

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 14/01/2024

At the author's request, the full text of this thesis / dissertation will not be available online until January 14, 2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

FONTES LIPÍDICAS SUPLEMENTARES PARA BOVINOS
NELORE CONFINADOS: DESEMPENHO, SAÚDE
RUMINAL E ANÁLISE PROTEÔMICA

LEONARDO ROSOLEN MÜLLER

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Doutor.

BOTUCATU - SP

Janeiro –2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

FONTES LIPÍDICAS SUPLEMENTARES PARA BOVINOS
NELORE CONFINADOS: DESEMPENHO, SAÚDE
RUMINAL E ANÁLISE PROTEÔMICA

LEONARDO ROSOLEN MÜLLER
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Cíniro Costa
Coorientador: Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni
Prof. Dra. Cytia Ludovico Martins

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Doutor

BOTUCATU - SP
Janeiro –2022

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Müller, Leonardo Rosolen.

Fontes lipídicas suplementares para bovinos nelore confinados : desempenho, saúde ruminal e análise proteômica / Leonardo Rosolen Müller. - Botucatu, 2022

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Ciniro Costa

Coorientador: Mário De Beni Arrigoni

Coorientador: Cyntia Ludovico Martins

Capes: 50403001

1. Bovinos. 2. Confinamento (Animais). 3. Dieta. 4. Ácidos graxos.

Palavras-chave: Bovino ; Confinamento ; Gordura protegida

Dedico

Ao meu filho, Bernardo Falcão Rosolen Müller, que Deus colocou em minha vida e me deu forças para cada vez mais lutar e deixar um legado. Deixo eternizado nesta tese o amor que tenho por você e que você é o principal motivo de eu lutar a cada dia para lhe proporcionar uma boa educação.

A minha esposa, Patricia Silva Falcão, por todo amor, carinho, compreensão e por me proporcionar algo inexplicável, que não existe palavras para mensurar a emoção de ser pai. Que possamos juntos, proporcionar educação e sabedoria para o Bernardo trilhar o seu caminho.

A minha avó, Lenira J. Salomão Rosolen, pelo exemplo de vida, força e perseverança, caráter, honestidade, conselhos e amor. O apoio da senhora fez toda a diferença para eu conseguir concluir mais essa etapa da minha vida. Sou imensamente grato por tudo o que a senhora fez e faz por mim.

A minha avó, Sueli, e meu avô, Ari Müller, por me apoiarem e incentivarem em mais esta etapa findada.

Aos meus pais Emerson e Simone, por me proporcionarem estudo e me dar forças para a conclusão desta caminhada.

Ao Geraldo, Zoraide e Ligia por me apoiarem e sempre me incentivarem em minha trajetória.

A todos meus familiares e às pessoas que acreditaram em meu potencial para desenvolver este projeto, dentre elas - em especial - aos meus Coorientadores Prof. Mário De Beni Arrigoni e Profa Cyntia Ludovico Martins.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela saúde e por ter me dado força e discernimento durante toda esta trajetória percorrida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ciniro Costa pela confiança, amizade, ensinamentos e oportunidade de estar ingressando e desenvolvendo minha tese de doutorado.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni, pela confiança, amizade, ensinamentos e oportunidade de desenvolvimento pessoal e profissional.

À Profa. Dr. Cyntia Ludovico Martins pela coorientação, amizade, incentivo e todo esforço para a elaboração, realização e conclusão deste projeto.

À Nutricorp, em especial ao Sr. Hélio e Bruno Cappelozza,, pela apoio financeiro e confiança para a realização do experimento que deu origem a esta tese.

A minha esposa Patrícia e meu filho, Bernardo, por estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis para a realização e conclusão desta tese.

Aos meus pais Emerson e Simone pelo apoio e incentivo nas mais difíceis decisões.

Aos meus avós por me apoiarem nessa trajetória e incentivo nas mais difíceis decisões.

Às minhas tias Claudia, Juliana e Katia e aos meus tios Luiz Fernando, Anderson e Fabio por estarem sempre comigo me apoiando nas tomadas de decisão.

Gostaria de manifestar minha imensa gratidão ao meu amigo Prof. Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles, pela orientação nos anos de graduação, confiança, por todas as oportunidades oferecidas, pelo apoio na pós-graduação, pelas longas conversas e sempre com muita paciência me incentivou a buscar forças para seguir em frente, novamente agradeço pela amizade.

Aos funcionários do confinamento Eduardo, Wilson e Sidney, pelo apoio durante o período experimental.

Aos amigos de equipe de pós-graduandos por todas as trocas de experiências e conhecimentos.

A todos os estagiários e a equipe Nutrir por todas as trocas de experiências, conhecimentos e pelo auxílio na condução do experimento.

Aos meus grandes companheiros, que sem vocês, a qualidade das coletas, resultados e tabulação de dados, foi possível graças a vocês, Daniel “Conka”, Andre

“Capiau”, Guilherme Alvarenga, Vitoria “Ursa”. Fica meu sincero agradecimento a todos vocês por todo esforço e comprometimento.

Às funcionárias da Seção de Pós-graduação Seila Vieira, Ellen Guilhen e Cláudia Moreci pela ajuda, paciência e colaboração durante a realização do doutorado. À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Aos funcionários do DMNA em especial ao Luís Carlos (*in memoriam*), Claudemir e Andressa pela atenção e ajuda. Aos demais professores e funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Departamento de Produção Animal, Supervisão das Fazendas de Ensino Pesquisa e Extensão da FMVZ – UNESP, pela colaboração nesta jornada.

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

A todos, muito obrigado!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Leonardo Rosolen Müller nascido em 31 de agosto de 1992, na cidade de Rio Claro – SP, cursou o ensino fundamental e médio no colégio Anglo Claretiano – SP. Em 2011 iniciou o curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Uberlândia, aonde em 2012 transferiu para FMVZ, UNESP – Botucatu – SP, onde obteve o grau de zootecnista em Dezembro de 2015. Durante esse período foi bolsista de extensão rural e participou do Grupo de Extensão em Manejo de Pastagem (GEMPA), como diretor e vice-diretor. Em agosto de 2016, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia na área de concentração de Nutrição e Alimentação Animal pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP), Campus de Botucatu, sendo que em 15 de junho de 2018 obteve o título de mestre em Zootecnia. Sendo em agosto de 2018, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na área de concentração de Nutrição e Alimentação Animal pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (UNESP), Campus de Botucatu. Durante o curso de Doutorado foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES.

SÚMARIO

Resumo	8
Abstract	9
Considerações iniciais	10
Capítulo 1 - “Effects of the association between whole cottonseed and calcium salts of fatty acids on nutrient intake, feedlot performance, and carcass characteristics of <i>Bos indicus</i> animals offered a high-concentrate diet ¹ ”	25
Capítulo 2 - “Efeitos da associação entre caroço de algodão e sais cálcicos de ácidos graxos na característica química, perfil lipídico e Proteômico de bovinos Nelore confinados recebendo dietas ricas em concentrado”	82
Capítulo 3 – “Implicações”	123

Resumo: O experimento foi delineado para avaliar os efeitos da associação entre caroço de algodão (CA) e sais cálcicos de ácidos graxos (SCAG) sob o consumo de matéria seca (CMS), desempenho, características de carcaça, saúde ruminal e qualidade de carne de bovinos de corte *Bos indicus* recebendo dietas com alto teor de concentrado. No dia 0, 96 animais não castrados foram blocados pelo peso vivo (PV) inicial ($302 \pm 26,7$ kg), alocados aleatoriamente em 1 de 4 tratamentos: 1) **0CA:** 0% de CA e 5% de SCAG de óleo de palma, soja e algodão (n = 6), 2) **5CA:** adição de 5% de CA e 4% de SCAG de óleo de palma, soja e algodão (n = 6), 3) **10CA:** adição de 10% de CA e 3% de SCAG de óleo de palma, soja e algodão (n = 6) e 4) **15CA:** adição de 15% de CA e 2% de SCAG de óleo de palma, soja e algodão (n = 6). O período experimental durou 108 dias, enquanto o consumo de matéria seca (CMS) foi avaliado diariamente e as amostras de sangue e medidas de carcaça foram obtidas nos dias 0, 55 e 108 do estudo. No abate no dia 109, os bifes foram coletados para determinação do perfil químico e de ácidos graxos (AG) da carne. Não foram observados efeitos do tratamento ($P \geq 0,35$) sobre o CMS, desempenho, ganho médio diário (GMD), medidas de ultrassom de carcaça e variáveis químicas do bife. No entanto, a inclusão de SCAG nas dietas aumentou C12:0, C16:0, C16:1 trans-9, C17:0, C18:0, C18:1 cis-9, C18:2 cis-9,cis-12, C18 :3 cis-9,cis-12,cis-15, ingestão de AG saturado e insaturado ($P < 0,01$). Além disso, a adição de CA aumentou a flutuação do CMS e a eficiência alimentar ($P = 0,03$), mas diminuiu o marmoreio ($P \leq 0,03$). Uma interação tratamento x dia foi observada ($P < 0,01$) para a concentração sérica de leptina, pois os animais 10CA apresentaram maior concentração de leptina em d 103 vs. outros tratamentos ($P < 0,01$). Em relação ao perfil de ácidos graxos do bife, a adição de CA na dieta aumentou C18:2 cis-7,trans-9 e C18:3 cis-9,cis-12,cis-15 ($P < 0,001$), enquanto que os ácidos graxos saturados foram afetados quadraticamente ($P = 0,02$) e a AG insaturada foi reduzida para 15WC ($P < 0,04$). Em resumo, o aumento dos níveis de SCAG à medida que a CA diminuiu em dietas isolipídicas de terminação não afetou o desempenho do confinamento, mas aumentou a eficiência alimentar e os escores de marmoreio de bovinos *Bos indicus*, demonstrando sua viabilidade como uma tecnologia para melhorar as características de carcaça de animais de baixo marmoreio.

Palavra chave: Confinamento, Lipídios, Bovinos.

Abstract: The experiment was designed to evaluate the effects of the association between cottonseed (CA) and calcium fatty acid salts (SCAG) on dry matter intake (DMI), performance, carcass traits, rumen health and meat quality. of *Bos indicus* beef cattle receiving diets with high concentrate content. On day 0, 96 non-castrated animals were blocked by initial live weight (LW) (302 ± 26.7 kg), randomly allocated to 1 of 4 treatments: 1) 0CA: 0% CA and 5% SCAG from coconut oil. palm, soybean and cotton (n = 6), 2) 5CA: addition of 5% CA and 4% SCAG of palm oil, soybean and cotton (n = 6), 3) 10CA: addition of 10% CA and 3% SCAG from palm, soybean and cotton oil (n = 6) and 4) 15CA: addition of 15% CA and 2% SCAG from palm, soybean and cotton oil (n = 6). The experimental period lasted 108 days, while dry matter intake (DMI) was evaluated daily and blood samples and carcass measurements were obtained on days 0, 55 and 108 of the study. At slaughter on day 109, the steaks were collected to determine the chemical and fatty acid (FA) profile of the meat. No treatment effects ($P \geq 0.35$) were observed on DMI, performance, average daily gain (ADG), carcass ultrasound measurements and steak chemical variables. However, the inclusion of SCAG in the diets increased C12:0, C16:0, C16:1 trans-9, C17:0, C18:0, C18:1 cis-9, C18:2 cis-9, cis-12, C18:3 cis-9,cis-12,cis-15, saturated and unsaturated FA ingestion ($P < 0.01$). In addition, addition of CA increased CMS float and feed efficiency ($P = 0.03$), but decreased marbling ($P \leq 0.03$). A treatment x day interaction was observed ($P < 0.01$) for serum leptin concentration, as 10CA animals had higher leptin concentration on d 103 vs. other treatments ($P < 0.01$). Regarding the fatty acid profile of steak, the addition of CA in the diet increased C18:2 cis-7,trans-9 and C18:3 cis-9,cis-12,cis-15 ($P < 0.001$), while saturated fatty acids were quadratically affected ($P = 0.02$) and unsaturated FA was reduced to 15WC ($P < 0.04$). In summary, increasing SCAG levels as CA decreased in isolipid finishing diets did not affect feedlot performance, but increased feed efficiency and marbling scores of *Bos indicus* cattle, demonstrating its viability as a technology to improve the carcass characteristics of low marbling animals.

Keywords: Feedlot, Lipids, Cattle.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Uso de lipídio nas dietas.

Os altos teores de concentrado, vem sendo cada vez mais utilizado para aumentar a eficiência de produção e desempenho dos animais, sendo um fator de risco para ocorrência de distúrbios metabólicos em bovinos (PINTO & MILLEN, 2016). Os levantamentos americanos mostram que os níveis de concentrado são superiores a 90% de concentrado, entretanto, os distúrbios metabólicos mais comuns e de maior impacto econômico em confinamentos americanos são a acidose, timpanismo e abscesso hepático (VACSCONCELOS e GALYEAN, 2007). A acidose, é a maior responsável pela redução na eficiência e desempenho animal, além de provocar abscesso hepático e ruminites (OWENS et al., 1998). Com 34,4%, a acidose nos confinamentos brasileiros vem sendo descrita como a segunda doença mais frequente (PINTO & MILLEN, 2016).

A inclusão de lipídios nas dietas vem sendo estudado por anos para possíveis substituições dos carboidratos altamente fermentáveis como o amido, visto o potencial energético dos lipídicos quando oxidado de forma completa produz em média 9,45 kcal/g, sendo este valor 2,25 vezes mais energia que a oxidação de carboidratos (ARRIGONI et al., 2016). A sua inclusão é uma estratégia eficiente para aumentar a densidade energética, a sua inclusão depende principalmente da quantidade de forragem fornecida aos ruminantes. Dietas à base de volumoso podem receber até 4% de extrato etéreo na base da matéria seca, mas quando as condições alimentares alteram para dietas ricas em concentrado, os animais podem receber até 6% de lipídios, sem prejuízos na digestibilidade dos outros componentes da dieta, principalmente da fração fibra. Alguns efeitos deletérios podem ser causados por elevadas quantidades de extrato etéreo na dieta, limitando a sua inclusão de no máximo 20% da energia metabolizável da deita (HESS et al. 2008).

Os ácidos graxos compõem os lipídios, sendo pertencentes a dois grupos, os ácidos graxos saturados e insaturados, sendo este estado muito importante para as características química e nutricional (AFERRI, 2003). Além de possuírem papeis primordiais no metabolismo de ruminantes: diminuindo a produção de calor no rúmen, pois não são utilizados pela microbiota como fonte de energia, podem promover a mitigação de metano, aumentam a capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis,

além do fornecimento de ácidos graxos essenciais e de atuarem como precursores de moléculas regulatórias (ARRIGONI et al., 2016).

A principal fonte de lipídios em dietas de confinamentos são as oleaginosas, que possuem teor em torno de 18 a 50% de extrato etéreo, dentro desse nível, existe uma predominância de ácido linoleico (C18:2) e oleico (C18:1; ARRIGONI et al., 2016). O excesso de lipídios contido nestes alimentos podem ser fatores limitantes da sua inclusão nas dietas de bovinos, visto que podem ocasionar prejuízos em relação ao consumo de matéria seca e prejuízo no desempenho dos animais, além de afetarem a digestibilidade da fibra ingerida (SOUZA, 2008; MEDEIROS; ALBERTINI, 2012). Isso se deve ao fato de o rúmen ser intolerante a altos níveis de lipídios, sendo os insaturados os causadores de prejuízos na microbiota ruminal, devido à adsorção dos ácidos graxos às partículas de alimento e às bactérias, ocasionando também, uma toxicidade sobre as bactérias celulolíticas, devido à natureza anfipática dos ácidos graxos insaturados (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

De modo a contornar os efeitos deletérios que os ácidos graxos insaturados acometem quando entram no rúmen, foi desenvolvido pelas bactérias um mecanismo de retirar as insaturações, sendo denominado de biohidrogenação. Para ocorrer a biohidrogenação, os triacilgliceróis são hidrolisados para serem separados em glicerol e ácidos graxos, sendo os insaturados, biohidrogenados. Esta modificação que ocorre nos ácidos graxos da dieta consumida é determinante na alteração do perfil que sai do rúmen e é depositado nos tecidos (PALMQUIST, 2001; JENKINS et al., 2008).

As principais espécies de microorganismos responsáveis pela biohidrogenação são as *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Anaerovibrio lipolytica* e *Propionibacter spp.* Este processo ocorre por meio de isomerização de ácidos graxos intermediários para a forma *trans*, seguida da hidrogenação das duplas ligações (ARRIGONI et al., 2016). Durante estas etapas, existe a formação de vários intermediários, sendo um destaque a formação do ácido linoleico conjugado (CLA), que está envolvido em alguns processos fisiológicos, favorecendo alguns efeitos anticarcinogênicos, antiteratogênicos, modulação do metabolismo intermediário e resposta imune dos animais (KOZLOSKI, 2011). Alguns fatores podem interferir nesse processo de biohidrogenação tais como o tipo e quantidade de lipídios que chegam no rúmen e o pH ruminal, são fatores que determinam a biohidrogenação incompleta (JENKINS et al., 2008). Dos ácidos graxos

insaturados ingerido, somente 25% chega no intestino delgado, onde são absorvidos por difusão passiva (KOZLOSKI, 2011).

Os níveis de extrato etéreo utilizado nas dietas, nem sempre são favoráveis em aumentar o desempenho e eficiência alimentar (Krenbel, 2006). A atual busca pelos pesquisadores vem sendo por ácidos graxos que impactem o mínimo possível na cinética ruminal. Dentro deste contexto, o uso de oleaginosas se sobressai em relação aos óleos, visto que proteção física causada pela casca, permite uma liberação lenta dentro do rúmen, promovida pela ruminação do animal (Müller, 2018). Outro produto que vem sendo estudado, este com aplicação tecnológica para a formação de uma proteção química, são os sais de cálcio de ácidos graxos. Estes compostos possuem a sua proteção relacionada com o perfil de ácidos graxos existente nos lipídios que serão utilizados, sendo assim, quanto maior o nível de insaturação do ácido graxo menor é proteção (CAPPELLOZZA, 2020).

Os sais de cálcio de ácidos graxos mantem uma porcentagem relativamente alta inerte no rúmen, em condições de pH (6,0), sendo completamente dissociado no abomaso, onde o pH é mais ácido. Diferente da proteção física, a proteção química faz com que os lipídios sofram pouca biohidrogenação, permitindo a absorção intestinal de ácidos graxos essenciais, que são insaturados e os bovinos não produzem (CAPPELLOZZA, 2020).

De acordo com levantamentos realizados o caroço de algodão é o insumo mais utilizado como fonte lipídica nas dietas de confinamento (PINTO & MILLEN, 2016). Um coproduto da indústria têxtil obtido pela remoção quase total da fração fibrosa, mas apresentando alto teor de FDN, $47,82 \pm 6,96\%$ da MS, devido ao línter, resquício de fibra que se apresenta fortemente aderida à semente. Além do CA apresentar altos níveis de EE, $19,45 \pm 2,59\%$ da MS, e $22,87 \pm 2,53\%$ da MS de PB (NRC, 2016).

Pesce (2008), avaliando dietas contendo alto concentrado, e inclusão de até 20% de CA(% da MS), verificou teores de EE de 7%, com aumento no ganho médio diário, peso final e eficiência alimentar dos bovinos, não comprometendo, entretanto, o CMS. Zinn e Plascencia (1993), utilizando dietas com 80% de concentrado, avaliaram o efeito da inclusão de 20% de CA. O consumo de matéria seca dos animais não foi afetado. No entanto foram encontrados efeitos de redução na digestibilidade ruminal da matéria orgânica das dietas. Zinn (1995) avaliou dietas com inclusão 15% e também encontrou redução na digestibilidade da matéria orgânica e da síntese de proteína microbiana, sem afetar o consumo dos animais. Gouvêa (2015) analisou a inclusão de 0, 8, 16, 24 e 32%

da MS e observou que o aumento da inclusão de caroço de algodão nas dietas reduziu desempenho, consumo de matéria seca, eficiência alimentar e características de carcaça.

O segundo insumo mais utilizado são os sais de cálcio de ácido graxo, mas ainda existem alguns resultados inconclusivos Aferrri et al. (2005) o CMS do tratamento que recebeu SCAG foi menor quando comparado ao caroço de algodão (CA) e o GMD e EA não houve diferença entre todos os tratamentos. Barducci et al. (2015) notaram que os tratamentos que receberam torta de algodão e SCAG obtiveram um GMD maior que o tratamento controle, a IMS do tratamento com torta de algodão foi maior, encontrando diferença também na CA e EA.

Entretanto, outros autores também aferiram que não houve diferença no CMS de bovinos não castrados quando se adicionou SCAG (ROSA et al, 2013; FIORENTINI et al., 2014; LADEIRA et al., 2014). Para GMD, os trabalhos mostram que ocorre aumento quando se inclui SCAG nas dietas (SILVA et al., 2007; FIORENTINI et al., 2012; ROSA et al., 2013). Nigdi et al. (1990) forneceram dietas com 85% de concentrado contendo 0, 2, 4 e 6% de cálcio saponificado e observaram que o aumento da concentração do composto de cálcio na dieta reduziu o CMS, mas a ingestão de AG aumentou. Essas melhoras de acordo com Zinn e Shen (1996), se deve ao maior teor de energia metabolizável dos lipídios quando comparamos com os alimentos ricos em proteínas e carboidratos.

Além de melhorar o desempenho, a SCAG pode melhorar o acabamento dos animais. Fiorentini (2008), observou maior proporção de gordura estimada na carcaça de novilhas consumindo SCAG quando comparada às novilhas que receberam grãos de soja. Clinquart et al (1995) afirmam que a adição de gordura em dietas de terminação resulta em aumento de 5 a 15% no conteúdo de gordura subcutânea da carcaça. Pires et al. (2002), analisando o perfil de ácido graxo da carne, relataram o aumento dos teores de AG poliinsaturados, mais especificamente o ácido linoleico conjugado e linolênico, promovido pelas dietas com gordura protegida.

1.2 Curva de crescimento dos bovinos.

A composição corporal, bem como as fases de desenvolvimento dos bovinos para compreender as taxas de deposição de musculatura e tecido adiposo em bovinos de corte. O entendimento do crescimento animal, pode ser fundamental para a compreensão das modificações químicas e físicas e metabólicas (BOIN et al 1994).

Referências

Baldassini, W. A., C. P. Braga, L. A. L. Chardulo, J. A. I. V. Silva, J. M. Malheiros, L. G. De Albuquerque, T. T. Fernandes, and P. D. M. Padilha. 2015. Bioanalytical methods for the metalloproteomics study of bovine longissimus thoracis muscle tissue with different grades of meat tenderness in the Nellore breed (*Bos indicus*). *Food Chemistry*. 57:363–370. doi:10.1016/j.foodchem.2014.07.131.

Gornall, A. G., C. J. Bardawill, and M. M. David. 1949. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *The Journal of Biological Chemistry*. 177:751–766. doi:10.5555/URI:PII:0022214349903054

Carvalho, M. A., Cappellozza, B. I., Silva, B., Castro, T. S., Burim, M. R., & Cervieri, R. C. 2020. Supplementation with calcium salts of cottonseed oil improves performance of *Bos indicus* animals consuming finishing diets. *Translational Animal Science*. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skaa382>

Cranston, J.J., Rivera, J.D., Galyean, M.L., Brashears, M.M., Brooks, J.C., Markham, C.E., McBeth, L.J., Krehbiel, C.R., 2006. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 84, 2186–2199. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-669>

GOUVÊA, V. N. et al (2020). Effects of soybean oil or various levels of whole cottonseed on growth performance, carcass traits, and meat quality of finishing bulls. **Livestock Science**, 103934. doi:10.1016/j.livsci.2020.103934

Nascimento, F. A. et al. Calcium salts of fatty acids with varying fatty acid profiles in diets of feedlot-finished *Bos indicus* bulls: impacts on intake, digestibility, performance, and carcass and meat characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 12, p. skaa382, 2020.

ZINN, R. A. Characteristics of digestion of linted and lint-free cottonseed in diets for feedlot cattle. **Journal of animal science**, v. 73, n. 5, p. 1246-1250, 1995 <https://doi.org/10.2527/1995.7351246x>.

Zinn, R. A., & Plascencia, A. (1993). *Interaction of whole cottonseed and supplemental fat on digestive function in cattle*. *Journal of Animal Science*, 71(1), 11–17. doi:10.2527/1993.71111x

Zinn, R. A., Montaña, M., Alvarez, E., & Shen, Y. (1997). *Feeding value of cottonseed meal for feedlot cattle*. *Journal of Animal Science*, 75(9), 2317. doi:10.2527/1997.7592317x

ZINN, R. A.; GULATI, S. K.; PLASCENCIA, A.; SALINAS, J. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 7, p. 1738-1746, 2000.

Zinn, R. A., F. N. Owens, and R. A. Ware. 2002. Flaking corn: Processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 80:1145–1156. doi:10.2527/2002.8051145x

Allen, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 83:1598-1624. doi:10.3168/jds.S0022-0302(00)75030-2

Allen, M. S., B. J. Bradford, and M. Oba. 2009. Board invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **J. Anim. Sci.** 87:3317–3334. doi:10.2527/jas.2009-1779.

AMSA. American Meat Science Association. 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat. AMSA & National Livestock and Meat Board, Chicago.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.

AOAC. 2007. Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

AOCS. 2009. Official methods and recommended practices. 7th ed. American Oil Chemists' Society, Urbana, IL

Gallo, C., Huertas, S., 2016. Main animal welfare problems in ruminant livestock during preslaughter operations: a South American view. *Animal* 10, 357-364. doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731115001597>

Xing, T., Gao, F., Tume, R. K., Zhou, G., & Xu, X. (2018). *Stress Effects on Meat Quality: A Mechanistic Perspective*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. doi:10.1111/1541-4337.12417

Implicações

O uso de coproduto aumentou significativamente nos confinamentos, sendo importante o conhecimento da sua composição para poder melhor incluir na formulação. O caroço de algodão, com sua composição nutricional completa, se torna um ingrediente chave para formular, como foi mostrado nas dietas do presente experimento, a sua inclusão substitui parte de fontes de fibra (silagem de milho), proteína (farelo de amendoim) e suplementou EE junto com o SCAG. Dessa forma, forma pensando em disponibilidade de insumos e em confinamento de animais commodities, podemos utilizar qualquer uma dessas dietas, sendo o principal foco o econômico.

Além dos pontos nutricionais, a escolha dos animais para o presente experimento foi um ponto importante, pois foi representativo do que encontramos nos confinamentos comerciais. No entanto, seria necessária uma maior quantidade de animais e maior número de repetições para talvez encontrarmos diferenças significativas. Além disso, reduzir a diferença de peso vivo inicial entre os animais, sendo um fator que influencia na deposição de gordura subcutânea.