186.93 kg, respectively. The hot carcass dressing and the gain dressing were higher ($P<0.05$) for animals that received ground corn ($52.4 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ body weight and 688.3 g kg^{-1} average daily gain) than for the animals that received ground millet ($51 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ body weight and 602.3 g kg^{-1} average daily gain), ground sorghum ($51 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ body weight and 604.8 g kg^{-1} average daily gain) and whole corn ($51.4 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ body weight and 629.2 g kg^{-1} average daily gain). The whole corn treatment was similar ($P>0.05$) to the other treatments for the variable hot carcass dressing and gain dressing. The treatments did not influence ($P>0.05$) the whole hot carcass weight, fat trimming, *Longissimus lumborum* area and cooling loss. The subcutaneous fat thickness was greater ($P>0.05$) for the treatments ground corn (4.48 mm) in comparison to the ground millet (2.67 mm), and had not differences for the ground sorghum (3.45 mm) and whole corn (3.22 mm). Except of meat ash, the total daily gain, centesimal composition, carcass primary cuts, carcass tissue composition, carcass metric characteristics, and meat sensory and qualitative and quantitative characteristics were not influenced ($P>0.05$) by treatments. The whole corn, ground sorghum and ground millet have potential use in energy diet in comparison to ground corn, which does not affect the productive performance, carcass and meat characteristics of the animals. In the conditions of this work the ground millet was the best alternative to replace ground corn, since it improves the profitability of the business. However, in regions where the producer is remunerated for the adequate carcass fatness, the use of pearl millet should be better evaluated, once it proved less efficient for this characteristic in relation to the other alternatives tested.

Keywords: Continuous stocking, High grain, Millet, Mombaça grass, Nellore.

1 INTRODUÇÃO

Animais terminados a pasto com elevada idade ao abate geralmente produzem carcaças e carnes de baixa qualidade, devido ao acabamento escasso ou ausente o que prejudica a comercialização em mercados mais exigentes quanto à qualidade. A busca por mercados mais especializados tem estimulado produtores a adotarem tecnologias, como a suplementação a pasto, que permitam abater animais mais jovens e pesados com reflexos positivos sobre as características de carcaça e carne (acabamento, peso, marmoreio e maciez) (YUKSEL et al., 2012; GUERRA et al., 2016), além de melhorar a rentabilidade do sistema (PEREIRA JUNIOR et al., 2016).

O uso de novilhas apresenta vantagem nesse tipo de sistema por atingirem maior grau de acabamento com menor peso e mais jovens quando comparadas a outras categorias, beneficiando as características da carcaça e da carne (ROTTA et al., 2009; BURES; BARTON, 2012). Esses atributos favorecem a sua utilização em programas de carnes certificadas para atender nichos de mercados que pagam mais por carne de melhor qualidade (MAIA FILHO et al., 2015).

O fornecimento de ração a pasto reduz a idade ao abate (MENEZES et al., 2019) e proporciona maior deposição de gordura na carcaça (SMITH et al., 2009; GUERRA et al., 2016) com produção de carcaças mais pesadas (YUKSEL et al., 2012; BOITO et al., 2018), podendo ter efeitos positivos sobre as características sensoriais da carne, apresentando-se como uma importante estratégia para obtenção de carcaças de melhor qualidade quando se realiza a terminação de bovinos a pasto.

O principal alimento energético utilizado em suplementos e rações na pecuária brasileira é o milho (*Zea mays*) na forma moída, porém, o uso de grãos como milheto (*Pennisetum americanum*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) na alimentação de bovinos podem ser interessantes do ponto de vista econômico, pois além do custo por quilograma ser menor, apresentam maior teor de proteína bruta que o milho e têm demonstrado bons resultados sobre características de carcaça e carne de animais confinados ao substituírem parcial ou totalmente o milho da dieta (LARRAÍN et al., 2009; SILVA et al., 2014). Outra alternativa para a redução do custo dos concentrados é utilizar o grão de milho na forma inteira sem necessidade do processo de moagem, por reduzir o custo com o processamento e facilitar a logística no dia a dia da propriedade (PETERS, 2006).

Objetivou-se avaliar a substituição do milho moído por milho inteiro, sorgo e milheto moídos como fontes alternativas de ingredientes energéticos na suplementação de novilhas

Nelore terminadas a pasto no período das águas, sem prejuízos ao desempenho, características da carcaça e da carne e com redução dos custos de produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT) sob processo de nº 23101001798/2016-21.

O experimento foi realizado na Chácara Santa Luzia (7°3'42.59"S 48°13'26.41"W), localizada no município de Araguaína-TO, região Norte do Tocantins durante o período chuvoso entre os dias 14 de fevereiro a 21 de maio de 2016. O clima da região é classificado como Aw (quente e úmido) com chuvas de outubro a maio, apresentando precipitação pluviométrica média anual de 1.800 mm, temperaturas máximas de 40 °C, mínimas de 18 °C e média de 28 °C, com umidade relativa do ar média anual de 76% (KÖPPEN, 1948). O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico, tendo como principais limitações a textura arenosa ao longo do perfil, a baixa capacidade de troca de cátions e retenção de água. Os dados climáticos (Tabela 1) foram coletados na estação meteorológica de Araguaína, localizada a aproximadamente 4 km do local do experimento.

Tabela 7 - Dados meteorológicos coletados no período de fevereiro a maio de 2016

PERÍODO	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Umidade relativa (%)
	Máxima	Mínima	Média		
1° (27/02 a 18/03/2016)	32,0	23,3	27,6	194,6	80,8
2° (19/03 a 09/04/2016)	31,9	23,2	27,6	111,9	83,0
3° (10/04 a 30/04/2016)	31,9	23,0	27,4	61,5	79,2
4° (01/05 a 21/05/2016)	32,4	22,0	27,2	86,4	77,3

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Estação meteorológica localizada na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - Campus Universitário de Araguaína-TO.

O experimento foi implantado em uma área de 30 ha dividida em quatro piquetes de 7,5 ha, formados com capim Mombaça (*Megathyrus maximus*) e providos de cochos cobertos de duplo acesso e “aguada natural”.

Foram utilizadas 120 novilhas Nelore, com idade média de 17 meses e peso corporal médio inicial de 267±12 kg e número variável de reguladores da mesma categoria. Os lotes de animais foram rotacionados entre os piquetes a cada 21 dias em sentido pré-estabelecidos (anti-horário) visando reduzir a influência da variação na biomassa e qualidade da forragem disponível entre os piquetes. Foram utilizados animais reguladores para adequar a carga

animal pela técnica *put and take* (MOTT; LUCAS, 1952), com objetivo de manter a altura do pasto entre 50 e 90 cm (CUNHA et al., 2010; CARVALHO et al., 2017). Os animais reguladores foram mantidos em pasto anexo a área experimental.

Foi realizada adubação nitrogenada na dosagem de 57 kg de nitrogênio ha⁻¹ fracionada em três aplicações nos dias 26 de fevereiro, 22 de março e 28 de abril de 2016, sendo as duas primeiras aplicações realizadas com ureia como fonte de nitrogênio e a última com a fórmula N-P-K (20-0-20).

Os tratamentos consistiram de diferentes fontes energéticas a base de milheto (*Pennisetum americanum*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e milho (*Zea mays*), sendo o milho fornecido na forma de grão inteiro ou moído, constituindo quatro tratamentos como descrito a seguir:

- **Tratamento 1** – Suplemento energético composto por um núcleo proteico-mineral-vitamínico peletizado (Engordin® 45) misturado ao milho moído.
- **Tratamento 2** – Suplemento energético composto por núcleo proteico-mineral-vitamínico peletizado (Engordin® 45) misturado ao milho inteiro.
- **Tratamento 3** – Suplemento energético composto por milheto moído, mistura mineral e ureia.
- **Tratamento 4** – Suplemento energético composto por sorgo moído, mistura mineral e ureia.

O suplemento foi fornecido na matéria natural aos animais na proporção de 7,5 g kg⁻¹ do peso corporal, ajustando-se a quantidade ao final de cada período experimental. Os suplementos foram formulados para serem isoproteicos (140 g kg⁻¹ de proteína bruta) e fornecido diariamente às 11:00 horas da manhã. O Engordin® apresentou matéria seca, proteína bruta e matéria mineral de 848,05; 436,22; 204,82 g kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente. A proporção dos ingredientes utilizados e a composição química dos suplementos estão apresentadas na Tabela 2.

Os animais foram pesados ao início do experimento e a cada 21 dias, sem jejum, sempre pela manhã. O período total do experimento foi de 97 dias, sendo 13 dias para adaptação às rações experimentais e ao manejo e 84 dias divididas em quatro períodos de 21 dias, destinados ao acompanhamento do desenvolvimento ponderal e coleta de dados

Tabela 8 - Proporção dos ingredientes e composição química dos suplementos

Ingredientes	Rações (g kg ⁻¹ na Matéria Natural)			
	Milho moído	Milho inteiro	Milheto moído	Sorgo moído
Milho	850	850	-	-
Sorgo	-	-	-	934
Milheto	-	-	944	-
Mistura Mineral ¹	-	-	50	50
Engordin 45® ²	150	150	-	-
Ureia	-	-	6,0	16
Composição química (g kg ⁻¹ de Matéria Seca)				
Matéria seca (g kg ⁻¹ de MN)	864,51	861,26	888,02	870,37
Proteína bruta	137,60	135,38	136,16	139,96
Extrato etéreo	24,35	26,45	41,47	22,22
Fibra em detergente neutro	113,22	112,88	91,62	87,89
FDNcp	97,75	94,07	58,76	51,55
Fibra em detergente ácido	44,37	42,58	27,13	25,93
NIDN (g kg ⁻¹ N total)	89,64	91,41	203,38	222,7
NIDA (g kg ⁻¹ N total)	14,08	21,92	78,74	47,89
Carboidratos não fibrosos	697,91	703,31	721,76	762,31
Hemicelulose	70,43	64,53	69,34	51,93
Celulose	3,63	3,07	3,88	3,28
Lignina	1,42	1,92	2,59	2,51
Cinzas	43,39	40,79	52,73	52,98
Carboidratos totais	795,66	797,38	769,64	784,86
NDT ³	860,81	831,53	821,02	799,90

¹Níveis de garantia kg⁻¹ de produto (Granfós 80®): Ca- (max e min) 160,0 e 158,4 g; Co- 200 mg; Cu- 1500 mg; S- 23,1 g; F- (máx) 738,9 mg; P- (min) 80 g; I- 150 mg; Mg- 10 g; Mn- 1140,1 mg; Se- 18,10 mg; Na- 134,44 mg; Zn- 4266 mg; ²Engordin Grão Inteiro® - Suplemento proteico, mineral e vitamínico peletizado (Agrocria Nutrição Animal) –Níveis de garantia : P- 9.000 mg/kg; Ca- (mín) 28 g/kg; Co- 8 mg/kg; Cu- (mín) 255 mg/kg; Cr- (mín) 2,2 mg/kg; S- (mín) 7.000 mg/kg; F- (max) 72 mg/kg; I- (mín) 8 mg/kg; Mn- (mín) 290 mg/kg; Mg- (mín) 8.600 mg/kg; Mo- (mín) 0,5 mg/kg; Ni- (mín); K (mín) 15 g/kg; Se- (mín) 2,9 mg/kg; Na- (mín) 13,6 g/kg; Zn- (mín) 670 mg/kg; Vit A- (mín) 38.600 U.I/kg; Vit D- (mín) 4.800 U.I/kg; Vit E (mín) 220 U.I/kg; Monensina- (mín) 300 mg/kg; ³Estimado (NRC, 2001) – PAF: Milho Inteiro = 0,95; Milho moído= 1,0; Milheto e Sorgo moído= 0,92; MN = matéria natural; N = Nitrogênio; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigido para os teores de cinza e proteína; NIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; NDT = Nutrientes digestíveis totais.

Previamente, ao início do período de adaptação os animais foram everminados com a utilização de ivermectina 1% (1 mL 50 kg⁻¹ de peso corporal) e identificados com brincos auriculares convencionais. Durante o período de adaptação os animais foram alojados nos piquetes experimentais recebendo ração.

No início do período experimental após a pesagem inicial foram escolhidos seis animais, tomando como base o peso médio do lote, para serem abatidos como animais referência com objetivo de estimar o ganho médio em carcaça e o rendimento de ganho. Os demais foram distribuídos aleatoriamente nos quatro tratamentos, permitindo alocação de 30 animais por tratamento.

Semanalmente foi realizada a coleta de amostra dos suplementos fornecidos, armazenadas em sacos plásticos e misturadas objetivando a formação de amostras compostas ao final de cada período experimental. Posteriormente, foi realizada a pré-secagem das amostras dos suplementos em estufa de ventilação forçada a 55 °C, sendo em seguida moídas em moinho com peneira de crivos de 1 mm e armazenadas em recipiente plástico para posterior análise bromatológica.

No início do experimento e a cada 21 dias foi determinada a massa seca de forragem disponível nos quatro piquetes conforme método de dupla amostragem (WILM et al., 1994). A dupla amostragem do pasto foi realizada com base na altura média do dossel forrageiro obtida por meio de medições em 80 pontos, coletadas de forma aleatória em sentido duplo diagonal pré-estabelecido, com auxílio de régua graduada. Tomando como base a altura média do dossel forrageiro foram colhidas duas amostras do pasto com auxílio de moldura retangular, com área de 0,6 m² (1,0 x 0,6 m) e realizado o corte da forragem rente ao solo. Esta foi pesada e posteriormente seca em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas.

A taxa de lotação por período foi calculada pela seguinte equação: $TL_j = ((PT + ((PR \times DPiq)/n)) / UA) / AP$, em que: TL = taxa de lotação no período j, em UA ha⁻¹; PT = peso dos animais teste, em kg de PC; PR = peso dos animais reguladores, em kg de PC; Dpiq = dias de permanência dos animais reguladores no piquete; n = número de dias do período experimental; UA = unidade animal (450 kg de PC); AP = área do piquete, em hectare.

A estimativa da taxa de acúmulo diário da forragem foi realizada com auxílio de duas gaiolas de exclusão ao pastejo com área de 1,5 m² (1,0 x 1,5 m) por piquete, pela equação proposta por Campbell (1966). A equação utilizada foi: $TAD_j = ((G_i - F_{i-1}) / n) - 1$, em que: TAD_j = taxa de acúmulo de matéria seca no período j, em kg MS ha⁻¹ dia⁻¹; G = matéria seca dentro das gaiolas no instante i, em kg MS ha⁻¹; F_{i-1} = matéria seca fora das gaiolas no instante i - 1, em kg MS ha⁻¹; n = número de dias do período j. A alocação das gaiolas foi feita por meio da técnica do triplo emparelhamento proposta por Klingmann et al. (1943). As gaiolas de exclusão foram mudadas de lugar a cada período experimental levando em consideração a altura média do pasto. Das amostras oriundas da dupla amostragem foram feitas subamostras,

pesadas e utilizadas para a determinação da matéria seca e dos componentes morfológicos (lâmina foliar e colmo+bainha). A partir dessas variáveis foi determinada a relação folha:colmo.

A oferta de forragem foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: $OF = ((MSFD+TAD)/PC) \times 100$, em que: OF = oferta de forragem, em kg MS $100 \text{ kg}^{-1} \text{ PC dia}^{-1}$; MSFD = massa seca de forragem disponível diária, em kg de MS $\text{ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; TAD = taxa de acúmulo diário, em kg MS $\text{ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; PC = peso corporal dos animais, em kg ha^{-1} . Foi calculada ainda oferta de lâminas foliares, considerando o percentual de folha em relação à oferta total.

As análises de composição bromatológica do pasto foram realizadas a partir das amostras do pastejo simulado. A obtenção das amostras do pastejo simulado foi obtida em todos os períodos experimentais, e em todos os piquetes, no dia correspondente à metade do período experimental. O pastejo simulado foi realizado conforme Johnson (1978), manualmente, após um período prévio de observação do comportamento de pastejo dos animais, área, altura e partes da planta que estavam sendo consumidas objetivando obter uma porção da planta similar àquela selecionada pelos animais. Foi coletado aproximadamente 600 g de material.

As análises de matéria seca (método 9341.01), matéria mineral (método 924.05), proteína bruta (método 920.87) e extrato etéreo (método 920.85) foram determinadas segundo AOAC (1990). A determinação do nitrogênio insolúvel em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina foram realizadas conforme descrição de Van Soest et al. (1991). Para todas as amostras de fibra em detergente neutro foram utilizadas 50 μL da enzima alfa-amilase termoestável para solubilização de compostos amiláceos (MERTENS, 2002).

Os valores de carboidratos totais (CT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que $CT = 1000 - (PB + EE + MM)$. Nas dietas com ureia na composição, os teores dietéticos dos carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados por adaptação à proposição de Hall (2000), em que $CNF = 100 - [(PB - PB \text{ da ureia} + ureia) + FDN_{cp} + EE + MM]$. O teor de NDT dos alimentos foi estimado segundo NRC (2001) pela equação proposta:

Em que nas equações 1, 2, 3, 4, 5, $dvCNF$ = digestibilidade verdadeira dos carboidratos não fibrosos, $dvPB$ = digestibilidade verdadeira da proteína bruta, $dvEE$ = digestibilidade verdadeira do extrato etéreo, $dvFDN$ = digestibilidade verdadeira da fibra em detergente neutro, -7 = percentual de energia perdida nas fezes, FAP = fator de ajuste de

processamento, PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro N x 6,25, EE= extrato etéreo, L = lignina, FDNn = FDN – PIDN.

$$\text{NDT}_{1x} (\%) = \text{dvCNF} + \text{dvPB} + (\text{dvEE} \times 2,25) + \text{dvFDN} - 7, \quad (1)$$

em que,

$$\text{dvCNF} = 0,90 \times (100 - [(\text{FDN} - \text{PIDN}) + \text{PB} + \text{EE} + \text{MM}]) \times \text{FAP}; \quad (2)$$

$$\text{dvPB} = [1 - (0,4 \times (\text{PIDA}/\text{PB}))] \times \text{PB}; \quad (3)$$

$$\text{dvEE} = \text{EE} - 1; \text{ (Se menor que 1, considera 0);} \quad (4)$$

$$\text{dvFDN} = 0,75 \times (\text{FDNn} - \text{L}) \times [1 - (\text{L}/\text{FDNn})^{0,667}]. \quad (5)$$

Ao final do período de terminação foram escolhidas 10 novilhas por tratamento tomando como base o peso médio final dos tratamentos, e abatidas em frigorífico comercial com Serviço de Inspeção Federal – SIF, seguindo-se o fluxo normal do estabelecimento, localizado a 25 km de distância do local do experimento. O peso ao abate foi obtido no fim do período experimental, sem jejum prévio. Para obtenção do peso de carcaça quente as carcaças foram lavadas, divididas ao meio e pesadas sendo que durante a limpeza das meias carcaças foram coletados os recortes de gordura obtendo-se o PCQ e o peso dos recortes de gordura. O rendimento de carcaça quente (RCQ) foi obtido utilizando-se a fórmula: $\text{RCQ} = (\text{PCQ}/\text{PA}) \times 100$.

O ganho médio em carcaça em kg kg^{-1} do ganho médio diário foi calculado de acordo com a seguinte fórmula: $\text{ganho médio diário em carcaça} = ((\text{PA} \times \text{RCQ}) - (\text{PI} \times \text{RCQRef}))/\text{D}$, em que, PA = peso ao abate dos animais teste; RCQ = rendimento de carcaça quente; PI = peso inicial dos animais teste; RCQRef = rendimento de carcaça quente dos animais referência e, D = número de dias que os animais foram arraçoados. O rendimento de ganho em g kg^{-1} do ganho médio diário foi calculado pela relação do ganho médio em carcaça e do ganho médio diário multiplicado por 100.

Após as carcaças serem resfriadas em câmara fria à temperatura próxima a 1 °C por período de 24 horas, foram pesadas novamente obtendo-se o peso de carcaça fria (PCF) que foi utilizado para determinação do rendimento de carcaça fria ($\text{RCF} = (\text{PCF}/\text{PA}) \times 100$) e do índice de compactidade da carcaça ($\text{CPC} = \text{PCF}/\text{CC}$).

Foi realizado um corte transversal no músculo *Longissimus lumborum* entre a 12ª e 13ª costela da meia carcaça direita para as avaliações da espessura de gordura subcutânea, com auxílio de um paquímetro, medindo a espessura em três pontos na seção “HH” e obtendo-se a média. Com o auxílio de papel vegetal foi traçado o contorno da área muscular do

Longissimus lumborum, sendo posteriormente determinada a área do *Longissimus lumborum* por meio do software Image J®, expressa em cm² e corrigida para 100 kg de peso de carcaça fria.

O pH final foi medido na carcaça após serem resfriadas por 24 horas, na região do músculo *Longissimus lumborum*, na altura da 12^a costela, com auxílio de pHmetro (Testo 205®) específico para carnes. Posteriormente da meia carcaça direita retirou-se a seção “HH” compreendida entre a 9^a e 11^a costelas, seguindo metodologia de Hankins e Howe (1946). Em seguida, as seções “HH” foram embaladas em sacos plásticos, identificadas e levadas ao Laboratório de Carnes da UFT, onde se avaliou o grau de marmorização segundo metodologia descrita por (MÜLLER, 1987).

A colorimetria foi avaliada pela escala CIELAB por meio da média aritmética de quatro aferições por animal, realizadas no músculo *Longissimus lumborum* após a retirada da seção HH e exposição ao ar por 30 minutos. Para tal, utilizou-se o colorímetro Croma Meter CR-410, Kônica Minolta®. As determinações dos valores para croma (C*) e ângulo de tonalidade (H*) foram determinadas segundo MacDougal (1994), usando as coordenadas intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) obtidas nas determinações colorimétricas, com as seguintes fórmulas: $C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{0,5}$; $H^* = \arctan (b^*/a^*)$.

As seções “HH” foram dissecadas nos tecidos, músculo, gordura e osso, tendo seus pesos anotados para estimar suas participações na carcaça, conforme Hankins e Howe (1946), adaptada por Muller (1987). As meias carcaças esquerdas foram separadas nos cortes primários: dianteiro, traseiro especial e ponta de agulha, seguidos de pesagem. Na meia carcaça direita foram realizadas as medidas métricas, segundo metodologia descrita por Muller (1987).

Após separação física, o músculo *Longissimus lumborum* foi devidamente embalado, identificado e congelado a -20 °C. Posteriormente, foram retirados dois bifés com 2,54 cm da porção cranial, perpendicularmente ao comprimento do músculo da amostra ainda congelada. Os bifés foram pesados, colocados em bandeja de alumínio e descongelados em refrigerador doméstico a 4 °C por 24 horas. Depois de descongelados, os bifés foram novamente pesados para obtenção da quebra ao descongelamento. Após esse processo, foram colocados em bandejas e assados em forno elétrico até atingir 40 °C, momento que foram virados, sendo retirados ao atingirem 70 °C de temperatura interna, monitorada com auxílio de um termômetro equipados com eletrodos (*Data Logger* - Testo). Novamente os bifés foram pesados para obtenção da quebra a cocção. Nesses mesmos bifés foram extraídas seis amostras de feixes musculares (circulares) com 1 cm² de área por bife, os quais foram

cortados perpendicularmente à fibra e, submetidos a leitura no aparelho texturômetro TA-TXT Plus® com lâmina Warner-Bratzler, para determinar a força de cisalhamento, obtida pela média das leituras. A composição química da carne foi determinada em amostra do músculo *Longissimus lumborum*. As amostras foram moídas e pré-secas em estufa de circulação forçada à 55 °C por 72 horas, sendo posteriormente moídas em moinho com peneira de 1 mm e armazenadas a temperatura de -10 °C para posteriores análises químicas de matéria seca (método 9341.01), matéria mineral (método 924.05), proteína bruta (método 920.87) e extrato etéreo (método 920.85) (AOAC, 1990).

Para a avaliação econômica foram determinadas as seguintes variáveis: Custo da suplementação = preço do ingrediente x percentual de participação no suplemento; custo diário com suplemento por animal = custo por kg de suplemento x fornecimento de suplemento; custo total com suplemento = custo diário com suplemento por animal x período de alimentação; custo por kg de ganho de peso = custo diário com suplemento por animal/ganho médio diário; custo total por animal = custo de aquisição + custo total com suplemento + custo da pastagem + custo com sanidade + custo com mão de obra; receita bruta = peso de carcaça quente x preço do kg de carcaça quente; margem bruta = receita bruta - custo total.

Para compra de insumos e venda dos animais foi considerado o preço médio praticado entre os meses de fevereiro a junho de 2016 no estado do Tocantins. O preço dos ingredientes do suplemento, de compra e venda dos animais e os custos com sanidade, mão de obra e pasto estão apresentados na Tabela 7. Para o preço de compra dos animais foi considerado ágio de 5% em relação ao valor da venda. O suplemento representou em média 300 g kg⁻¹ do consumo de matéria seca total, tendo como base um consumo de matéria seca total de 20 g kg⁻¹ do PC. Portanto, para efeito de cálculo esse percentual de consumo de matéria seca do suplemento foi descontado do custo do pasto sendo considerado então R\$ 17,5/cabeça/mês.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 30 repetições (novilhas) por tratamento para as variáveis peso inicial, ganho médio diário e peso de abate; e 10 repetições por tratamento para as demais variáveis analisadas. O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = m + D_i + e_{ij},$$

em que Y_{ij} será o valor observado do animal que recebeu o suplemento i ; m , constante geral; D_i , efeito da fonte energética i , sendo $i = 1, 2, 3$ e 4 ; e e_{ij} , erro associado a cada observação. Os dados foram submetidos a testes de homocedasticidade e normalidade. Diante desse pressuposto foram realizadas análise de variância em todas as variáveis quantitativas e

normais. As médias foram submetidas à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM do SAS e as médias comparadas pelo teste t Student ($\alpha = 0,05$). Para as variáveis não paramétricas foi realizado o teste de Kruskal Wallis, seguido do procedimento de Conover a $\alpha = 0,05$ de significância para comparação das médias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura média do dossel forrageiro entre os períodos variou entre 53,2 e 52,2 cm (Tabela 3) mantendo-se dentro do preconizado (entre 50 e 90 cm) e sugerido por Euclides et al. (2016) e Euclides et al. (2018) como intervalo de altura de manejo ideal para favorecer a estrutura do pasto, acúmulo de forragem, consumo de pasto e garantir bom desempenho individual e por área quando se trabalha com capim Mombaça. Foram observados valores médios de a massa seca de forragem disponível e oferta de forragem de 4.670 kg ha⁻¹ e 22,23 kg de matéria seca 100 kg⁻¹ PC dia⁻¹, respectivamente, o que proporcionou condições favoráveis para que os animais exercessem pastejo seletivo. A composição química e a disponibilidade de forragem (Tabela 3) das pastagens durante o período experimental demonstram que o capim Mombaça apresenta elevados potenciais, tanto de produção quanto de qualidade, para ser utilizado em sistemas de manejo intensivo.

A oferta de lâminas foliares, parte com maior valor nutritivo da planta, é uma boa medida da qualidade do material colhido e ingestão de forragem, a qual permite predizer com segurança o desempenho animal, apresentando alta correlação com o ganho de peso corporal (SOLLENBERGER et al., 2005). No presente trabalho a oferta de lâminas foliares variou de 8,3 a 12,8 kg de matéria seca 100 kg PC dia⁻¹, o que indica boa condição para seletividade e consumo de forragem de qualidade. Segundo pesquisa de Machado et al. (2008), ofertas de lâminas foliares entre 8 a 12% do peso vivo permitem que os animais consumam as folhas verdes e com boa qualidade da dieta. Menores oferta de lâminas foliares foram observadas no 3º e 4º período, em virtude do florescimento do capim que iniciou na metade do segundo período (26 de março), que provocou redução na relação folha:colmo. No entanto, pode-se inferir que não houve limitação de consumo pela oferta de forragem e oferta de lâminas foliares, pois, mesmo com redução nos valores dessas variáveis ao longo dos períodos, foram verificadas oferta de forragem entre 10 a 12 kg de matéria seca 100 kg⁻¹ peso corporal dia⁻¹ que, segundo Silva et al. (2009), proporciona máximo consumo e desempenho individual sem comprometer o ganho por área. Desta forma, houve adequada disponibilidade de forragem para o crescimento contínuo dos animais (Tabela 3).

Tabela 9 - Características estruturais, agronômicas e composição bromatológica do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*)

Variáveis	PERÍODO				Média
	1°	2°	3°	4°	
Altura média do dossel (cm)	53,26	52,82	51,21	50,20	52,12
MSFD (kg ha ⁻¹)	4780	4710	4620	4570	4670
Taxa de lotação (UA ha ⁻¹)	2,92	3,28	3,17	3,36	3,2
TAD (kg de MS ha ⁻¹ dia ⁻¹)	124,7	126,4	50,9	54,7	89,2
OF (kg de MS 100 kg ⁻¹ PC dia ⁻¹)	26,4	23,7	19,6	19,3	22,2
OL (kg de MS 100 kg ⁻¹ PC dia ⁻¹)	12,8	11,5	8,3	8,6	10,3
Relação F/C	1,56	1,64	1,23	1,35	1,44
Composição bromatológica do pasto (g kg ⁻¹ de MS)					
Matéria seca (g kg ⁻¹ de MN)	251,51	252,39	248,26	260,00	253,04
Proteína bruta	154,65	154,86	114,75	139,41	140,92
Extrato etéreo	24,10	24,71	16,29	15,19	20,82
Fibra em detergente neutro	659,08	691,60	702,90	674,10	681,92
FDNcp	598,87	622,54	657,80	629,49	627,17
Fibra em detergente ácido	359,48	376,93	384,34	368,52	372,32
NIDN (g kg ⁻¹ N total)	372,35	409,79	422,35	390,23	398,68
NIDA (g kg ⁻¹ N total)	53,91	62,28	98,37	62,45	69,25
Carboidratos não fibrosos	161,14	138,43	142,47	147,35	147,35
Hemicelulose	327,53	338,60	302,21	324,79	323,28
Celulose	24,75	28,30	38,14	31,43	30,66
Lignina	18,50	23,29	33,51	28,48	25,95
Matéria mineral	61,24	59,46	65,69	65,00	62,85
Carboidratos totais	760,00	761,02	800,38	780,42	775,42
Nutrientes digestíveis totais ¹	645,00	638,62	600,28	613,47	624,34

1° Período - (27/02 a 18/03/16); 2° Período - (19/03 a 09/04/16); 3° Período - (10/04 a 30/04/16); 4° Período - (01/05 a 21/05/2016). MN - Matéria Natural; MSFD - massa seca de forragem disponível; TAD - taxa de acúmulo diário; OF - oferta de forragem; OL - oferta de lâmina foliar; F/C - folha:colmo; FDNcp - fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; NIDN - Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA - Nitrogênio insolúvel em detergente ácido. ¹Estimado (NRC, 2001) – PAF= 1

A relação folha:colmo variou de 1,23 a 1,64 entre os períodos avaliados, todavia foi observada relação folha:colmo sempre acima de um, o que pode favorecer o consumo voluntário dos animais por facilitar a seleção de folhas e o bocado, fazendo com que o animal dispenda menor tempo ao pastejo (CECATO et al., 2017).

A relação nutrientes digestíveis totais:proteína bruta foi de 4,4; valor abaixo dos 7,0 considerado ideal para otimizar o consumo e a degradação da forragem (DETMANN et al., 2014), diante disso, o uso de fontes energéticas para aumentar a relação energia proteína é justificado. Considerou-se que os valores médios de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais do pasto, com consumo de matéria seca de 20 g kg⁻¹ do peso corporal, o consumo de

proteína bruta do pasto suportaria ganhos diários de 1,0 kg dia⁻¹ para uma novilha Nelore de 300 kg, no entanto, para atingir esse ganho haveria um déficit energético (VALADARES FILHO et al., 2016), o que demonstra a importância do fornecimento de uma fonte energética ao trabalhar com pastos com bom aporte proteico.

As altas ofertas de forragem e de lâminas foliares permitiram aos animais selecionarem uma dieta mais nutritiva e equilibrada do ponto de vista nutricional, o que pode ter contribuído para semelhança (P>0,05) entre as fontes energéticas sobre o desempenho. Segundo Poppi e Mcllenam (1995), quanto maior for a qualidade da forragem disponível ao pastejo, menor será o efeito dos tipos e níveis de suplementação, devido ao efeito substitutivo do pasto pelo suplemento.

Não houve influência (P>0,05) das fontes energéticas sobre o peso ao abate, ganho de peso total, ganho médio diário, ganho médio em carcaça e peso de carcaça quente (Tabela 4).

Tabela 10 - Desempenho de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas

Variáveis	TRATAMENTOS				Média	EPM	Valor-P
	Milho moído	Milho inteiro	Milho moído	Sorgo moído			
Peso inicial (kg)	269,9	269,5	265,2	264,9	267,38	4,569	0,793
Peso ao abate (kg)	335,1	338,4	338,6	334,6	336,68	5,477	0,918
GPT (kg)	65,20	68,93	73,36	69,70	69,30	2,225	0,085
GMD (kg dia ⁻¹)	0,77	0,82	0,87	0,83	0,82	0,027	0,085
GMC (kg kg ⁻¹ GMD)	0,530	0,516	0,524	0,502	0,52	0,057	0,414
PCQ (kg)	189,8	186,7	186,5	184,8	186,95	1,870	0,314
RCQ (kg/100 kg PC)	52,4a	51,4ab	51,0b	51,0b	51,45	0,382	0,043
RGA (g kg ⁻¹ GMD)	688,3a	629,2ab	602,3b	604,8b	631,15	19,24	<0,001
Consumo de nutrientes dos suplementos (kg dia ⁻¹)							
CMS da ração	1,96	1,96	2,01	1,96	1,97	-	-
CMS (g kg ⁻¹ PC)	6,48	6,46	6,66	6,53	6,53	-	-
CPB	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	-	-
CFDN	0,22	0,22	0,18	0,17	0,20	-	-
CCNF	1,37	1,38	1,45	1,49	1,42	-	-
CNDT	1,69	1,63	1,65	1,56	1,63	-	-

EPM – erro padrão da média; PC – peso corporal; GMD – ganho médio diário; GMC – ganho médio em carcaça; PCQ – peso de carcaça quente; RCQ – rendimento de carcaça quente; RGA – rendimento de ganho; CMS – consumo de matéria seca; CPB – consumo de proteína bruta; CFDN – consumo de fibra em detergente neutro; CCNF – consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT – consumo de nutrientes digestíveis totais. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student (P<0,05).

Segundo Valadares Filho et al. (2016) para novilhas de 300 kg com ganho médio de 800 g dia⁻¹ criadas a pasto a exigência de proteína bruta é de 725 g dia⁻¹ e nutrientes digestíveis totais é de 3.831 g dia⁻¹. Tendo isso em vista, os suplementos atenderam em média 44,5% das exigências diárias de proteína e 37,2% exigências diárias em energia. Portanto, a similaridade no consumo dos nutrientes proveniente dos suplementos (Tabela 4), principalmente energia e proteína pode ter contribuído para as respostas semelhantes do ganho médio diário e peso de carcaça quente. Levando em consideração o percentual das exigências nutricionais atendido pelos suplementos, um consumo adicional diário 13 g kg⁻¹ do peso corporal de pasto seria suficiente para atender as exigências para o ganho médio diário (0,8 kg dia⁻¹) observado neste trabalho.

Além de avaliar o ganho de peso individual quando se suplementa com maiores níveis de concentrado animais em pastejo, deve-se considerar que geralmente há sobra de forragem pelo efeito de substituição aumentando a capacidade de suporte da área obtendo-se, com isso, maior ganho por área com aumento da produtividade (MENDES et al., 2014). Somado a isso, observa-se benefícios sobre o ganho médio em carcaça e no rendimento de ganho quando se trabalha com maiores níveis de concentrado na dieta. Desta forma, cabe ao profissional traçar a melhor estratégia levando em consideração o perfil e o objetivo do sistema (MENDES FILHO, 2016).

O uso do milho inteiro não alterou o ganho de peso dos animais ($P>0,05$). Quando o milho é fornecido inteiro, parte do amido escapa do rúmen-retículo para os intestinos delgado e grosso. Nessa condição, o intestino delgado é capaz de compensar a maior taxa de escape e menor degradabilidade ruminal, obtendo-se valores de digestibilidade total similares no trato total em relação ao grão moído (OWENS et al., 1986; GOROCICA-BUENFIL e LOERCH, 2005), sem prejudicar o desempenho produtivo (VANCE et al., 1972; BENGOCHEA et al., 2005).

O suplemento com milho moído proporcionou maiores valores de rendimento de carcaça ($P<0,05$) comparado aos suplementos com milheto e sorgo. O rendimento de ganho mostra o quanto do ganho de peso foi efetivamente depositado como tecido na carcaça (osso, músculo e gordura). Este resultado pode, em parte, ser explicado pelo maior rendimento de ganho ($P>0,01$) dos animais que receberam milho moído na ração, observando-se também boa correlação entre estas variáveis de 0,598 ($P<0,01$) (Tabela 5). O suplemento com milho moído proporcionou rendimento de ganho em média 14% superior aos suplementos com milheto e sorgo ($P<0,05$). O menor consumo de nutrientes digestíveis totais pelos animais

suplementados com milho e sorgo em relação ao suplemento com milho moído (Tabela 4) pode ter contribuído para os menores rendimento de ganho.

Tabela 5 - Correlações de Pearson entre as características de desempenho e carcaça de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas

	GMD	RGA	RG	PCQ	ALL	RCQ	EGS
PA	0,274	0,336*	0,405*	0,666**	0,410*	-0,315*	-0,008
GMD		-0,590**	0,076	0,033	0,165	-0,277	-0,184
RGA			0,113	0,776**	0,104	0,598**	0,201
RG				0,198	0,343*	-0,213	0,068
PCQ					0,2607	0,497*	0,084
ALL						-0,142	-0,078
RCQ							0,121

*P<0,05; **P <0,01. PA – peso ao abate; GMD - ganho médio diário; RGA - rendimento de ganho; RG - recorte de gordura; ALL – área do *Longissimus lumborum*; RCQ - rendimento de carcaça quente; QR - quebra ao resfriamento; EGS - espessura de gordura subcutânea.

A similaridade nos rendimentos de carcaça quente entre milho moído e milho inteiro (P>0,05) demonstra que o milho inteiro apresenta potencial de utilização em suplementos para animais em pastejo sem prejuízo à esta característica. Corona et al. (2005), Santana et al. (2014) e Maia Filho et al. (2016) trabalhando em confinamento com o milho participando de 753; 819 e 850 g kg⁻¹ da matéria seca das dietas, respectivamente, também não encontraram diferenças no rendimento de carcaça quente ao fornecer milho inteiro ou moído, corroborando com os resultados do presente trabalho.

A espessura de gordura subcutânea em cm e ajustada para 100 kg de carcaça fria foram superiores (P<0,05) nos animais que consumiram milho moído no suplemento (4,48 mm e 2,46 kg/100 kg de carcaça fria) em relação aos que consumiram milho (P<0,05) (2,67 mm e 1,51 kg/100 kg de carcaça fria) e, foram semelhantes aos valores obtidos para as carcaças dos animais alimentados com milho inteiro e sorgo (P>0,05) que apresentaram valores de 3,22 mm e 1,81 kg/100 kg de carcaça fria, e 3,45 mm e 1,93 kg/100 kg de carcaça fria, respectivamente (Tabela 6). A maior deposição de gordura subcutânea dos animais que receberam milho moído em relação ao milho provavelmente está relacionada a maior digestibilidade desse suplemento e, conseqüentemente, maior produção de ácidos graxos voláteis no rúmem, o que pode aumentar a deposição de gorduras corporais, devido a maior quantidade de ácido propiônico em relação ao ácido acético, que contribui para aumentar a energia disponível que favorece a maior deposição de tecidos entre eles o tecido adiposo pela maior disponibilidade de energia (OWENS et al., 1986; TANIGUCHI et al., 1995).

Tabela 6 - Características de carcaça de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas

Variáveis	TRATAMENTOS				Média	EPM	Valor-P
	Milho moído	Milho inteiro	Milheto moído	Sorgo moído			
RG (kg)	9,30	8,45	8,55	8,94	8,81	0,496	0,611
RG (kg/100/kg PCQI)	4,67	4,33	4,38	4,60	4,50	2,360	0,684
ALL (cm ²)	51,86	49,26	53,04	53,49	51,91	1,576	0,244
ALL (kg/100/kg CF)	28,51	27,67	29,72	30,15	29,01	0,832	0,143
EGS (mm)	4,48a	3,22ab	2,67b	3,45ab	3,46	0,403	0,023
EGS (kg/100/kg CF)	2,46a	1,81ab	1,51b	1,93ab	1,93	0,223	0,039
PCF (kg)	183,1	179,5	179,4	178,4	180,10	1,856	0,323
RCF (kg/100 kg PC)	50,55	49,41	49,09	49,23	49,57	0,402	0,055
TE (kg)	95,32	94,13	93,27	93,84	94,14	0,517	0,586
TE (kg/100 kg CF)	52,06	52,44	51,99	52,60	52,27	0,279	0,417
DIA (kg)	66,43	64,98	65,30	64,47	65,30	0,444	0,472
DIA (kg/100 kg CF)	36,28	36,20	36,40	36,14	36,26	0,218	0,850
PAG (kg)	21,35	20,39	20,81	20,18	20,68	0,220	0,243
PAG (kg/100 kg CF)	11,66	11,36	11,60	11,31	11,48	0,220	0,597

EPM – erro padrão da média; RG – recorte de gordura; ALL – área do *Longissimus lumborum*; CF – carcaça fria; EGS – espessura de gordura subcutânea; QR – quebra ao resfriamento; PCQI – peso de carcaça quente integral; PCF – peso de carcaça fria; RCF – rendimento de carcaça fria; PC – peso corporal; CF – carcaça fria; TE – traseiro especial; DIA – dianteiro; PAG – ponta de agulha. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P < 0,05$).

Considerando-se que os animais foram terminados a pasto em curto período (84 dias) e abatidos leves (363 kg), as dietas fornecidas proporcionaram boas espessura de gordura subcutânea mantendo-se dentro da faixa exigida pelos frigoríficos brasileiros, como cobertura média, entre 3 e 6 mm (DUARTE et al., 2011; GONZÁLEZ et al., 2012), com exceção à dieta contendo milheto que ficou abaixo de 3 mm. A quantidade de ração fornecida (ROTTA et al., 2009) e a maior precocidade de novilhas para síntese de gordura, em função da dinâmica de deposição de tecidos (BERG e BUTTERFIELD, 1976). Esses resultados indicam a boa resposta de novilhas Nelore à suplementação energética do pasto nas águas, atingido acabamento satisfatórios, em especial com uso do milho moído ou inteiro e sorgo. Comportamento semelhante foi observado por Oliveira (2017) que ao suplementar novilhas Nelore a pasto com níveis crescentes (mistura mineral; 5; 10; e 15 g kg⁻¹ do peso corporal), e abatê-las com peso médio de 338 kg, observou espessura de gordura subcutânea variando de 4,5 a 6,7 mm.

A similaridade entre as rações avaliadas sobre o peso de abate pode explicar a semelhança ($P > 0,05$) no recorte de gordura em kg e relativo ao peso de carcaça quente

integral (Tabela 6). Observou-se correlação positiva e significativa do recorte de gordura com o peso de abate ($r = 0,41$; $P < 0,05$) (Tabela 5). O recorte de gordura expressa a parte do tecido adiposo retirado durante a limpeza das carcaças, o que para o produtor representa dupla penalidade, pois os frigoríficos exigem carcaças melhor acabadas, sendo necessário maior aporte energético para sua deposição. Todavia, parte dessa gordura, cerca de 8,0 a 9,0 kg por animal, é retirada da carcaça sem remuneração ao produtor. Carcaças melhores acabadas exigem deposição mínima da gordura de cobertura a qual na ordem de deposição de tecido na carcaça vem depois das gorduras pélvica e torácica que compõe o recorte de gordura (OWENS et al., 1993).

A área do *Longissimus lumborum* é uma das medidas que avalia o desenvolvimento muscular, esta variável expressa em cm^2 e ajustada a 100 kg de carcaça fria não foi influenciada ($P > 0,05$) pelas fontes energéticas, o que reflete a semelhança no peso de abate e no peso de carcaça quente. Os dados observados no presente trabalho corroboram os de Santana et al. (2018) que também não encontraram diferenças na área do *Longissimus lumborum* em cm^2 e corrigida para 100 kg de carcaça fria de novilhas suplementadas a pasto, encontrando também mesmo peso de abate e peso de carcaça quente.

O peso de carcaça fria, o rendimento de carcaça fria e os valores absolutos (kg) e relativos (kg/100 kg PC) dos cortes primários não foram alterados ($P > 0,05$) pelos tratamentos avaliados (Tabela 6). O peso de carcaça fria apresenta alta correlação com os cortes primários conforme verificado neste trabalho (Tabela 5). Carcaças mais pesadas geram cortes comerciais mais pesados, observando-se correlação positiva de $r = 0,46$ ($P < 0,05$); $r = 0,87$ ($P < 0,01$) e $r = 0,91$ ($P < 0,01$) entre peso de carcaça fria e traseiro especial, dianteiro e ponta de agulha, respectivamente, o que justifica, a similaridade observada para os cortes primários. A idade ao abate de 17 meses e o peso de abate médio de 336 kg indicam que os animais estavam em pleno desenvolvimento corporal, fatores que contribuíram para semelhança nos cortes comerciais. A curva de crescimento de bovinos mostra que diferenciações musculares nos quartos posteriores começam a se definir em idades mais avançadas (BERG e BUTTERFIELD, 1976), situação em que há maior probabilidade de ocorrer alterações no rendimento dos cortes.

Os pesos relativos dos cortes primários (100 kg de carcaça fria) estão dentro do intervalo sugerido por Luchiari Filho (2000) como desejável, em torno de 45 a 50 kg/100 kg carcaça fria de traseiro especial, 38 a 43 kg/100 kg carcaça fria de dianteiro e 12 a 16 kg/100 kg carcaça fria de ponta de agulha. Os resultados encontrados no presente trabalho sugerem que animais terminados a pasto com nível de suplementação médio podem obter bons

rendimentos de cortes primários, semelhantes aos obtidos com novilhas (Charolês e Simental x Limousin) terminadas em confinamento (CAMARGO et al., 2010; PACHECO et al., 2011).

O uso do milho inteiro, sorgo ou milheto proporcionou mesma ($P>0,05$) composição tecidual da carcaça em valores relativos e absolutos em relação aos animais que receberam ração com milho moído (Tabela 7). Estes resultados são atribuídos ao grau de desenvolvimento semelhante dos animais, já que todos foram abatidos com peso médio semelhante e produziram carcaça fria com mesmo peso ($P>0,05$). O peso de carcaça fria influencia diretamente a composição física da carcaça, apresentando correlação positiva entre peso de carcaça fria e músculo ($r = 0,52$; $P<0,05$) e osso ($r = 0,44$; $P<0,05$).

Tabela 7 – Relação e composição física da carcaça de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas

Variáveis	TRATAMENTOS				Média	EPM	Valor-P
	Milho moído	Milho inteiro	Milheto moído	Sorgo moído			
Músculo (kg)	105,00	104,10	106,22	103,48	104,70	2,285	0,848
Músculo (kg/100 kg CF)	57,69	58,46	59,50	58,3	58,49	1,079	0,693
Gordura (kg)	44,38	42,51	41,22	42,53	42,66	1,358	0,431
Gordura (kg/100 kg CF)	24,38	23,86	23,11	23,98	23,83	0,737	0,672
Ossos (kg)	32,63	31,48	31,02	31,47	31,65	0,665	0,367
Osso (kg/100 kg CF)	17,93	17,67	17,39	17,74	17,68	0,343	0,739
PC/O	4,59	4,67	4,78	4,66	4,68	0,110	0,683
M/O	3,23	3,32	3,45	3,31	3,33	0,126	0,660
M/G	2,39	2,47	2,63	2,47	2,49	0,125	0,577

EPM – erro padrão da média; CF – carcaça fria; PC/O – porção comestível:osso; M/O – músculo:gordura; M/G – músculo:gordura. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P<0,05$).

As relações porção comestível:osso, músculo:osso e músculo:gordura também não alteraram ($P>0,05$) em função dos tratamentos (Tabela 7). Alterações nessas relações são observadas quando existem diferenças nas proporções teciduais, como não houve efeito das fontes energéticas sobre a participação relativa dos tecidos na carcaça, não se observou diferenças nas relações entre os tecidos da carcaça.

A utilização do sorgo, milheto e milho inteiro como fonte alternativa ao milho moído em rações na terminação de novilhas a pasto deve proporcionar mesmo rendimento de desossa e cortes padronizados. Este fato é demonstrado quando se avalia as porções teciduais da carcaça (Tabela 7). O melhor rendimento da desossa está relacionado à máxima quantidade de músculo, adequada proporção de gordura e mínima proporção de osso na carcaça, importantes

para a indústria frigorífica, quando esta trabalha com desossa, pois, quanto maior o rendimento cárneo da carcaça, melhor será a rentabilidade na comercialização, por diluir os custos fixos de produção.

A compacidade da carcaça relaciona o peso de carcaça fria com o comprimento da carcaça mostrando a quantidade de kg de carne por centímetro linear de carcaça. Como tais medidas não diferiram entre os tratamentos experimentais, o comportamento foi refletido na compacidade da carcaça ($P > 0,05$).

Tabela 8 – Medidas métricas da carcaça de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas

Variáveis	TRATAMENTOS				Média	EPM	Valor-P
	Milho moído	Milho inteiro	Milheto moído	Sorgo moído			
CC, cm	127,8	127,4	126,8	126,2	127,05	0,734	0,453
CB, cm	40,90	43,25	42,20	41,5	41,96	0,767	0,178
PB, cm	32,10	30,90	32,00	31,15	31,54	0,416	0,118
EC, cm	24,42	23,70	23,65	24,05	23,96	0,390	0,480
CP, cm	77,35	77,55	78,45	76,90	77,56	0,730	0,505
CPC, kg cm	1,43	1,40	1,41	1,41	1,41	0,015	0,685

EPM- erro padrão da média; CC – comprimento da carcaça; CB – comprimento do braço; PB – perímetro do braço; EC – espessura do coxão; CP – comprimento da perna; CPC – compacidade da carcaça; Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student ($P < 0,05$).

Para animais com semelhante peso de carcaça quente (LEÃO et al. 2013), submetidos a dietas com mesmo aporte energético e mesma raça e idade (DONICHT et al., 2011; HIRAI et al. 2014), diferenças nas características métricas são mais difíceis de serem encontradas, pois estão no mesmo ponto da curva de crescimento e tendem apresentar o mesmo desenvolvimento ósseo e muscular (OWENS et al., 1995). Este fato pode ser confirmado pelos mesmos percentuais de osso, músculo (Tabela 7) e espessura de coxão observado nas carcaças (Tabela 8).

Nenhuma característica sensoriais, qualitativas e quantitativas da carne foi influenciada pelos tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 9). Todas as rações proporcionaram valores de pH final da carne abaixo de 5,8 sendo esta considerada uma carne normal (SILVA et al., 1999). Estes valores de pH indicam que os animais receberam manejo correto e não foram submetidos a stress pré-abate (WEGLARZ, 2010; CHRISTENSEN et al., 2011), de forma que as dietas foram capazes de proporcionar reservas de glicogênio suficientes para produção de ácido láctico e queda do pH.

Tabela 9 – Características quantitativas e qualitativas da carne de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas

Variáveis	TRATAMENTOS				Média	EPM	Valor-P
	Milho moído	Milho inteiro	Milheto moído	Sorgo moído			
pH Inicial (pontos)	6,71	6,69	6,76	6,70	6,72	0,086	0,935
pH Final (pontos)	5,56	5,58	5,67	5,65	5,62	0,034	0,072
QDes (g kg ⁻¹ LL)	49,15	48,62	44,92	38,39	45,27	0,415	0,251
QC (g kg ⁻¹ LL)	274,53	292,96	283,50	269,27	280,07	0,775	0,163
PeT (g kg ⁻¹ LL)	310,29	327,42	315,67	297,08	312,62	0,816	0,086
FC (kgf cm ²)	8,70	9,19	9,12	9,56	9,14	0,470	0,636
Croma	21,64	21,28	20,46	20,88	21,06	0,200	0,185
Ângulo de tonalidade	26,09	25,51	24,33	24,11	25,01	0,333	0,103
Mar (pontos ¹)	3,8	2,7	3,0	2,8	3,08	0,095	0,661

EPM – erro padrão da média; LL – *Longissimus lumborum*; pH – potencial hidrogeniônico; QDes – quebra ao descongelamento; QC – quebra a cocção; PeT – perdas totais; FC – força de cisalhamento.

¹: 1 a 3 = traços; 4 a 6 = leve; 7 a 9 = pequeno; 10 a 12 = médio; 13 a 15 = moderado; 16 a 18=abundante. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student (P<0,05).

A quebra ao descongelamento e cocção da carne apresentaram, respectivamente, médias de 45,27 e 280,06 g kg⁻¹ *Longissimus lumborum*. Esses valores estão próximos aos encontrados por Alves et al. (2016), que observaram valores de 40 g kg⁻¹ *Longissimus lumborum* para quebra ao descongelamento e, 287,6 g kg⁻¹ *Longissimus lumborum* para quebra a cocção ao avaliarem a carne de novilhas Nelore, respectivamente. Observa-se menores valores de quebra ao descongelamento e quebra a cocção em animais com melhor grau de acabamento e de marmoreio pelo fato da gordura reduzir a perda de líquido durante o processo de cocção (FILIPCÍK et al., 2009; DUARTE et al., 2011; USTUNER et al., 2017). Outro fator que altera essas características é o pH por alterar a capacidade de retenção de água da carne. Valores altos de pH podem alterar a quantidade de cargas negativas que retém água, com aumento na capacidade de atrair moléculas de água causando desnaturação das proteínas do músculo (APPLE et al., 2005; ZHANG et al., 2005). As similaridades (P>0,05) no percentual de gordura na carcaça (Tabela 7), marmoreio, pH (Tabela 9) e extrato etéreo (Tabela 10) justificam a falta de efeito dos tratamentos sobre a quebra ao descongelamento e a cocção. Como as perdas totais refletem as perdas no descongelamento e cocção, esta não sofreu efeito dos tratamentos (P>0,05).

A força de cisalhamento não foi influenciada (P>0,05) pelas fontes energéticas, com média de 9,14 kgf/cm², classificada como carne dura. Segundo Shackelford et al. (1999), para uma carne ser considerada macia o limite máximo de força de cisalhamento seria de 5,0 kgf/cm². Valores próximo ao do presente trabalho foram encontrados por Santana et al.

(2018), que ao trabalharem com novilhas mestiças (Nelore x Santa Gertrudis x Braunvieh) suplementadas a pasto em nível de $17,5 \text{ g kg}^{-1}$ do peso corporal por dia e com peso de abate médio de 360 kg observaram força de cisalhamento de $8,82 \text{ kgf/cm}^2$.

Os resultados elevados da força de cisalhamento podem ser explicados pelo fato de animais Nelore possuírem altas concentrações de calpastatina (RODRIGUES et al., 2017), enzimas que contribuem para redução na maciez da carne (KOOHMARAIE e GEESINK, 2006; LI et al., 2006). Além disso o peso médio das carcaças (187 kg), consideradas como leves, é um fator que pode contribuir para menores valores de comprimento de sarcômero pela maior contração e compactação do tecido (HEINEMANN et al., 2003) provocado pelo rápido resfriamento.

O croma e o ângulo de tonalidade da carne não sofreram alterações ($P > 0,05$) ao utilizar as diferentes fontes energéticas (Tabela 9) e os valores obtidos encontram-se dentro do intervalo verificado em outros trabalhos que avaliaram essas medidas na carne bovina, com valor de croma variando entre 16,11 a 29,45 (ALDAI et al. 2010; ANDRADE et al. 2010; CARVALHO et al. 2014; BARBERA et al. 2018; GAGAOUA; PICARD; MONTEILS, 2018; MAZON et al. 2019) e tonalidade variando entre 11,96 a 46,00 (ALDAI et al. 2010; ANDRADE et al. 2010; BARBERA et al. 2018; GAGAOU; PICARD.; MONTEILS, 2018). A cor da carne é uma das qualidades sensoriais mais levada em consideração pelo consumidor no momento da compra, visto que carnes mais escuras tendem a ser rejeitadas (MUCHENJE et al., 2009), embora a cor não altere a palatabilidade ou as características organolépticas da carne (MULLER, 1987).

À medida que se eleva a idade ao abate (McGILCHRIST et al., 2012; HUGHES et al., 2014) e o pH da carne (PAGE et al., 2001; RIBEIRO et al., 2012) maiores são as chances da ocorrência de carnes mais escuras. O pH semelhante e contemporaneidade das novilhas justificam a similaridade na coloração da carne.

Com exceção do teor de umidade ($P = 0,021$), a composição química da carne não foi influenciada ($P > 0,05$) pelas rações testadas (Tabela 10). Foram observados maiores valores de umidade ($P > 0,05$) na carne dos animais que receberam suplemento com milho moído em relação aos que receberam milho moído na composição da ração, e esses dois não diferiram das demais rações avaliadas.

Tabela 10 – Composição centesimal da carne de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas

Variáveis (g kg ⁻¹ LL)	TRATAMENTOS				Média	EPM	Valor-P
	Milho Moído	Milho Inteiro	Milheto Moído	Sorgo Moído			
Umidade	735,2b	740,2ab	748,7a	743,2ab	741,83	0,294	0,021
Proteína Bruta	213,6	220,3	214,5	213,4	215,45	0,279	0,265
Extrato Etéreo	32,7	30,9	26,1	26,1	28,95	0,316	0,342
Matéria Mineral	10,9	12,5	11,7	12,7	11,95	0,082	0,415

EPM – erro padrão da média; LL – *Longissimus lumborum*; Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student (P<0,05).

À medida que aumenta a participação de extrato etéreo na carne observa-se redução no teor de umidade, fato confirmado pela correlação negativa ($r = -0,741$; $P < 0,01$) entre essas variáveis. Apesar da diferença observada nos teores de umidade, essa diferença não chegou a 1,5 ponto percentual, o que do ponto de vista prático não difere quanto à qualidade da carne.

O suplemento formulado com milheto apresentou receita bruta por animal ligeiramente inferior (R\$ 1.404,35) quando comparado às rações formuladas com milho inteiro (R\$ 1.414,69) e milho moído (R\$ 1.428,28) em virtude do menor peso de carcaça quente alcançado (Tabela 4). No entanto, o suplemento a base de milheto apresentou menor custo por quilo quando comparado às demais, bem como menor custo total o que refletiu em maior margem bruta e lucratividade (Tabela 11). O suplemento com milheto ficou 20,3; 25,3 e 3,3% mais barato em relação às rações a base de milho inteiro, milho moído e sorgo moído, respectivamente (Tabela 11). A maior participação de ureia no suplemento com sorgo moído, a incorporação do Engordin® no suplemento a base de milho (Tabela 2) e o maior preço do milho em relação ao milheto contribuíram para o maior custo dessas rações.

Embora, o suplemento a base de sorgo moído tenha apresentado menor custo em relação à ração à base de milho, esta não foi capaz de compensar os menores pesos de carcaça quente e rendimento de carcaça quente obtidos para este tratamento (Tabela 4), o que refletiu na menor margem bruta. Como o custo total (R\$/cabeça) foi praticamente o mesmo para o sorgo em relação aos tratamentos à base de milho, estes apresentaram mesma lucratividade com média de 4,17% no período.

Tabela 11 - Indicadores econômicos fixos e variáveis e preço dos ingredientes da terminação de novilhas terminadas a pasto suplementadas com diferentes fontes energéticas

Indicadores econômicos fixos (Período experimental)	TRATAMENTOS			
	Milho moído	Milho inteiro	Milheto moído	Sorgo moído
Período de alimentação (dias)	84	84	84	84
Custo de aquisição (R\$/cabeça)	1152,90	1152,90	1152,90	1152,90
Custo com sanidade (R\$/cabeça)	5,00	5,00	5,00	5,00
Custo com mão de obra (R\$)	11,20	11,20	11,20	11,20
Custo do pasto (R\$/cabeça)	49,00	49,00	49,00	49,00
Custo/kg de carcaça (R\$/kg)	8,13	8,13	8,13	8,13
Preço dos Ingredientes				
Sorgo (R\$/kg)	-	-	-	0,46
Milho (R\$/kg)	0,52	0,52	-	-
Milheto (R\$/kg)	-	-	0,46	-
Ureia (R\$/kg)	-	-	1,60	1,60
Engordin® (R\$/kg)	2,00	2,00	-	-
Indicadores econômicos variáveis				
Custo processamento (R\$/kg)	0,05	-	0,05	0,05
Fornecimento de suplemento (kg/cabeça/dia)	2,27	2,28	2,26	2,25
Custo do suplemento (R\$/kg)	0,79	0,74	0,59	0,61
Custo diário com suplemento (R\$/cabeça)	1,80	1,69	1,34	1,36
Custo total com suplemento (R\$/cabeça)	150,95	142,08	112,94	114,31
Custo do ganho de peso (R\$)	2,33	2,06	1,55	1,64
Custo total (R\$/cabeça)	1369,05	1360,18	1331,04	1332,41
Receita bruta (R\$/cabeça)	1428,28	1414,69	1404,35	1388,05
Margem bruta (R\$/cabeça)	59,23	54,52	73,31	55,64
Lucratividade (%)	4,33	4,01	5,51	4,18

O suplemento a base de milheto apresentou maior lucratividade com superioridade de 27, 37 e 31% em relação às rações a base de milho moído, milho inteiro e sorgo moído, respectivamente. Além do menor custo do grão de milheto (R\$/kg), o maior teor de proteína do grão é sem dúvida uma vantagem deste ingrediente do ponto de vista econômico, uma vez que o teor de proteína bruta superior ao do milho representa redução no custo do suplemento pela diminuição do uso de fontes proteicas adicionais, em especial o farelo de soja e ureia. Silva et al. (2014) verificaram redução linear do custo com alimentação à medida que aumentaram os níveis de milheto na dieta de bovinos confinados devido à redução no uso do farelo de soja, e aumento no lucro de R\$ 0,67 a cada ponto percentual a mais de milheto em substituição ao milho na dieta.

Os componentes que mais pesaram sobre os indicadores econômicos avaliados foram o custo com ração e o peso de carcaça quente, haja vista que os demais indicadores foram iguais para todas as rações. Portanto, quando não se verifica diferença no desempenho dos animais a escolha deve ser baseada no custo da ração.

4 CONCLUSÃO

O milheto, sorgo e o milho inteiro apresentam potencial de uso em substituição ao milho moído, pois não prejudicam o desempenho produtivo, as características de carcaça e carne de novilhas terminadas em pastagem.

O milheto foi a melhor alternativa para substituir o milho moído por melhorar a lucratividade da terminação, pois reduz a necessidade de farelo de soja para balancear a proteína bruta do suplemento. No entanto, em regiões em que o produtor é remunerado pelo adequado acabamento das carcaças, o uso do milheto deve ser melhor avaliado, mostrou menor eficiência em conferir valor adequado a esta característica, quando comparado às demais alternativas testadas.

REFERÊNCIAS

- ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.
- ALDAI, N., AALHUS, J.L., DUGAN, M.E.R., ROBERTSON, W.M., MCALLISTER, T.A., WALTER, L.J., MCKINNON, J.J. Comparison of wheat-versus corn-based dried distillers' grains with solubles on meat quality of feedlot cattle. *Meat Science*, v. 84, p. 569–577, 2010.
- ALVES, K. A.; LEANDRO, D. F. S.; EDSON, L. A. R.; GEISI, L. G.; FERNANDO, H. P. P. E ÉDERSON, L. H. Carcass characteristics, meat quality, feeding behavior of Nelore heifers fed diets containing sunflower pie. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 183-190, 2016.
- ANDRADE, L.P.; BRESSAN, C.; GAMA, L.T.; GONÇALVES, T.M.; LADEIRA, M.M.; RAMOS, E.M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p. 1791-1800, 2010.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 15^a edição. AOAC International, Arlington, VA, 1990.
- APPLE, J. K.; KEGLEY, E. B.; GALLOWAY, D. L.; WISTUBA, T. J.; RAKES, L. K. Duration of restraint and isolation stress as a model to study the dark-cutting condition in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 5, p. 1202-1214, 2005.
- BARBERA, S., TARANTOLA, M., SALA, G., NEBBIA, C. Canonical discriminant analysis and meat quality analysis as complementary tools to detect the illicit use of dexamethasone as growth-promoter in Friesian bulls. **The Veterinary Journal**, v. 235, p. 54-59, 2018.
- BENGOCHEA, W. L.; LARDY, G. P.; BAUER, M. L., SOTO-NAVARRO, S. A. Effect of grain processing degree on intake, digestion, ruminal fermentation and performance characteristics of steers fed medium-concentrate growing diets. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 12, p. 2815-2825, 2005.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sidney University, p. 175, 1976.

BOITO, B.; KUSS, F.; MENEZES, L. F. G.; PARIS, E. L. M.; CULLMANN, J. R. Influence of subcutaneous fat thickness on the carcass characteristics and meat quality of beef cattle. **Ciência Rural**, v. 48, n. 1, p. 1-7, 2018.

BUREŠ, D.; BARTOŇ, L. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. **Czech Journal of Animal Science**, v. 57, n. 1, p. 34-43, 2012.

CAMARGO, A. M.; RODRIGUES, V. C.; SOUSA, J. C. D.; MORENZ, M. J. F.; RAMOS, K. C. B. T.; NETO, O. C. Características da carcaça de novilhas de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento. **Revista ACTA Tecnológica**, v. 5, n. 2, p. 103-114, 2010.

CAMPBELL, A.G. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agriculture Science**, v. 67, n. 2, p. 199-210, 1966.

CARVALHO, A. L. S.; MARTUSCELLO, J. A. M.; ALMEIDA, O. G.; BRAZ, T. G. S.; CUNHA, D. N. F. V.; JANK, L. Production and quality of Mombaça grass forage under different residual heights. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 39, n. 2, p. 143-148, 2017.

CARVALHO, J. R., CHIZZOTTI, M. L., RAMOS, E. M., MACHADO NETO, D., LOPES, L. S., TEIXEIRA, P. D.; LADEIRA, M. M. Qualitative characteristics of meat from young bulls fed different levels of crude glycerin. **Meat Science**, v. 96, n. 2, p. 977-983, 2014.

CECATO, U.; ALMEIDA JUNIOR, J; REGO, F. C. A.; GALBEIRO, S.; PARIS, W; SCAPIM, C. A; RODRIGUES, A. M; FAKIR, G. M. Animal performance, production, and quality of Tanzania grass fertilized with nitrogen. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 6, p. 3861-3870, 2017.

CHRISTENSEN, M.; ERTBJERG, P.; FAILLA, S.; SAÑUDO, C.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; OLLETA, J. L.; PANEA, B.; ALBERTÍ, P.; JUÁREZ, M.; HOCQUETTE, J. F.; WILLIAMS, L. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. **Meat Science**, v. 87, n. 1, p. 61-65, 2011.

CORONA, L.; RODRIGUEZ, S.; WARE, R. A.; ZINN, R. A. Comparative Effects of Whole, Ground, Dry-Rolled, and Steam-Flaked Corn on Digestion and Growth Performance in Feedlot Cattle. **The Professional Animal Scientist**, v. 21, n. 3, p. 200-206, 2005.

CUNHA, B. A. L.; NASCIMENTO, D.; SILVEIRA, M. C. T.; MONTAGNER, D. B.; EUCLIDES, V. P. B.; DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; RODRIGUES, C. S.; SOUSA, B. M. L.; PENA, K. S.; VILELA, H. H.; SILVA, W. L. Effects of two post-grazing heights on morphogenic and structural characteristics of guinea grass under rotational grazing. **Tropical Grasslands**, v. 44, n. 4, p. 253-259, 2010.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; HUHTANEN, P. Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: a review based on Brazilian results. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2829-2854, 2014.

DONICHT, P. A. M. M.; RESTLE, J.; FREITAS, L. S.; CALLEGARO, A. M.; WEISE, M. S.; BRONDANI, I. L. Fat sources in diets for feedlot-finished steers - carcass and meat characteristics. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, p. 487-496, 2011.

DUARTE, M. S.; PAULINO, P. V. R.; FONSECA, M. A.; DINIZ, L. L.; CAVALI, J.; SERÃO, N. V. L.; GOMIDE, L. A. M.; REIS, S. F.; COX, R. B. Influence of dental carcass maturity on carcass traits and meat quality of Nellore bulls. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 441-446, 2011.

DUARTE, M. S.; PAULINO, P. V. R.; FONSECA, M. A.; DINIZ, L. L.; CAVALI, J.; SERÃO, N. V. L.; GOMIDE, L. A. M.; REIS, S. F.; COX, R. B. Influence of dental carcass maturity on carcass traits and meat quality of Nellore bulls. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 441-446, 2011.

EUCLIDES, V. P. B.; CARPEJANI, G. C.; MONTAGNER, D. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; BARBOSA, R. A.; DIFANTE, G. S. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaca) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 174-182, 2018.

EUCLIDES, V. P. B.; LOPES, F. C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SILVA, S. C.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A. Steer performance on *Panicum maximum* (cv. Mombaca) pastures under two grazing intensities. **Animal Production Science**, v. 56, n. 11 p. 1849-1856, 2016.

FILIPČÍK, R.; ŠUBRT, J.; BJELKA, B. The factors influencing beef quality in bulls, heifers and steers. **Slovak journal animal science**, v. 42, n. 2, p. 54-61, 2009.

GAGAOUA, M., PICARD, B., MONTEILS, V. Associations among animal, carcass, muscle characteristics, and fresh meat color traits in Charolais cattle. **Meat science**, v. 140, p. 145-156, 2018.

GELAYE, S.; TERRILL, T.; AMOAH, E. A.; MILLER, S.; GATES, R. N. E HANNA, W. W. Nutritional value of pearl millet for lactating and growing goats. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 5, p. 1409-1414, 1997.

GIONBELLI, M. P.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; RODRIGUES PAULINO, P. V.; VALADARES, R. F. D.; SANTOS, T. R.; COSTA E SILVA, L. F.; MAGALHÃES, F. A. Intake, performance, digestibility, microbial efficiency and carcass characteristics of growing Nelore heifers fed two concentrate levels. *Revista Brasileira de zootecnia.*, v.41, n.5, p.1243-1252, 2012.

GONZÁLEZ, L. A.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; BRYAN, M.; SILASI, R.; BROWN, F. Factors affecting body weight loss during commercial long haul transport of cattle in North America. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 10, p. 3630-3639, 2012.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; LOERCH, S. C. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 3, p. 705-714, 2005.

GUERRA, G. L.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PRADO-CALIXTO, O. P.; DA SILVA, L.D. F.; PEREIRA, E. S.; MASSARO JUNIOR, F. L.; GUERRA, A. L.; FERNANDES JÚNIOR, F.; HENZ, E. L. Supplementation of beef cattle grazing *Brachiaria brizantha* during the dry and rainy seasons: performance and carcass ultrasound prediction. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 5, p. 3277-3292, 2016.

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrate nutritional relevance and analysis.** Bulletin 339. University of Florida, Gainesville, USA. 2000.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts.** Technical Bulletin, n. 926. USDA, Washington, D.C, 1946.

HEINEMANN, R. J. B.; PINTO, M. F.; ROMANELLI, P. F. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 8, p. 963-971, 2003.

HILL, G. M.; NEWTON, G. L.; STREETER, M. N.; HANNA, W. W.; UTLEY, P. R.; MATHIS, M. J. Digestibility and utilization of pearl millet diets fed to finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 7, p. 1728-1735, 1996.

HIRAI, M. M. G.; MENEZES, L. F. G.; KUSS, F.; VONZ, D.; RONSANI, R.; MARTINELLO, C.; NAZÁRIO, D.; SEGABINAZZI, L. R. Características de carcaça e

qualidade da carne de novilhos terminados em pastagem de aveia branca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2617-2628, 2014.

HUGHES, J. M.; KEARNEY, G.; WARNER, R. D. Improving beef meat colour scores at carcass grading. **Animal Production Science**, v. 54, n. 54, p. 422–429, 2014.

KLINGLMANN, D. L.; MILES, S. R.; MOTT, G.O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of Society of Agronomy**, v. 35, n. 9, p. 739-746, 1943.

KOOHMARAIE M.; GEESINK G. H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on calpain system. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 34-43, 2006.

KOPPEN, W. **Climatologia: conunestudio de los climas de latierra**. Fundo de CulturaEconômica, México. 1948.

LARRAIN, R. E.; SCHAEFER, D. M.; ARP, S. C.; CLAUS, J. R.; REED, J. D. Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum, or a mix of both: Feedlot performance, carcass characteristics, and beef sensory attributes. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 6, p. 2089-2095, 2009.

LEÃO, J. P.; NEIVA, J. N. M.; RESTLE, J.; MÍSSIO, R. L.; PAULINO.P. V. R.; MIOTTO, F. R. C.; SANTANA, A. E. M.; SOUSA, L. F.; ALEXANDRINO, E. Carcass and meat characteristics of different cattle categories fed diets containing crude glycerin. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 431-444, 2013.

LI, C.; ZHOU, G.; XU, X.; ZHANG, J.; XU, S.; JI, Y. Effects of Marbling on Meat Quality Characteristics and Intramuscular Connective Tissue of Beef Longissimus Muscle. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 19, n. 12, p. 1799-1808, 2006.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da Carne Bovina**. 1ª edição. São Paulo. 2000.

MACDOUGAL, D.B. **Colour meat**. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Eds.). Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products - Advances in Meat Research Series. London: Blackie Academic & Professional, v.9, p.79-93, 1994.

MACHADO, L. A. Z.; FABRÍCIO, A. C.; GOMES, A.; ASSIS, P. G. G.; LEMPP, B.; MARASCHIN, G. E. Desempenho de animais alimentados com lâminas foliares, em pastagem de capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1609-1616, 2008.

MAIA FILHO, G. H. B.; BARBOSA, F. A.; ANDRADE JÚNIOR, J. M. C.; MACIEL, I. C. F.; COSTA, P. M.; SALLES, A. P. Mercado consumidor e a qualidade de carne bovina no Brasil. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 191-204, 2015.

MAIA FILHO, G. H. B.; BARBOSA, F. A.; EMERICK, L. L.; SOUZA, R. C.; FIGUEIREDO, T. C.; AZEVEDO, H. O.; CAVALCANTI, L. F. L.; MANDARINO, R. A. Carcass and meat traits of feedlot Nellore bulls fed different dietary energy sources. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 5, p. 265-272, 2016.

MAZON, M.R.; ANTONELLO, D.S.; GOMEZ, J.F.A.; NUBIATO, K.E.Z.; BALAGE, J.M.; SILVA, H.B.; TAPP, W. N.; LEME, P.R.; GOULART, R.S. Effects of combining immunocastration and β -adrenergic agonists on the meat quality of Nellore cattle, **Livestock Science**, v. 226, p.13-20, 2019.

MCGILCHRIST, P.; ALSTON, C. L.; GARDNER, G. E.; THOMSON, K. L.; PETHICK, D. W. Beef carcasses with larger eye muscle areas, lower ossification scores and improved nutrition have a lower incidence of dark cutting. **Meat Science**, v. 92, p. 474–480, 2012.

MENDES, F. B. L.; SILVA, R. R.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; LINS, T. O. J. D'A.; SILVA, A. L. N.; MACEDO, V.; ABREU FILHO, G. SOUZA, S. O.; GUIMARÃES, J. O. Ingestive behavior of grazing steers fed increasing levels of concentrate supplementation with different crude protein contents. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 2, p. 423-428, 2014.

MENDES FILHO, Gilson de Oliveira. Sistemas de alimentação na terminação de bovinos. 2016. 142 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-PA, 2016.

MENEZES, B. B.; FERNANDES, H. J.; MORAIS, M. G.; ROSA, E. P.; SOUZA, A. R. D. L.; FEIJÓ, G. L. D.; FRANCO, G. L. Carcass traits and meat quality of steers on pasture submitted to different dietary supplementation. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2693-2704, 2019.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MOTT, G.O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials in cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS Pasadena. **Proceedings**... Pasadena: Pennsylvania State College Press, v. 6, p. 1380-1385, 1952.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P. E.; RAATS, J. G. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. **Meat Science**, v. 81, n. 4, p. 653-657, 2009.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2ª edição. Imprensa Universitária, Santa Maria, 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7ed. Washington, DC, p.13, 2001.

OLIVEIRA, R. A. **Suplementação de novilhas na recria e terminação**. 2017. 94 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2017.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P. E HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S.; COLEMAN, S. W. Review of some aspects of growth and development feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 10, p. 3152-3172, 1995.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1634-1648, 1986.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PASCOAL, L. L.; KUSS, F.; MENEZES, L. F. G.; NEIVA, J. N. M. Carcass physical composition and meat quality of Charolais cattle of different categories. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2597-2605, 2011.

PAGE, J. K.; WULF, D. M.; SCHWOTZER, T. R. A survey of beef muscle color and pH. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 3, p. 678-687, 2001.

PEREIRA JUNIOR, W. A.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, P. V. R.; SILVA-MARQUES, R. P.; NETO, A. J.; FRANÇA, D.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. K. Performance and economic viability of protein supplementation for grazing cattle steers in the wet and dry-wet transition season. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 1, p. 357-368, 2016.

PETERS, T. M. Comparing cost versus benefits of corn processing for feedlot cattle. **Cattle Grain Processing Symposium**, v. 22, n.1, p. 137-144, 2006.

POPPI, D. P.; MCLENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 1, p. 278-290, 1995.

RIBEIRO, J. S.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; TULLIO, R. R.; CAMPOS, F. R.; BERGMANN, J. A. G.; MACHADO NETO, O. R.; CARVALHO, J. R. Reactivity, performance, color and tenderness of meat from Zebu cattle finished in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2597-2605, 2012.

RODRIGUES, R. T. S.; CHIZZOTTI, M. L.; VITAL, C. E.; BARACAT-PEREIRA, M. C.; BARROS, E.; BUSATO, K. C.; GOMES, R. A.; LADEIRA, M. M.; MARTINS, T. S. Differences in Beef Quality between Angus (*Bos taurus taurus*) and Nellore (*Bos taurus indicus*) Cattle through a Proteomic and Phosphoproteomic Approach. **Plos one**, v. 12, n. 1, p. 1-21, 2017.

ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, R. R. The Effects of Genetic Groups, Nutrition, Finishing Systems and Gender of Brazilian Cattle on Carcass Characteristics and Beef Composition and Appearance: A Review. **Asian-Australasian Journal Animal Sciences**, v. 22, n. 12, p. 1718-1734, 2009.

SANTANA, A. E. M.; NEIVA, J. N. M.; RESTLE, J.; SOUSA, L. F.; MIOTTO, F. R. C.; ARAÚJO, V. L. A.; ALENCAR, W. M.; AUGUSTO, W. F. Babassu mesocarp bran levels associated with whole or ground corn grains in the finishing of young bulls: carcass and meat characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 11, p. 607-617, 2014.

SANTANA, M. C. A.; MESSANA, J. D.; FIORENTINI, G.; LAGE, J. F.; DIAN, P. H. M.; CANESIN, R. C.; REIS, R. A.; BERCHIELLI, T. T. Characteristics of carcass and meat of heifers finished on pasture amended with different supplement frequency and soybean oil source. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 98, n. 1, p. 32-43, 2018.

SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T. L.; E KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: II. Design and analysis of a system to measure beef *Longissimus* shear force under commercial processing conditions. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 6, p. 1474-1481, 1999.

SILVA, A. H. G.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; BILEGO, U. O.; FERNANDES, J. J. R.; REZENDE, P. L. P.; SILVA, R. M.; PEREIRA, M. L. R.; LINO, F. A. Milheto em substituição ao milho na dieta de novilhos confinados. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2077-2094, 2014.

SILVA, J. A.; PATARATA, L.; MARTINS, C. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. **Meat Science**, v. 52, n. 4, p. 453-459, 1999.

SMITH, S. B.; GILL, C. A.; LUNT, D. K.; BROOKS, M. A. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 22, n. 9, p. 1225-1233, 2009.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, D.G.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

VAN SOEST; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

TANIGUCHI, K.; HUNTINGTON, G.B.; GLENN, B.P. Net nutrient flux by visceral tissues of beef steers given abomasal and ruminal infusions of casein and starch. **Journal of Animal Science**, v.73, n.1, p.236-249, 1995.

SOLLENBERGER, L. E.; MOORE, J. E.; ALLEN, V. G.; PEDREIRA, C. G. S. C. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, v. 45, n. 3, p. 896-900, 2005.

USTUNER, H.; YALCINTAN, H.; ORMAN, A.; ARDICLI, S.; EKIZ, B.; GENCOGLU, H.; KANDAZOGLU, O. Effects of initial fattening age on carcass characteristics and meat quality in Simmental bulls imported from Austria to Turkey. **South African Journal of Animal Science**, v. 47, n. 2, p. 194-201, 2017.

VALADARES FILHO, S. C.; COSTA E SILVA, L. F.; LOPES, S. A.; PRADOS, L. F.; CHIZZOTTI, M. L.; MACHADO, P. A. S.; BISSARO, L. Z.; FURTADO, T. BR-CORTE 3.0. **Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados**. Editora UFV, Viçosa, MG, 2016

VAN SOEST, V.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VANCE, R. D.; PRESTON, R. L.; CAHILL, V. R.; KLOSTERMAN, E. W. Net energy evaluation of cattle-finishing rations containing varying proportions of corn grain and corn silage. **Journal Animal Science**, v. 34, n. 5, p. 851-856, 1972.

WEGLARZ, A. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. **Czech Journal of Animal Science**, v. 12, p. 548-556, 2010.

WILM, H.G.; COSTELLO, D. F.; KLIPPLE, G. E. Estimating forage yield by the double-sampling methods. **Journal of American Society of Agronomy**, v. 36, p. 194-203, 1994.

YUKSEL, S.; YANAR, M.; AKSU, M. I.; KOPUZLU, S.; KABAN, G.; SEZGIN, E.; OZ, F. Effects of different finishing systems on carcass traits, fatty acid composition, and beef quality characteristics of young Eastern Anatolian Red bulls. **Tropical Animal Health Production**, v. 44, n. 7, p. 1521–1528, 2012.

ZHANG, S. X.; FAROUK, M. M.; YOUNG, O. A.; WIELIEZKO, K. J.; PODMORE, C. Functional stability of frozen normal and high pH beef. **Meat Science**, v. 69, n. 4, p. 765-772, 2005.