



**AVALIAÇÃO DA DURAÇÃO DO PERÍODO DE TESTE DE
EFICIÊNCIA ALIMENTAR NA RAÇA ANGUS**

LUMA MARIA SOUZA MACHADO

**LAVRAS – MG
2022**

LUMA MARIA SOUZA MACHADO

**AVALIAÇÃO DA DURAÇÃO DO PERÍODO DE TESTE DE
EFICIÊNCIA ALIMENTAR NA RAÇA ANGUS**

Trabalho de Conclusão de Curso, projeto de pesquisa apresentado à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Zootecnia, para obtenção do título de Bacharel.

ORIENTADOR

Prof^ª. Dr^ª. Sarah Laguna Conceição Meirelles

**LAVRAS – MG
2022**

LUMA MARIA SOUZA MACHADO

**AVALIAÇÃO DA DURAÇÃO DO PERÍODO DE TESTE DE
EFICIÊNCIA ALIMENTAR NA RAÇA ANGUS**

Trabalho de Conclusão de Curso, projeto de pesquisa apresentado à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Zootecnia, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 19 de Abril de 2022

Profa. Dra. Sarah Laguna Conceição Meirelles - UFLA

Dra. Tathyane Ramalho Santos - UFLA

Dra. Marielle Moura Baena - UFLA

Orientador

Dra. Sarah Laguna Conceição Meirelles

LAVRAS – MG

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora Aparecida agradeço por iluminar, proteger e guiar meus passos e minha vida. Sem dúvidas que a fé é a maior força do nosso interior.

A minha vizinha Inésia Aparecida (in memoriam) por ter me criado fazendo papel de “vovó, papai, mamãe e madrinha” e por sempre estar presente, mesmo que hoje, em outro plano de vida.

A minha querida mãe Cristiane por todo apoio, confiança, amor incondicional. Nossa ligação é de outras vidas. O amor de mãe transforma, nos encoraja, nos sustenta, nos consola e nos alegra!

Ao meu namorado Matheus Cardoso, por toda cumplicidade, parceria e amor que sempre teve comigo. Você foi fundamental para que hoje eu chegasse até aqui e nossa história na UFLA e em Lavras nunca será esquecida. Aos meus sogros Wanda e Magal pelo acolhimento e carinho nessa pandemia!

As minhas amigas de graduação Paula, Isabela, Juliana e Júlia, por tudo que vivemos juntas. Pelos momentos alegres, desesperadores e de apoio. Vocês foram essenciais nessa caminhada. Contem sempre comigo!

A minha orientadora Sarah Meirelles. Sou extremamente grata por todas as oportunidades. A senhora, é um ser humano incrível com o coração gigante e sem dúvidas uma profissional formidável, que sempre será o meu espelho. Ao núcleo de estudo GMAB, por toda troca de conhecimento e parceria. De fato, minha melhor escolha foi entrar nesse grupo.

A Fazenda Casa Branca Agropastoril Ltda., onde realizei meu estágio, agradeço especialmente a zootecnista e gerente Maria DeLamare, por todos os ensinamentos e parceria. Obrigada pela oportunidade!

Por fim, agradeço a Universidade Federal de Lavras por todo suporte em minha graduação. Orgulho de ser UFLA!

RESUMO

Considerado um dos maiores produtores de carne bovina do mundo, o Brasil possui entraves devido à baixa produtividade e aos altos custos de produção. Dentre esses custos, a alimentação é responsável por mais da metade dos custos operacionais. Atualmente a característica de consumo alimentar residual (CAR) vem se destacando na seleção de bovinos de corte por ser considerada como uma ferramenta que identifica animais eficientes, ou seja, animais que consomem menos, mas não têm seu potencial comprometido. O objetivo neste trabalho foi determinar o menor período de teste necessário para avaliar a característica consumo alimentar residual utilizando equipamentos eletrônicos da Intergado®. Foi utilizado o banco de dados de 77 touros da raça Angus, com idade média inicial de 407,77 dias, participantes de 4 testes de eficiência alimentar da Fazenda Santa Éster, de propriedade da Casa Branca Agropastoril Ltda. Os testes foram subdivididos em cinco períodos de duração (28; 35; 42; 56 e 70 dias). As variáveis analisadas foram, CAR, ganho médio diário (GMD) e consumo de matéria seca (CMS). As correlações de Spearman foram estimadas utilizando o software R. Concluímos que para a característica CAR é possível reduzir o período do teste de eficiência alimentar de 70 para 56 dias de duração, o que possibilitará uma otimização do uso do equipamento eletrônico, menores custos para avaliação e, conseqüentemente, maior rentabilidade da atividade pecuária através da identificação de maior número de animais eficientes.

Palavras chaves: Consumo alimentar residual. Correlação de Spearman. Taurino.

ABSTRACT

Considered one of the largest beef producers in the world, Brazil is hindered by low productivity and high production costs. Among these costs, feed is responsible for more than half of the operating costs. Currently, the characteristic of residual feed intake (CAR) has been highlighted in the selection of beef cattle because it is considered a tool that identifies efficient animals, i.e., animals that consume less but do not have their potential compromised. The objective of this study was to determine the shortest test period necessary to evaluate the residual feed intake characteristic using Intergado® electronic equipment. We used the database of 77 Angus bulls, with an average initial age of 435 days, participating in 4 feed efficiency tests at Santa Éster Farm, owned by Casa Branca Agropastoril Ltda. The tests were divided into five periods of duration (28, 35, 42, 56 and 70 days). The variables analyzed were CAR, average daily gain (GMD) and dry matter consumption (DM). Spearman correlations were estimated using R software. We conclude that for the CAR characteristic it is possible to reduce the duration of the feed efficiency test period from 70 to 56 days, which will allow an optimization of the use of the electronic equipment, lower costs for evaluation and, consequently, greater profitability of the livestock activity through the identification of a greater number of efficient animals

Key words: Residual feed intake. Spearman correlation. Taurine.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
OBJETIVOS	6
HIPÓTESE	6
REFERENCIAL TEÓRICO	7
1. 7	
2. Erro! Indicador não definido.	
3. 9	
5. 11	
MATERIAL E MÉTODOS	12
1. 12	
2. 15	
3. 13	
4. Erro! Indicador não definido.	
5. 15	
6. 15	
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o segundo lugar no que se refere à produção de carne bovina, ficando atrás somente dos Estados Unidos. O rebanho brasileiro tem apresentado um forte aumento no plantel representado pelo salto de 232,4 milhões em 2018 para uma expectativa de atingir 264,10 milhões de cabeças de gado em 2022 (FARMNEWS, 2022). Nesse contexto, a raça Angus entre as raças europeias tem ganhado posição de liderança no Brasil. Aberdeen Angus é uma raça que tem mais de 300 anos de seleção para característica de precocidade e sua qualidade de carne contribui para um resultado econômico favorável na produção de bovinos de corte (FREITAS, 2013).

Dentro do sistema de produção bovina, a alimentação pode ser evidenciada como a principal variável, equivalendo-se a 87% dos custos operacionais de produção (LOPES *et al.*, 2011). Nesse caso, é preciso manter um rebanho de animais eficientes e utilizar de alimentos acessíveis a fim de reduzir as despesas com alimentação (LIMA, 2013). Diante de diversos desafios torna-se necessário intensificar o sistema de produção bovina e para tal fim é possível adotar novas tecnologias que visam elevar o desempenho produtivo, aproveitar recursos naturais e produzir mais em um curto período de tempo.

Na bovinocultura de corte, as características relacionadas ao crescimento, carcaça e reprodução são importantes para os programas de melhoramento genético uma vez que são consideradas como critério de seleção e também avaliam a eficiência dos sistemas de produção (PEDROSA *et al.*, 2014). No entanto, a dificuldade dos programas de seleção é identificar animais eficientes, que potencializam a conversão alimentar e apresentam maior produção de carne por hectare. Soma-se ainda que a seleção de touros jovens mais eficientes quanto ao uso de alimento diminuirá os custos de produção, podendo gerar uma maior lucratividade ao produtor (PEREIRA, 2021).

A eficiência alimentar em bovinos de corte é compreendida como a capacidade que o animal tem de converter o alimento ingerido em produto de origem animal, sendo ele em carne ou carcaça. A seleção para eficiência alimentar engloba diversas características e dentre elas, o consumo alimentar residual (CAR) vem sendo bastante estudado.

A identificação dos animais mais eficientes possui grande impacto na produção e compra de alimentos, pois selecionar animais classificados com baixo CAR pode resultar em progênes que consomem menos e que não têm seu desempenho comprometido (HERD *et al.*, 2003). Porém, para se obter o CAR é preciso ter cochos eletrônicos que geralmente são utilizados em testes de eficiência alimentar. Os custos com alimentação aumentam à medida

que aumenta a duração do teste, portanto, seria altamente vantajoso para a indústria identificar a duração apropriada do teste para reduzir os custos de mensuração, sem comprometer a exatidão e confiabilidade dos dados (WANG *et al.*, 2006). Dessa maneira, a redução no período dos testes resultaria em menores custos para avaliação e maior número de animais avaliados.

OBJETIVOS

1. Objetivo geral

Contribuir para a seleção de animais mais eficientes, reduzindo o custo de obtenção da característica consumo alimentar residual e aumentando o retorno econômico da atividade pecuária.

2. Objetivos específicos

Determinar o menor período de teste necessário para avaliar a característica consumo alimentar residual utilizando equipamentos eletrônicos da Intergado®.

Verificar se existe diferença nas características ganho médio diário, consumo alimentar residual e consumo de matéria seca de acordo com os períodos de teste avaliados.

HIPÓTESE

É possível reduzir o período dos testes de eficiência alimentar sem prejudicar a classificação dos animais.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. Cenário da bovinocultura de corte no Brasil

A bovinocultura de corte brasileira ao longo dos anos passou por importantes transformações que a colocou em destaque no cenário nacional e internacional na produção de carne bovina. Nesse cenário, uma das maiores colaborações da ciência para a revolução e evolução da pecuária de corte foi o melhoramento genético, que tem o objetivo de selecionar e acurar características das espécies com base em duas ferramentas, seleção e acasalamento (PEREIRA, 2006), que desde a época dos primórdios da colonização já eram ferramentas usadas para o desenvolvimento de raças, a partir do cruzamento de animais taurinos e zebuínos (GOMES *et al.*, 2021).

Na década de 90, o rebanho no Brasil não passava de 150 milhões de cabeças e hoje soma um total de 264,10 milhões de cabeças de gado (FARM NEWS, 2022; BATISTA *et al.*, 2020). O país é o segundo maior exportador mundial de carne bovina e exporta principalmente para China, Hong Kong, Chile, Rússia Egito e Arábia Saudita (ABIEC, 2020). De acordo com a Organização das Nações Unidas - ONU (2014) espera-se que a população mundial atinja um total de 9,6 bilhões de habitantes no ano de 2050 e para alimentar toda essa população, a produção de carne deverá aumentar significativamente. Portanto, os desafios da pecuária se constituem devido ao crescimento da população mundial, necessidade de suprir a demanda por alimento e diminuir o impacto ambiental dessa prática.

Diante de diversos desafios e oscilações de mercado, cada vez mais é notório a necessidade de produzir mais em um curto período de tempo. Para atender a esta demanda, dentro do setor pecuário existe um alto preço e diversas limitações dentro do sistema de criação, podendo listar o alto custo com alimentação dos animais, podendo variar entre 70 a 90% dos custos operacionais totais (VALADARES FILHO *et al.*, 2002). Buscar oportunidades de minimizar alguns custos dentro do sistema é o um desafio e o melhoramento genético vem sendo uma excelente alternativa que pode gerar resultados a médio e longo prazo.

Contudo, o rebanho bovino brasileiro é constituído por grande diversidade de raças e, em importância, as raças originárias da Índia têm papel de destaque na pecuária brasileira. Os bovinos podem ser divididos em dois grandes grupos: *Bos taurus taurus* como o Angus e *Bos taurus indicus* também conhecidos como zebuínos, por exemplo a raça Nelore (OLIVERA; MAGNABOSCO & BORGES, 2004).

2. Raça Angus

O primeiro registro da raça Aberdeen Angus foi em 1862, na Escócia. De acordo com Santiago (1975), Hugh Watson, do condado de Angus e William McCombie da região de Aberdeen, ambos se esforçaram na criação da raça que obteve denominação Aberdeen Angus homenageando suas regiões. A raça foi importada do Uruguai para o Brasil em 1906, especificamente em Bagé (RS), local considerado, portanto, um dos maiores centros da raça no país (FREITAS, 2022). Nesse ano, foi realizado o primeiro registro feito por Leonardo Collares Sobrinho, do touro denominado Menelik (ASSOCIAÇÃO DE CRIADORES DE ABERDEEN ANGUS PORTUGAL, 2022).

A raça Aberdeen-Angus faz parte do grupo de animais relacionados às raças mochas das ilhas britânicas. Quanto à caracterização racial, os animais possuem corpo cilíndrico de tamanho moderado, corpo volumoso e comprido. Os comprimentos de pelo são de curto a longo podendo ser de coloração negra ou vermelha (GLASER, 2003). Os bovinos Angus também se caracterizam por apresentar orelhas medianas, pouco eretas e bem cobertas de pelos. Contudo, a subespécie *Bos taurus taurus* apresenta algumas características principais que no geral são: alta conversão alimentar, longevidade, docilidade, baixa mortalidade dos bezerros, fator genético dominante para ausência de chifres, boa fertilidade e habilidade de transmitir carcaças de qualidade superior (FRASER 1959; SANTOS 1999).

Conforme a Associação de Criadores Aberdeen Angus Portugal (2022), os touros são considerados animais rústicos e apresentam precocidade sexual, bom crescimento e acabamento. As fêmeas apresentam facilidade ao parto, habilidade maternal e possuem úbere bem implantado de tamanho intermediário com tetos finos e medianos. O temperamento de ambos é considerado ativo, porém, não são agressivos. A carne angus caracteriza-se pelo marmoreio com boa cobertura de gordura (3 a 6 mm) o que confere a boa maciez e sabor característico (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS, 2022).

A raça Angus embora tenha origem europeia e no Brasil tem a tradição de criatórios em regiões temperadas, vem apresentando interessantes resultados em rebanhos meio sangue e $\frac{3}{4}$ em clima tropical. Com o cruzamento industrial de Angus e zebuínos as progênes apresentam alta resistência e adaptabilidade às diferentes condições de clima e relevo. Além disso, a heterose obtida desse cruzamento taurino x zebuíno pode garantir menores índices de infestação de ectoparasitas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS, 2022).

3. Eficiência Alimentar

Segundo Hall (1995), definiu-se eficiência alimentar como a quantidade de produto comercializável por kg de alimento consumido. Dentro do sistema produtivo, as medidas de eficiência alimentar mais estudadas são eficiência alimentar bruta (EAb), conversão alimentar (CA) e consumo alimentar residual (CAR) (MARZOCCHI, 2017). Calcula-se EA pela razão entre o GMD e o consumo CMS e para CA utiliza-se o inverso, o CMS dividido pelo GMD. Ambas as medidas são correlacionadas com o ganho de peso e quando consideradas como critério de seleção podem resultar em um maior consumo para a manutenção (ARCHER *et al.*, 1999).

No sistema produtivo de bovinos de corte, a quantidade e a qualidade ingerida de nutrientes é o que determina o desempenho animal (FERREIRA *et al.*, 2015). A lucratividade desse sistema está relacionada com o uso produtivo e eficiente dos alimentos destinados à manutenção e ao crescimento dos bovinos de forma rentável (NKRUMAH *et al.*, 2006). Dessa forma, ter um rebanho composto por animais eficientes é uma via para redução dos custos no sistema de produção.

A eficiência alimentar pode depender de vários fatores como consumo de alimento, estado fisiológico, o peso vivo do animal, composição do ganho de peso, condições ambientais e idade. Além disso, também depende de fatores intrínsecos ligados à eficiência como taxa de digestão e absorção. Mesmo sendo uma característica de suma importância, um dos problemas do uso da eficiência alimentar é a mensuração lenta e onerosa e a dificuldade de utilizá-la em sistemas extensivos de produção bovina (WONFOR, 2017; ALEXANDRE *et al.*, 2015).

Estudiosos afirmam que é possível selecionar animais mais eficientes, com altas taxas de ganho de peso, por meio da seleção direta. Esses animais ingerem menos alimentos para o mesmo peso corporal e o mesmo ganho de peso, indicando que existe uma variação genética no uso de nutrientes (HERD *et al.*, 2003; ARTHUR & HERD, 2008).

3.1 Consumo Alimentar Residual (CAR)

Com a pretensão de buscar uma nova medida de eficiência alimentar que possibilitasse a diminuição com custos alimentares sem alterar os aspectos produtivos de forma negativa, Koch *et al.* (1963) sugeriram a utilização do CAR. No início da década de 90, australianos e canadenses dedicaram-se ao estudo do CAR (LANNA & ALMEIDA, 2004).

Koch *et al.* (1963) propôs que o consumo alimentar residual seria calculado como sendo a diferença entre o consumo individual observado e o consumo estimado, através de ajustes do

ganho médio diário e do peso vivo metabólico. Desse modo, define-se CAR como a diferença entre o consumo de matéria seca observado e o consumo estimado por equação de regressão do consumo em função do peso vivo médio metabólico e do ganho de peso, sendo, desta maneira, independente do peso e da taxa de crescimento dos animais (ARTHUR *et al.*, 2001).

O CAR é um dado individual que é calculado após um período de alimentação, onde os animais estão em grupos ou em baias individuais. Sendo assim, o animal menos eficiente irá apresentar um CAR positivo (consumo observado maior que o predito) e os animais mais eficientes terão um CAR negativo (consumo observado menor que o predito). Na avaliação do CAR, é comum classificar os animais em três categorias: CAR baixo (animais eficientes; média do CAR menores que 0,5 desvio padrão (DP)), CAR médio (média do CAR \pm DP) e CAR alto (animais ineficientes; média do CAR maiores que 0,5 DP) (MENDES *et al.*, 2016).

O CAR é uma medida de eficiência alimentar que apresenta uma suficiente variabilidade genética aditiva. Sendo assim, essa característica possui moderada a alta herdabilidade variando entre 0,30 a 0,35 (ARCHER., *et al* 1998; KOCH *et al.*, 1963). A seleção para CAR ao contrário da conversão alimentar, seleciona animais de menor consumo e com menores exigências de manutenção.

3.2 Vantagens e limitações da adoção do CAR

A característica CAR vem sendo utilizada como critério de seleção devido a seus valores de herdabilidade moderada ($h^2 = 0,28$ a $0,39$), tal como dito por Koch *et al.*, (1963). Desse modo, é possível incluir o CAR em programas de melhoramento genético visto que apresenta suficiente variabilidade genética (FERREIRA *et al*, 2015).

Uma vantagem de se utilizar do parâmetro CAR para selecionar animais eficientes é sua relação com a produção de metano. No ano de 2011, a FAO publicou um relatório (Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks) afirmando que a maior fonte de emissão de gases do efeito estufa é da fermentação entérica advinda da produção de metano pelos animais durante a digestão e expulsão por eructação. Dessa maneira, a produção de gás metano (CH₄) em ruminantes é dependente do tipo da dieta, nível de ingestão e pode também segundo Mombach *et al* (2016) ser influenciado pela espécie, idade e tamanho do animal. Nkrumah *et al* (2006) observaram que animais com baixo CAR, ou seja, eficientes, produziam 28% menos metano que animais com alto CAR. Gomes *et al* (2013) estimaram uma redução diária de 8% de metano para bovinos Nelores eficientes.

Há fatores que limitam o uso do CAR como parâmetro de eficiência alimentar. Um ponto a ser ressaltado do CAR é que animais eficientes podem possuir composição corporal diferentes de animais ineficientes. Segundo resultados de correlações de Nkrumah *et al* (2004) e Basarab *et al.* (2003) ambos chegaram à conclusão que animais eficientes possuem maior deposição de gordura na carcaça e os ineficientes possuem maior deposição de músculo na carcaça. Desse modo, os animais eficientes têm essa tendência à menor deposição de gordura e podem ter a qualidade de carcaça depreciada. No entanto, para correção de tal problema, é preciso que o consumo predito seja calculado em função da espessura de gordura subcutânea (LIMA *et al.*, 2013). Nesse contexto, outro fator limitante é o custo elevado para determinação e implantação de equipamentos eletrônicos que mensuram dados automaticamente (HERD *et al.*, 2003).

3.3 Consumo de matéria seca e CAR

Dados do consumo de alimentos estão sendo incluídos em programas de seleção com o intuito de melhorar a eficiência alimentar, seja por meio do manejo, nutrição ou da produção de animais eficientes (HERD *et al.*, LANNA & ALMEIDA, 2004; GOMES, 2009).

Para o cálculo do CAR, o CMS (consumo de matéria seca) é uma variável importante já que se espera que animais mais eficientes tenham um menor consumo. A seleção genética para animais baixo CAR pode resultar em progênies que consomem menos e não alteram o seu desempenho (HERD *et al.*, 2003). Os benefícios da seleção para o CAR foram demonstrados por Arthur *et al.* (1996), os quais afirmam que os animais mais eficientes consumiram, em média, 13,5% menos alimento do que o estimado, e que os animais menos eficientes consumiram 14% mais do que o estimado.

Archer *et al.* (1997) observaram que são necessários, no mínimo, 35 dias de coleta de dados, para a avaliação do consumo de matéria seca individual em trabalho com animais taurinos e Castilhos *et al.* (2011) consideram que, para animais zebuínos, 28 dias de avaliação são suficientes para determinar o consumo.

4. Testes de eficiência alimentar

Para determinar a eficiência alimentar de um animal é necessário a realização de testes de desempenho durante os quais são obtidos o CMS, o GMD, e logo, a CA, EAb e CAR (MARZOCCHI, 2017). Esses testes são desenvolvidos com o intuito primordial de testar touros jovens que se destacam quanto ao crescimento (FARIA *et al.*, 2017).

Para que se possa avaliar a eficiência alimentar em fazendas particulares ou em centros de pesquisa, equipamentos eletrônicos de mensuração individual como o GrowSafe (GrowSafe Systems LTD., Airdrie, Alberta, Canadá) e o Intergado (Intergado Ltd., Contagem, Minas Gerais, Brasil) são necessários, mesmo possuindo alto custo de aquisição (MARZOCCHI, 2017). Ambos os equipamentos mencionados anteriormente registram automaticamente o consumo de alimento e o comportamento digestivo dos animais, individualmente, durante 24 horas por dia. A Intergado é pioneira em pecuária de precisão no Brasil. Como esse sistema o animal é identificado através do brinco eletrônico e são fornecidos como equipamentos, cochos eletrônicos que registram a quantidade consumida por cada animal e também balanças com pesagem voluntária e automatizada (INTERGADO, 2022).

De acordo com o manual Guidelines For Uniform Beef Improvement Programs (2016) para desenvolver testes de eficiência alimentar com pesagem automatizada em bovinos taurinos são necessários 70 dias de duração de teste, um período de adaptação de 21 dias e 45 dias mínimos para realização dos testes. Estes testes, exigem uma padronização de idade dos animais, instalações, dieta ofertada, que visam diminuir correções estatísticas e erros que possam aparecer ao comparar resultados de diferentes testes.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Localização e animais

Os testes de eficiência alimentar foram conduzidos na Fazenda Santa Ester, de propriedade da Casa Branca Agropastoril Ltda., localizada no município de Silvianópolis – MG, de latitude 22° 01 46 S, longitude 45° 50 06 W, altitude 897 metros e caracterizado por um clima subtropical úmido com temperatura média anual de 19,9 °C. A fazenda possui uma infraestrutura que padroniza as condições ambientais e fornece manejo uniforme que assegura uma avaliação acurada dos animais. Com a padronização do ambiente é possível verificar as diferenças genéticas de características de importância econômica entre os touros.

Foram utilizados dados de 76 touros jovens da raça Angus que nasceram entre 2018 e 2020, com idade média inicial de 407,77 dias, os quais participaram de quatro testes de eficiência alimentar: teste 1 (n=6), teste 2 (n=14), teste 3 (n=29) e teste 4 (n=27). Em cada teste, os animais foram alojados em 2 piquetes com oito (8) cochos de alimentação e um (1) bebedouro de reabastecimento automático cada. Os animais eram avaliados dentro de grupos de contemporâneos, que continham animais que possuíam diferença de idade de no máximo 90 dias.

A dieta foi fornecida 2 vezes ao dia e foi oferecida à base de 70% volumoso e 30% de concentrado. O volumoso foi composto por silagem de milho e o concentrado foi composto de 68% milho em grão moído, 26,10% de farelo de soja 45, 4,70% de suplemento mineral BellPeso Super e 1,20% de uréia.

Cada teste teve duração de 70 dias subsequentes de um período de adaptação à instalação e a dieta ofertada de 15 dias. Para registro de informações de consumo foram utilizados cochos eletrônicos e balança de pesagem automatizada do sistema Intergado® (Intergado Ltda., Contagem, Minas Gerais, Brasil). Os cochos são compostos de comedouros que ficam apoiados sobre células de carga que em conjunto com sensores e coletores inteligentes vão possibilitar o registro eletrônico do alimento consumido por cada animal. Sendo assim, o cocho e a balança Intergado reconhecem o animal através do brinco eletrônico e enviam automaticamente os dados de consumo e peso coletados para nuvem, que irá funcionar como banco de dados. Esses bancos fornecerão informações sobre eficiência alimentar, consumo diário de alimento, taxa de consumo, tempo de frequência de visitas no cocho, horários dos tratos e quantidade fornecida e monitoramento de sobra.

2. Variáveis mensuradas

Foram estudadas as seguintes variáveis: consumo de matéria seca (CMS; kg/dia) ganho médio diário (GMD; kg/dia) e consumo alimentar residual (CAR; kg/dia).

Para os animais participantes do teste de eficiência, forneceu-se uma dieta ad libitum na forma de ração total misturada do início ao fim do teste, tendo a fração de concentrado e de silagem apropriadamente misturada, evitando a seleção do alimento pelos animais. Além disso, foi obtido o consumo de matéria natural a partir dos dados registrados pelo sistema Intergado (Intergado®) e todos os valores diários de consumo válidos foram somados de acordo com cada período de teste.

Os dados de pesagem foram gerados diariamente, por animal, durante todo o período de duração do teste. Esses dados mensurados ficaram registrados na plataforma da Intergado (Intergado®) via internet.

Para a determinação da matéria seca da dieta, foram coletadas semanalmente amostras contidas em ambos os cochos que foram processadas na própria fazenda de acordo com a metodologia proposta por Filho, D.F (2019). O processo consiste em misturar as amostras do mesmo dia e pesar na balança digital no máximo 200g. Após pesagem, a amostra é levada ao airfryer por 20 minutos a uma temperatura de 110°C. Logo após os 20 minutos é acrescentado mais 10 minutos quantas vezes for preciso para retirar toda umidade. O valor da matéria seca estabiliza quando evapora toda umidade. Realiza-se o cálculo pelo excel e ao final é feita uma média geral de todos os valores encontrados de matéria seca obtidos durante o teste.

O CMS para cada período estudado foi obtido da seguinte maneira:

$$CMS = \frac{CMN \times MS}{100}$$

Onde: CMN = Consumo de matéria natural total; MS = Matéria seca da dieta

O CMS por dia foi calculado levando em consideração cada período de teste.

O peso vivo metabólico (PV_{0,75}) para cada período estudado foi obtido a partir da seguinte equação:

$$PV_{0,75} = \frac{(PV_I + PV_F)^{0,75}}{2}$$

Onde: PV_I= peso vivo inicial (Kg); PV_F= peso vivo final (Kg)

O GMD para cada período estudado foi obtido através da seguinte fórmula:

$$GMD = \frac{\Sigma(PV_n - PV_{n-1})}{N - 1}$$

Onde: PV_n = peso vivo no dia n; PV_(n-1) = peso vivo no dia anterior ao dia do n; N= duração do período do teste.

O CAR foi obtido através do resíduo da regressão linear múltipla, de acordo com Koch, (1963).

$$\text{CMS} = \beta_0 + \beta_1 \text{GMD} + \beta_2 \text{PVM} + \varepsilon_1$$

Onde: CMS – Consumo de matéria seca esperado; β_0 – intercepto; β_1 - coeficiente linear de regressão para ganho médio diário (GMD); β_2 – coeficiente linear de regressão para peso vivo metabólico na metade do teste (PV0,75); ε_1 – Resíduo que expressa a medida da eficiência do CAR.

3. Período dos testes de eficiência alimentar

Para realizar o estudo da possibilidade de redução do período de teste, os mesmos foram fracionados em cinco períodos de duração: 28, 35, 42, 56 e 70 dias, sendo executados os ajustes para as variáveis para o cálculo do CAR de acordo com cada período de duração. Foram determinados esses períodos da seguinte forma: 56 dias devido a estudos existentes que indicam essa redução; 42 dias, por ser o mínimo de dias de teste segundo o manual “Procedimentos para mensuração de consumo individual de alimentos para bovinos de corte” (MENDES *et al.*, 2020); 35 dias, por ser o período mínimo de consumo válido e 28 dias devido ao intervalo de 14 dias entre 42, 56 e 70 dias.

4. Médias estimadas e análise de variância

As estatísticas descritivas para as variáveis CAR, CMS e GMD foram obtidas pelo procedimento PROC MEANS do SAS (SAS, INST., INC., CARY, NC). Para verificar os efeitos de meio que influenciam as características CAR, CMS e GMD, foram feitas análises de variância, pela metodologia dos quadrados mínimos, utilizando-se modelo estatístico que incluiu os efeitos de teste, duração do teste, além da covariável idade do animal por ocasião da medida. Para esta análise foi utilizado o procedimento GLM do SAS (SAS, INST., INC., CARY, NC).

5. Correlação de Spearman

Após o cálculo do CAR no software R, foi realizado o rank dos animais para característica CAR. Foram realizados os mesmos procedimentos para os quatro períodos de

teste estudados. Utilizando o procedimento CORR (SAS, INST., INC., CARY, NC), foram estimadas as correlações Spearman entre cada duração de teste (28; 35; 42 e 56 dias) e o período completo (70 dias), a fim de determinar o menor período necessário para duração do teste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as estatísticas descritivas das características estudadas.

Tabela 1: Estatística descritiva com médias, desvios padrões, valores máximos e mínimos e coeficiente de variação para as características peso inicial (Peso I, Kg), peso vivo final (Peso F, Kg), consumo alimentar residual (CAR, Kg/dia), consumo de matéria seca (CMS, Kg/dia) e ganho médio diário (GMD, Kg/dia).

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	CV
Idade	407,77	75,84	281,00	605,00	18,60
Peso I	372,42	84,96	213,90	540,40	22,81
28 dias					
Peso F	398,44	87,53	239,70	560,20	21,97
CAR	0,00	0,79	-1,70	1,79	-2245,03
CMS	292,99	87,08	132,08	458,65	29,72
GMD	0,94	0,44	-0,20	1,90	46,63
35 dias					
Peso F	404,52	91,22	202,90	568,60	22,55
CAR	0,00	0,80	-1,63	1,64	22005,77
CMS	368,78	103,21	171,10	565,80	27,99
GMD	0,97	0,41	-0,10	1,80	42,23
42 dias					
Peso F	414,68	88,97	246,40	576,90	21,45
CAR	0,00	0,75	-1,44	2,25	1552,67
CMS	431,17	119,69	202,34	674,89	27,76
GMD	1,03	0,37	0,00	1,80	36,35
56 dias					
Peso F	438,85	94,54	259,80	602,20	21,54
CAR	0,00	0,62	-1,50	2,16	1523,47
CMS	577,55	170,75	268,98	911,02	29,56
GMD	1,11	0,34	0,30	1,80	30,06
70 dias					
Peso F	455,38	93,19	281,60	643,50	20,46
CAR	0,00	0,56	-1,13	1,76	3318,36
CMS	730,68	215,38	363,16	1169,24	29,48
GMD	1,20	0,32	0,40	1,80	26,95

Fonte: do autor

Observou-se na Tabela 1, um aumento no CMS, GMD e Peso F conforme aumentou-se o período do teste. Este aumento implica que essas características sofrem variação devido ao período de teste, conforme pode ser confirmado pela análise de variância apresentada na Tabela 2.

Na Tabela 2 é apresentado o resumo das análises de variância das características estudadas. Todos os efeitos incluídos no modelo foram significativos ($P < 0,05$ ou $P < 0,01$) para consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD) e Peso F.. Já para característica CAR, os efeitos incluídos não foram significativos, demonstrando que o teste e os períodos de teste não influenciam o CAR, concordando com os resultados encontrados por (MARZOCCHI, 2017).

Tabela 2. Resumo das análises de variância do consumo alimentar residual (CAR - Kg/dia), consumo de matéria seca (CMS - Kg/dia), ganho médio diário (GMD - Kg/dia), peso vivo final (Peso F, Kg) em bovinos da raça Angus.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		CAR	CMS	GMD	Peso F
Teste	3	0,174 ^{ns}	956.097,413**	0,62**	280160,99**
Duração	4	0,085 ^{ns}	2.350.041,789* *	1,00**	44500,28**
Idade	1	0,517 ^{ns}	53.031,262*	1,452**	24993,41*
Resíduo	368	0,51	9.586,64	0,16	5124,41

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; ns não significativo.

Fonte: do autor

É observado que CMS e GMD apresentaram diferenças ($P < 0,001$) de acordo com os efeitos de Teste e Duração. Isso pode ser explicado pois os testes foram realizados em estações de ano diferentes (teste 1: inverno; teste 2: primavera; teste 3: outono e teste 4: inverno) influenciando no consumo e conseqüentemente no ganho médio diário dos animais. Ambas as características também apresentaram diferenças significativas para o efeito Idade já que as médias das idades de cada prova foram distintas (teste 1: 583 dias; teste 2: 435 dias, teste 3: 416 dias e teste 4: 314 dias).

As médias estimadas de CAR, CMS e GMD são apresentadas na Tabela 3, para os efeitos de teste e duração considerados no modelo.

Tabela 3. Médias e desvio padrão estimados do consumo de consumo alimentar residual (CAR); consumo de matéria seca (CMS) e ganho médio diário (GMD) e peso vivo final (Peso F) de acordo com o teste e o período do teste de bovinos da raça Angus.

Fonte de variação	Características				
	CAR	CMS	GMD	Peso F	
Teste	1	0 ± 0,65	459,49 ± 167,63	1,03 ± 0,41	410,46
	2	0 ± 0,58	566,7 ± 243,26	1,09 ± 0,35	423,06
	3	0 ± 0,84	572,42 ± 204,22	1 ± 0,42	484,99
	4	0 ± 0,63	337,58 ± 331,55	1,06 ± 0,44	355,08
Duração	28 dias	0 ± 0,79	292,99 ± 87,07	0,94 ± 0,44	398,44
	35 dias	0 ± 0,79	368,77 ± 103,21	0,93 ± 0,53	404,52
	42 dias	0 ± 0,75	431,17 ± 119,69	1,02 ± 0,37	414,68
	56 dias	0 ± 0,62	577,55 ± 170,74	1,11 ± 0,34	438,85
	70 dias	0 ± 0,56	730,68 ± 215,37	1,19 ± 0,32	455,38

Fonte: do autor

As fontes de variação Teste e Duração não interferem na característica CAR. Martins (2019), realizando a análise descritiva do CAR encontrou médias zero e valores de desvio padrão acima de 0,84 para característica em bovinos zebuínos. As médias encontradas no valor zero explica-se pelo fato do CAR ser um resíduo da equação de regressão do consumo de matéria seca esperado.

Segundo Suarez (2014) um animal pode ganhar ou perder peso em função dos alimentos que consome, das condições climáticas em que ele é exposto, do estado sanitário e pelas características do seu biotipo como peso, idade e condição corporal. Pode-se concluir, com os resultados obtidos na fonte de variação Teste que para as características CMS, GMD e PESO F as médias foram distintas. Essas diferenças das médias entre os testes são devido a diferença de idade dos grupos contemporâneos e também pelo fato dos testes terem sido realizados em estações distintas como dito anteriormente.

Na fonte de variação Duração podemos observar que as médias aumentam no decorrer do aumento dos períodos para as variáveis CMS, GMD e PESO F e isso é o esperado de acontecer. Castilho *et al.* 2011, observaram e concluíram que o consumo de matéria seca aumenta de acordo com a duração dos testes.

As correlações de Spearman entre as durações dos testes e a duração de 70 dias são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Correlações de Spearman para consumo alimentar residual (CAR) entre as durações dos testes e a duração de 70 dias, de acordo com os testes e os grupos de contemporâneos na raça Angus.

Testes	Grupos	N	Períodos Avaliados			
			70-28	70-35	70-42	70-56
1	1	6	0,94	0,89	0,94	1,00
2	1	14	0,92	0,84	0,86	0,96
3	1	23	0,68	0,63	0,69	0,88
	2	6	0,79	0,89	0,86	0,71
4	1	21	0,60	0,43	0,61	0,80
	2	6	1,00	0,89	1,00	0,94
Média			0,82	0,76	0,83	0,88

N: número de animais

Fonte: do autor

De acordo com os resultados obtidos das correlações de Spearman é possível afirmar que existe a possibilidade de reduzir o período de teste para 56 dias, pois a correlação média foi a mais alta (0,88) (Tabela 4). Segundo Martins (2019), o período de teste para eficiência alimentar pode ser reduzido para 56 dias se forem realizadas pesagens semanais e foram encontradas correlações de Spearman alta de 0,98 para a variável CAR. De acordo com Steel *et al.* (1997), a correlação de Spearman fornece resultados confiáveis e decisivos para a determinação do período ideal do teste, pois indica que os animais mantêm as mesmas posições em diferentes períodos de avaliação.

Archer e Bergh (2000) relataram ser preciso, no mínimo, 70 dias de duração em testes de eficiência alimentar para avaliação da variável CAR, enquanto em pesquisas realizadas por Wang *et al.*, (2006), foram relatados que 63 dias são suficientes. O estudo mais recente de Marzocchi (2017) relata que o teste para CAR pode ser reduzido para 56 dias, contra os 70 dias preconizados para avaliação. Culbertson *et al.*, (2015) realizaram estudos avaliando diferentes categorias de bovinos de diversas raças (453 touros, 119 novilhos e 21 novilhas) submetidos a quatro testes de eficiência alimentar com duração de 70 dias, decorridos por um período de adaptação de 21 dias. Esses autores afirmaram que o período de avaliação do CAR pode ser reduzido de 70 para 56 dias embasados em análises de regressão dos valores de CAR.

Outro estudo publicado por Manafiazar *et al.*, relatou-se a possibilidade de reduzir o período de teste para 42 dias com um mínimo de 30 dias válidos de ingestão de ração e obteve uma correlação Spearman alta de 0,92. Segundo o trabalho de Crozara (2018), o autor afirma que para bovinos zebuínos é possível reduzir de 70 dias para 34 dias utilizando-se da característica CAR. Neste estudo em específico, encontrou-se uma correlação de Spearman para 34 dias de 0,96 e para 42 dias 0,98.

Segundo o manual Guidelines For Uniform Beef Improvement Programs (2016) recomenda 70 dias de duração para todos os tipos de equipamentos com período de adaptação de 21 dias em raças taurinas.

De acordo com os resultados observados no presente estudo, a redução de 14 dias na duração do teste pode levar ao aumento do número de animais avaliados, reduzir os custos associados ao teste de eficiência alimentar e otimizar a utilização do equipamento de mensuração de consumo por meio da realização de mais testes anuais. Sendo assim, é importante ressaltar a importância de realizar estudos para as diversas raças e populações antes de reduzir o período de teste. Dessa forma, será possível obter fenótipos para CAR com maior confiabilidade para utilização em programas de avaliação genética.

CONCLUSÃO

Os testes de eficiência alimentar têm se tornado uma ferramenta importante na seleção de bovinos de corte por contemplar um dos parâmetros fundamentais de desempenho que é o consumo alimentar residual (CAR).

Diante das altas correlações de Spearman é possível reduzir o período dos testes de eficiência alimentar para 56 dias, contribuindo dessa forma para redução de custos para obtenção do CAR, otimização da utilização dos equipamentos envolvidos, e, além disso, aumentando a rentabilidade da produção de bovinos de corte, através da identificação de maior número de animais eficientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHER, J. A.; BERGH, L. Duration of performance tests for growth rate, feed intake and feed efficiency in four biological types of beef cattle. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 65, p. 47–55, 2000.

ARCHER, J.A.; RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M. et al. Potential for Selection to Improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. *Australian Journal of Agricultural Science*, Collingwood, v.50, p. 147-161, 1999.

ARTHUR, P. F. et al. Net feed conversion efficiency and its relationship with other traits in beef cattle. In: *Australian Society of Animal*, 21. 1996. *Proceedings...Australian Society of Animal*, p.107-110, 1996.

ARTHUR, P. F.; HERD, R. M. Residual feed intake in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG; v.37, p.269-279, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS. Disponível em:

<<https://angus.org.br/angus/vantagens-da-raca/>> Acesso em: 26 de mar. de 2022.

ASSOCIAÇÃO DE CRIADORES DE ABERDEEN ANGUS PORTUGUAL. Disponível em:

<<http://www.aberdeen-angus.pt/origem-e-historia/>> Acesso em: 26 de mar. de 2022.

BASARAB, J.A. *et al.* Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 83: 189-204, 2003.

CASTILHOS, A.M.; BRANCO, R.H.; RAZOOK, A.G.; BONILHA, S.F.M.; MERCADANTE, M.E.Z.; FIGUEIREDO, L.A. Test post-weaning duration for performance, feed intake and feed efficiency in Nelore cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.40, n.2, p.301-307, 2011.

CULBERTSON, M.M.; SPEIDEL, S.E.; PEEL, R.K.; COCKRUM, R.R.; THOMAS, M.G.; ENNS, R.M. 2015. Optimum measurement period for evaluating feed intake traits in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.93 p.2482-2487

FARIA, C.U *et al.* Avaliação do componente genético na expressão fenotípica de características produtivas de bovinos Nelore submetidos à prove de desempenho. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa. Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2017.

FARM NEWS. Disponível em:

<<https://www.farmnews.com.br/mercado/maiores-rebanhos-e-produtores-mundiais-de-carne-bovina-expectativa-para-2022/>> Acesso em 29 de mar. de 2022.

FERREIRA, F.A *et al.* Consumo Alimentar Residual em bovinos de corte. Nutritime Revista Eletrônica, on-line, Viçosa, v.12, n.6, p.4368-4378, nov/dez, 2015.

FRASER, A. Beef cattle husbandry. [S.I]: Crosby Lockwood & Son, 1959, p. 62-79

FREITAS, G. Angus: produtiva a campo e carne com bons índices de marmoreio e capa de gordura espessa e uniforme. Disponível em

><http://www.beefpoint.com.br/angus-produtiva-a-campo-e-carne-com-bons-indices-demarmoreio-e-capa-de-gordura-espessa-e-uniforme-projeto-racas/> <. Acesso em: 12 fev.2022.

FREITAS, G. Nelore: conheça mais sobre a raça que representa 80% do gado de corte brasileiro [Projeto Raças]. BeefPoint. Piracicaba/SP. 2013. Disponível em:. Acesso em: 12 fev. 2022.

GLASER, F. D. Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão. 2003. Mestrado em Zootecnia – Universidade de São Paulo, 2003.

GOMES, L.L; OLIVEIRA, C.H.A. Evolução do melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil. Revista Diálogos Acadêmicos. Fortaleza, v.10, n.01, p.54-59, jan/jun. 2021.

GOMES, R. D. C. Metabolismo protéico, composição corporal, características de carcaça e qualidade de carne de novilhos Nelore (*Bos indicus*) em função de seu consumo alimentar residual (Tese de Doutorado), Universidade de São Paulo (2009).

GOMES, R. D. C., Sainz, R. D., e Leme, P. R. (2013). Protein metabolism, feed energy partitioning, behavior patterns and plasma cortisol in Nellore steers with high and low residual feed intake. Revista Brasileira de Zootecnia, 42(1), 44-50.

HALL, J. B.; STAIGMILLER, R. B.; BELLOWS, R. A.; SHORT, R. E.; MOSELEY, W. M.; BELLOWS, S. E. Body composition and metabolic profiles associated with puberty in beef heifers. Journal of animal science, v. 73, n. 11, p. 3409-3420, 1995.

HALL, J. B.; STAIGMILLER, R. B.; BELLOWS, R. A.; SHORT, R. E.; MOSELEY, W.M.; BELLOWS, S. E. Body composition and metabolic profiles associated with puberty in beef heifers. Journal of animal science, v. 73, n. 11, p. 3409-3420, 1995.

HERD, R. M. et al. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake. Opportunity and challenges to application. Journal of Animal Science, Champaign, v. 81, n.13, p. 9-17, 2003.

HOCQUETTE, J. F. et al. Opportunities for predicting and manipulating beef quality. Meat Science, Vol. 92, Issue 3, pp. 197-209, 2012.

INTERGADO. Disponível em: <
<https://pecuariadealtaperformance.com.br/intergado/intergado-efficiency/>> Acesso em: 6 de jun. 2019.

KOCH, R. M. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal Animal Science*, v. 22, p. 486-494, 1963.

LANNA, D. P.; ALMEIDA, R. Residual Feed Intake: um novo critério de seleção? In: V Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2004. Pirassununga. Anais... Pirassununga: SBMA, 2004. P.248-259.

LANNA, D.P.D. et al. Conversão: alimentar e eficiência econômica de vacas de corte de raças puras ou cruzadas. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 3. Lavras. Anais... Lavras: UFLA.p.87-110, 2003.

LIMA, N. L. L., Pereira, I. G., e Ribeiro, J. S. (2013). Consumo alimentar residual como critério de seleção para eficiência alimentar. *Acta Veterinária Brasília*, 7(4), 255-260.

LIMA, N.L.L.L.M. Eficiência produtiva em cordeiros classificados pelo consumo alimentar residual (CAR) e consume e ganho residual (CGR). 2016. 132p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária, Belo Horizonte-MG, 2016.

LOPES, L.S. *et al.* Viabilidade econômica da terminação de novilhos Nelore e Red Norte em confinamento na região de Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.774-780, 2011.

MARINHO, Diego Barcelos. Estimativa de consumo alimentar residual e características de composição corporal em reprodutores da raça Angus. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.

MARTINS, Luíza Fernandes. Influência do período de teste na mensuração do ganho médio diário para fins de avaliação genética de características de eficiência alimentar em bovinos Nelore. Monografia. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2019.

MARZOCCHI, Milena Zigart. Avaliação da duração do período de teste de Eficiência Alimentar para bovinos de corte. Tese (Mestrado em Produção Animal Sustentável). Instituto de Zootecnia APTA/SAA. Nova Odessa, 2017.

MENDES, E. D. M; CAMPOS, M. M. Eficiência alimentar em bovino de corte. *Belo Horizonte: Embrapa*, v. 37, n.292, p.28-38, 2016.

MOMBACH, M. A., Pedreira, B., Pereira, D. H., Cabral, L. D. S., & Rodrigues, R. (2016). Emissão de metano entérico por bovinos: o que sabemos e que podemos fazer?. *Embrapa Agrossilvipastoril-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Simpósio de pecuária integrada,

- 2., 2016, Sinop. Recuperação de pastagens: anais. Cuiabá: Fundação Uniselva, 2016. p. 181-202.
- NKRUMAH, J. D., OKINE, E. K., MATHISON, G. W., SCHMID, K., LI, C., BASARAB, J. A., ... & MOORE, S. S. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *Journal of animal science*, v. 84, n. 1, p. 145-153, 2006.
- OLIVEIRA, J. H. F.; MAGNABOSCO, C. U.; BORGES, A. M. S. M. Nelore: base genética e evolução seletiva no Brasil. Embrapa. Planaltina/DF. 2000. Disponível em: 13 <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566499/1/doc49.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2022.
- PEDROSA VB, Eler JP, Ferraz JBS, Pinto LFB. Utilização de modelos unicaracterística e multicaracterística na estimação de parâmetros genéticos na raça Nelore. *Arq Bras Med Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.6, p. 1802-1812, dez. 2014
- SANTIAGO, A. A. Os cruzamentos na pecuária bovina. [S.I.]: IZ, 1975. p.268-271.
- SANTOS, R. Os cruzamentos na pecuária moderna. [S.I.]: Editora Agropecuária Tropical, 1999.
- SUAREZ, S. L. B. Fatores envolvidos no consumo de matéria seca. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2014.
- VALADARES FILHO, S. C. et al. Modelos nutricionais alternativos para otimização de renda na produção de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3., 2002, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- WANG, Z. et al. Test duration for growth, feed intake and feed efficiency in beef cattle using the GrowSafe System. *Journal of Animal Science*, v. 84, p. 2289-2298, 2006.
- WONFOR, Ruth. Feed efficiency in ruminants: Impacts on production and the environment. Disponível em: <<https://businesswales.gov.wales/farmingconnect/posts/feed-efficiency-ruminants-impacts-production-and-environment>> Acesso em: 14 de fevereiro de 2022.