

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITOS DA RESTRIÇÃO DE VITAMINA A SOBRE A
QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS F1 ANGUS X
NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO**

Helena Graciani Arantes
Zootecnista

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITOS DA RESTRIÇÃO DE VITAMINA A SOBRE A
QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS F1 ANGUS X
NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO**

Helena Graciani Arantes

Orientador: Prof. Dr. Otávio Rodrigues Machado Neto

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

2023

A662e

Arantes, Helena Graciani

Efeitos da restrição de vitamina A sobre a qualidade de carne de bovinos F1 Angus x Nelore terminados em confinamento / Helena Graciani Arantes. -- Jaboticabal, 2023 37 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Otávio Rodrigues Machado Neto

1. Confinamento. 2. Ácido Retinóico. 3. Gordura Intramuscular. 4. Qualidade de Carne. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITOS DA RESTRIÇÃO DE VITAMINA A SOBRE A QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS F1 ANGUS X NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO

AUTORA: HELENA GRACIANI ARANTES ORIENTADOR: OTAVIO RODRIGUES MACHADO NETO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Zootecnia, área: Nutrição e Alimentação Animal pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. OTAVIO RODRIGUES MACHADO NETO (Participação Virtual) Departamento de Produção Animal / FMVZ UNESP Botucatu



Documento assinado digitalmente
OTAVIO RODRIGUES MACHADO NETO
Data: 02/05/2024 09:21:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. ROGERIO ABDALLAH CURI (Participação Virtual) Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / FMVZ UNESP Botucatu



Documento assinado digitalmente
ROGERIO ABDALLAH CURI
Data: 18/04/2024 16:16:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Pesquisador Dr. GERMÁN DARÍO RAMÍREZ ZAMUDIO (Participação Virtual) Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / FZEA USP Pirassununga/SP



Documento assinado digitalmente
GERMAN DARIO RAMIREZ ZAMUDIO
Data: 18/04/2024 16:23:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Jaboticabal, 23 de fevereiro de 2023

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Meu nome é Helena Graciani Arantes, natural de Três Corações, Minas Gerais, nascida em 19 de abril de 1997. No ano de 2016 ingressei na Universidade Federal de Lavras – UFLA, no curso de zootecnia. Durante o curso de graduação tive a oportunidade de participar do Núcleo de estudos em Pecuária de Corte – NEPEC, lá desenvolvi projetos de iniciação científica durante os anos de 2017 e 2020. Além disso, participei da organização de simpósios internacionais e ciclos de palestras. No ano de 2020, ingressei no mestrado na Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é fruto do auxílio de diversas pessoas. Sou grata a todos que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Em especial:

Ao professor Otávio, que durante todo o período fez-se presente, me acompanhando pontualmente. Além de ter sido um grande orientador se tornou um grande amigo. Sou grata por toda a confiança depositada em mim.

A todos os docentes do programa de pós-graduação da Unesp- Jaboticabal que através de seus ensinamentos permitiram que eu pudesse escrever este trabalho.

Ao núcleo de pesquisa NUPPEC que me auxiliou durante o experimento.

Ao Luiz Antônio Fogaça pela parceria durante o experimento.

Aos meus amigos de Lavras e Três Corações que mesmo de longe se fizeram presentes.

Às duas estrelas que regem por mim no céu, Nathalia e Deli.

À minha família, em especial à minha mãe, Viviane, ao meu pai, Azarias, aos meus irmãos Ana e Marcos e à minha cunhada Laínie, que sempre me apoiou nos estudos e me deu condições para que o fizesse.

À minha segunda família Vladimir, Gaby e Mariana que sempre foram muito solícitos e motivadores.

À minha companheira, Anna Isis, por sempre me apoiar, confiar e me manter motivada durante todo o processo e o mais importante, por estar ao meu lado.

“Eu só consegui porque nós conseguimos. Eu sou porque nós somos”.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 3300410-2.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Adipogênese	13
2.2 Lipogênese	15
2.3 Oxidação Lipídica	16
2.4 Relação da deposição de gordura intramuscular com a vitamina A	17
2.5 Cor	18
2.6 Perfil de Ácidos Graxos	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Determinação do consumo, desempenho e eficiência alimentar	21
3.2 Abate e característica de carcaça	22
3.3.1 Coleta de amostras do músculo longissimus thoracis para análises laboratoriais	22
3.3.2 Área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea	22
3.4 Qualidade da carne	23
3.4.1 Perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento	23
3.4.2 Capacidade de retenção de água (CRA)	23
3.4.3 Coloração da carne	24
3.4.4 Composição química da carne	24
3.4.5 Perfil de ácidos graxos	24
3.5 Análises estatísticas	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Carcaça	26
4.2 Qualidade de carne	27
4.3 Ácidos Graxos	29
5. CONCLUSÃO	30

6. REFERÊNCIAS _____ 30

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA



ATESTADO

Atesto que o Projeto "EFEITOS DA RESTRIÇÃO DE VITAMINA A SOBRE A QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS F1 ANGUS X NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO " **Protocolo CEUA 0276/2022** , a ser conduzido por Helena Graciani Arantes, responsável/orientador Prof. Dr. Otávio Rodrigues Machado Neto , para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

Finalidade	PESQUISA CIENTÍFICA
Vigência do projeto	08/02/2023 a 10/08/2023
Nome Comum / Espécie / Linhagem	BOVINA / BOS TAURUS / F1 Angus x Nelore
Raça	F1 Angus x Nelore
Nº de animais machos	42
Nº de animais fêmeas	0
Nº de animais sexo indefinido	0
Peso médio de animais machos	263,86
Peso médio de animais fêmeas	0
Peso médio de animais sexo indefinido	0
Idade	1 ano(s) e 2 mes(es) e 0 dia(s).
Procedência	Confinamento da Fazenda Lageado

Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 12/01/2023

JULIANY GOMES QUITZAN

Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Seção Técnica Acadêmica
Rua Prof. Dr. Walter Maurício Corrêa, s/n
UNESP - Campus de Botucatu/SP - Cep 13618-681
(14) 3880-2176 - patrizia@fmvz.unesp.br - www.fmvz.unesp.br

EFEITOS DA RESTRIÇÃO DE VITAMINA A SOBRE A QUALIDADE DE CARNE DE BOVINOS F1 ANGUS X NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO

RESUMO - Objetivou-se avaliar os efeitos da redução de vitamina A na dieta de novilhos meio-irmãos F1 Angus x Nelore sobre o desempenho, características de carcaça, composição química, qualidade da carne e perfil de ácidos graxos do músculo *longissimus thoracis*. Nesse cenário, 42 novilhos, peso médio $263,86 \pm 15,20$, idade média 7,5 meses, foram terminados em confinamento, por 163 dias, divididos entre a dieta de tratamento restritiva de vitamina A (A-) e a dieta controle (A+). A dieta A- continha 1170 UI de vitamina A/kg de matéria seca (MS), enquanto a dieta A+ continha 3170 UI de vitamina A/kg de MS. A relação volumoso:concentrado foi de 17,5:83,5. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, em 14 baias coletivas, sendo 7 baias por tratamento com 3 animais em cada. Os tratamentos não afetaram os parâmetros de qualidade de carne, como a cor, força de cisalhamento, pH e as perdas por gotejamento ($P>0.05$). O tratamento A- não afetou ($P>0.05$) a composição química da carne, observando-se níveis semelhantes de gordura de 3,49% e 3,51%, para o tratamento A- e A+, respectivamente. O tratamento A- não afetou ($P>0,05$) a concentração de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados. Especula-se que o tempo de confinamento e a idade dos animais no abate não foram suficientes para alterar o perfil de ácidos graxos, a composição química da carne e as características físico-químicas da carne em diferentes períodos de maturação.

Palavras - chave: Ácido retinóico, Confinamento, Gordura intramuscular.

THE EFFECTS OF THE RESTRICTION OF VITAMIN A ON MEAT QUALITY OF F1 ANGUS – NELLORE STEERS FINISHED IN FEEDLOT

ABSTRACT – This study aimed to evaluate the fatty acid profile and the chemical composition of beef from Nellore and Angus steers finished high or low Vitamin A. Forty-two Nellore and Angus steers with an initial body weight (BW) of 265 ± 15 kg at 7 months of age, were divided into fourteen pens, with three steers each. Treatments were with high vitamin A (A+, n = 21), 3170 UI/kg DM; low Vitamin A (A-, n = 21), 1170 UI/kg DM. The experimental period lasted 163 days. The roughage: concentrate ratio was 17,5:83,5. The animals were allocated in a randomized block design, in 14 collective pens, 7 pens per treatment, with 3 animals each. The treatments did not affect meat quality parameters, such as color, shear force, pH and drip losses ($P > 0,05$). Treatment A- did not affect ($P > 0,05$) the chemical composition of the meat, leading to similar levels of fat, 3,49% e 3,51% for treatment A- and A+, respectively. The low vitamin A treatment did not change ($P > 0.05$) the concentration of saturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, and polyunsaturated fatty acids. The restriction time was not enough to change the fatty acid profile and the chemical composition of the meat, and the physicochemical characteristics of meat in different maturation periods.

Keywords: Retinoic acid, Feedlot, Intramuscular fat, Meat quality.

1. INTRODUÇÃO

A gordura intramuscular, popularmente conhecida como gordura de marmoreio, é importante para o sabor e a suculência da carne, bem como para a agregação de valor econômico. Estudos envolvendo avaliações sensoriais constataram que a aceitação do consumidor aumenta proporcionalmente ao grau de marmoreio e, conseqüentemente, há uma propensão maior a pagar mais pelo quilo do produto (PLATTER et al., 2003). No entanto, a carne bovina brasileira apresenta baixo teor de gordura intramuscular, contribuindo para que a carne produzida no país tenha menor valor comercial agregado, quando comparada a alguns mercados internacionais.

A deposição da gordura intramuscular é oriunda de uma série de processos biológicos, como a diferenciação dos pré-adipócitos e a lipogênese (HARPER AND PETHICK, 2004; HAUSMAN et al., 2009; DODSON et al., 2010b). Esses eventos podem ser influenciados por fatores genéticos (sexo, raça e herdabilidade), pelo manejo (idade ao desmame, castração, peso ao abate, idade e ambiente) e pela nutrição (metabolismo da gordura, disponibilidade de glicose/amido, relação volumoso:concentrado, energia dietética, níveis de proteína, níveis de vitamina A, D e C, programação fetal e neonatal e sistema de alimentação em fases específicas) (PARK et al., 2018).

Destaca-se, ainda, que a deposição de gordura em bovinos segue uma ordem fisiológica, sendo que a gordura intramuscular é a última em intensificar sua deposição. Como o excesso de gordura visceral e subcutânea prejudica o rendimento de carcaça, várias estratégias têm sido desenvolvidas para aumentar a gordura intramuscular sem alterar a adiposidade geral (colocar uma referência).

Uma das estratégias está relacionada a vitamina A, fator chave na regulação de genes que controlam a adipogênese e o metabolismo lipídico, assumindo um papel antagônico durante a vida do animal (referência). O ácido retinóico, derivado da vitamina A, tem capacidade de modular a diferenciação celular dos pré-adipócitos (SATO et al., 1980). No entanto, após o fim da adipogênese, há estudos que demonstram que a restrição de vitamina A pode favorecer a deposição de gordura intramuscular (OKA A et al., 1998; SIEBERT et al., 2006; GOROCICA-BUENFIL et al., 2007; LEFTEROVA; LAZAR, 2009; CAMPOS et al., 2020).

Nesse cenário, objetivou-se avaliar os efeitos da redução de vitamina A na dieta de bovinos F1 Angus x Nelore, meio-irmãos, oriundos de touro com DEP positiva para marmoreio sobre os atributos da qualidade da carne, perfil de ácidos graxos e composição química da carne.

A hipótese deste trabalho é de que o baixo teor de vitamina A pode diminuir a oxidação lipídica, e, portanto, aumentar a gordura intramuscular da carne. Além disso, com o aumento da gordura intramuscular, espera-se que haja uma alteração no perfil de ácidos graxos monoinsaturados e, por conseguinte, uma alteração da cor da carne.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Adipogênese

O tecido adiposo é composto por células fibro-adipogênicas, pré-adipócitos e adipócitos maduros que, durante o desenvolvimento, passam pelos processos de hiperplasia, aumento do número de células adiposas, e hipertrofia, crescimento dessas células. A hiperplasia ocorre pelo processo da adipogênese, enquanto a hipertrofia por meio da lipogênese.

O processo da adipogênese consiste na transformação de células tronco mesenquimais (CTM) em adipócitos maduros, em uma sequência de eventos que envolvem as etapas de determinação, proliferação e diferenciação (HAUSMAN et al., 2009).

Na fase da determinação, há o recrutamento de células progenitoras a pré-adipócitos com a participação da *Zfp423* (*Zinc finger protein 423*), um marcador precoce da adipogênese (GHABEN et al., 2019).

Em seguida, na segunda fase, os pré-adipócitos se proliferam, sendo imprescindível a atuação do gene *C/EBPa* que induz a expressão do *PPARG* (*PPAR-gamma*) (HISHIDA et al., 2009). De acordo com Duarte (2013), a proliferação acontece devido a uma cascata de autorregulação dos marcadores adipogênicos. A *Zfp423* estimula o *PPARG* que, por sua vez, estimula o *C/EBPA*, que tem seus níveis

aumentados dentro dos pré-adipócitos, causando um maior estímulo no PPARG, resultando, por conseguinte, em uma maior proliferação de adipócitos (Referência).

Por fim, na fase da diferenciação, os pré-adipócitos se diferenciam em adipócitos maduros. Para que ela ocorra, é necessária a inibição da via sinalizadora do Wnt/ β -catenina, sendo indispensável a atuação dos fatores de transcrição PPARG e C/EBPA (MOSETI *et al.*, 2016). Após a expressão do C/EBPA e PPARG, há ação do elemento regulador de esterol ligado à proteína 1c (SREBP-1c), codificado pelo gene SREBPF1. Esse fator de transcrição atua nos eventos terminais da diferenciação adiposa, uma vez que, no núcleo, ativa a transcrição de genes que codificam as enzimas lipogênicas (TANG *et al.*, 2012), como FABP4 (proteína de ligação ao ácido graxo 4), adiponectina e leptina (LADEIRA *et al.*, 2016). É também nessa fase que os adipócitos passam a adquirir sensibilidade à insulina, fato esse relacionado ao aumento no número de receptores de insulina e transportadores de glicose (GLUT4) (LADEIRA *et al.*, 2016).

Em oportuno, destaca-se que a expressão do gene FABP4, responsável pela codificação de proteínas relacionadas à absorção e transporte de ácidos graxos (AG), fatores envolvidos na deposição de gordura, ocorre principalmente nos adipócitos maduros (DEL PINO *et al.*, 2017). Assim, o acúmulo de FABP pode ser um indicativo do número de adipócitos no tecido muscular.

Conforme já relatado por Du *et al.* (2010), o processo da adipogênese ocorre, nas fases pré-natal, a partir de 80 dias de gestação, e no início da fase pós-natal, até cerca de 250 dias de vida da progênie, sugerindo que o número total de adipócitos é definido quando o animal atinge a puberdade (GOESSLING *et al.*, 2009). A partir desse pressuposto, com o objetivo de aumentar o número total de adipócitos, percebe-se que é imprescindível que o animal tenha condições nutricionais adequadas nesses períodos (DU *et al.*, 2013), potencializando o processo da adipogênese.

2.2 Lipogênese

Na lipogênese, processo que tem como objetivo a hipertrofia dos adipócitos maduros formados durante a adipogênese, principalmente, pela incorporação de triglicerídeos, ocorre a síntese de ácidos graxos absorvidos da dieta ou da síntese *de novo* (ROLLIN et al., 2007).

Os triglicerídeos são formados por ácidos graxos não esterificados (AGNE) e glicerol. O glicerol é obtido a partir da glicose, enquanto os AGNE podem ser obtidos pela síntese *de novo*, tendo a glicose ou o acetato como substrato ou por meio de ácidos graxos advindos da dieta (PETHICK et al., 2004).

Na síntese de ácidos graxos decorrentes da dieta, eles são absorvidos pelo intestino grosso, reesterificados para triglicerídeos ou fosfolípidios e transportados pelos quilomícrons até o tecido alvo. Uma vez no tecido alvo, os triglicerídeos são hidrolisados pela lipoproteína lipase (LPL), resultando em ácidos graxos livres (KERSTEN, 2014) que serão transportados para dentro do adipócito pela proteína de ligação FABP4, visto que os ácidos graxos são hidrofóbicos e não se difundem pela membrana (LADEIRA et al., 2018).

Noutro giro, na absorção de ácidos graxos decorrentes da síntese *de novo*, há a carboxilação da molécula de acetil-CoA pela atividade da acetil-CoA carboxilase, codificada pelo gene ACACA (PETHICK et al., 2004). Após sua carboxilação, o acetil-CoA é transformado em uma molécula de malonil-CoA e, após uma série de reações, uma molécula de acetil-CoA é ligada a uma molécula de malonil-CoA, com o auxílio do complexo multienzimático, chamado de ácido graxo sintetase, que é codificado pelo gene FASN (LADEIRA et al., 2016). Da mesma forma que na síntese de ácidos graxos absorvidos pela dieta, os ácidos graxos decorrentes da síntese *de novo* são transportados para os adipócitos pela proteína de ligação FABP4.

Após a síntese e/ou captação, os ácidos graxos ainda podem sofrer ação da enzima estearoil-CoA dessaturase (SCD), codificada pelo gene SCD1, responsável por transformar o ácido graxo saturado em insaturado, por meio da inserção de duplas ligações na cadeia (LADEIRA et al., 2018). Ressalta-se que o gene SCD1, codificador da enzima SCD, é bastante estudado e os relatos na literatura demonstram que sua

expressão é altamente influenciada pela dieta (GRAUGNARD et al., 2009; LADEIRA et al., 2014; ZHANG et al., 2015; TEIXEIRA et al., 2017).

Nesse contexto, nota-se que o principal fator que controla a taxa de deposição de gordura é o *status* nutricional do animal, pois o acetato, ácido graxo volátil produzido na fermentação ruminal, é o notável precursor da síntese de ácidos graxos nos ruminantes (SHINGFIELD et al., 2010). Além do acetato, a glicose também pode servir de precursor para síntese de ácido graxo, atuando como fonte de acetil-CoA, através da glicólise, seguindo da descarboxilação na mitocôndria.

2.3 Oxidação Lipídica

O início do processo de lipólise é marcado pela ação das catecolaminas que se ligam aos receptores β -adrenérgicos, na superfície do adipócito, ativando a Adenilato ciclase, responsável por quebrar a ATP em AMPc. O acúmulo de AMPc induz a ativação da proteína quinase que, por sua vez, ativa a lipase sensível e inicia a cascata lipolítica (CONTRERAS et al., 2017).

Após a ativação da lipase sensível, o triglicerídeo é mobilizado e, com isso, o ácido graxo que compõe este triglicerídeo é transportado pela albumina, na corrente sanguínea, até um tecido alvo. Uma vez no tecido alvo, o ácido graxo é transportado para dentro da célula por uma proteína transportadora, proteína de transporte de ácido graxo (FATP) ou a CD36. Dentro da célula, o ácido graxo recebe uma coenzima A (CoA) para que não escape, por meio da acil-CoA sintetase.

Contudo, para que ocorra a oxidação lipídica, não basta que o ácido graxo esteja dentro da célula, é necessário que ele seja transportado para dentro da mitocôndria. Este processo ocorre por meio da carnitina palmitoiltransferase (CPT1) que retira a unidade CoA do ácido graxo e adiciona uma carnitina. O ácido graxo:carnitina adentra a mitocôndria. Em seguida, a CPT1 retira a carnitina e adiciona o CoA novamente.

Uma vez dentro da mitocôndria ocorrerá o processo de β -oxidação, que é o processo inverso da síntese, onde um ácido graxo será convertido em acetil-CoA. Por

exemplo, um palmitoil-CoA (16C) liberará oito moléculas de acetil-CoA que entrarão no ciclo de Krebs e produzirão 3 NAD, 1 FAD e ATP.

2.4 Relação da deposição de gordura intramuscular com a vitamina A

A vitamina A desempenha um papel antagônico na deposição de gordura intramuscular, uma vez que aumenta a deposição durante a fase de cria e a diminui durante a fase de terminação.

Durante a fase de cria, ou seja, da concepção até os 250 dias de vida do animal, ocorre o processo de hiperplasia dos adipócitos, onde o aumento do número de células para origem de tecido adiposo intramuscular é mais pronunciado entre o fim da gestação até o desmame (DU, et. al., 2017). Sabe-se que, durante este período, há algumas formas de aumentar a deposição de gordura intramuscular, sendo uma delas a vitamina A.

A vitamina A regula o processo de hiperplasia por estar intimamente ligada ao processo de angiogênese (formação de vasos sanguíneos). Ela atua aumentando os marcadores angiogênicos que permitem uma maior vascularização dos tecidos adiposos e, por conseguinte, aumenta o aporte de nutrientes e células indiferenciadas para esses tecidos (WANG, et. al., 2017).

Porém, após o período de formação de células adipogênicas, a vitamina A, pode desempenhar um papel adverso. Pesquisas científicas demonstram que o ácido retinóico ativa o *PPARα* em adipócitos maduros, o que induz a oxidação lipídica (BERRY; NOY, 2009; BERRY et al., 2010; NOY, 2013) ao aumentar a expressão de CPT.

O ácido retinóico (AR), derivado da vitamina A, é um ligante de fatores de transcrição como o receptor de ácido retinóico (RAR) e da família de receptores ativados por proliferadores de peroxissoma (PPAR). O que define para qual fator de transcrição o ácido retinóico irá servir é a proteína transportadora que irá carregar o AR até o fator de transcrição.

Quando a proteína transportadora é a proteína de ligação ao retinol (CRABP II), ela transportará o ácido retinóico até o RAR que, por sua vez, irá formar um heterodímero com o receptor retinoide X (RXR) e, então, desempenhará funções como a regulação da produção de proteínas ligadas a visão.

Por outro lado, quando a proteína transportadora é a proteína de ligação a ácidos graxos (FABP5), o AR servirá de ligante para o PPAR α , que, após formar um heterodímero com o RXR, irá regular a expressão de genes relacionados com a oxidação lipídica, fazendo com que haja uma maior quebra de lipídios no músculo e, por consequência, menor deposição de gordura intramuscular.

2.5 Cor

O principal pigmento na carne associado com a cor é a mioglobina. Ela contém um grupo prostético heme (anel de porfirina ligado a um ferro) ligado a uma molécula de proteína globular que possui afinidade com o oxigênio (GOMIDE et al., 2013). Logo, o grupo heme é o maior responsável pela coloração da carne.

A quantidade de mioglobina presente no músculo é variável e vários são os fatores que influenciam esta concentração como, por exemplo: a espécie, idade, atividade física, tipo de músculo entre outros (FELÍCIO, 1997)

Uma dessas influências na cor da carne é a quantidade de radical livre, que são moléculas que têm um único elétron livre e, normalmente, são produzidas durante o metabolismo do oxigênio nos tecidos, são chamadas de espécies reativas de oxigênio (ROS). Algumas delas são produzidas durante o metabolismo aeróbio das células vivas, como o radical superóxido (O_2^-), que é formado pela adição de um elétron extra ao oxigênio molecular (O_2), durante o processo de redução do oxigênio na cadeia respiratória mitocondrial. Mesmo apresentando pouca reatividade química, o O_2^- , quando exposto a determinados íons metálicos (Fe^{2+} e Cu^{2+}), gera um radical livre altamente reativo, chamado radical hidroxila ($HO\cdot$). Os metais bivalentes podem também catalisar a reação de decomposição do H_2O_2 ou do hidroperóxido produzido pela oxidação lipídica, formando os radicais $HO\cdot$ ou $RO\cdot$ (radical alcóxil).

Os radicais livres são altamente reativos com os componentes musculares, especialmente os ácidos graxos insaturados, resultando em uma série de eventos degradantes.

No tecido vivo a combinação das enzimas superóxido dismutase e catalase e a mitocôndria convertem o superóxido em oxigênio, prevenindo danos ao citosol, pelo fato do oxigênio não ter radical livre. Porém, na carne, as membranas que mantêm a integridade da mitocôndria estão degradadas, permitindo que os radicais livres causem danos aos componentes celulares e esses eventos fazem com que acelere a formação de metamioglobina, responsável pela cor marrom da carne (FAUSTMAN; CASSENS, 1990).

2.6 Perfil de Ácidos Graxos

As pesquisas sobre o perfil de ácidos graxos têm se tornado cada vez mais recorrentes e relevantes, tendo em vista a sua estreita relação com a saúde humana e as características de qualidade de carne. Como outras características de produção, o perfil de ácidos graxos pode variar de acordo com a genética e fatores ambientais, como, por exemplo, a dieta do animal (OLIVEIRA et al., 2011; SCHMID et al., 2006).

O objetivo da manipulação do perfil de ácidos graxos é a diminuição do teor de ácidos graxos saturados, principalmente os ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0), devido aos seus efeitos hipercolesterolêmicos. Além do aumento da concentração de ácidos graxos monoinsaturados, especialmente o ácido oleico (C18:1, cis-9), o aumento do teor de ácidos graxos poli-insaturados e a melhoria da relação n-6/n-3 (HOWE et al., 2005).

Destaca-se que a variação no teor de gordura tem efeito sobre a composição de ácidos graxos, independente da espécie ou raça e fatores dietéticos. Pesquisas indicam que o teor de ácidos graxos saturados (AGS) e ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) aumenta significativamente com o aumento da gordura, ao contrário do que ocorre com o teor de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI). Percebe-se, portanto, que o aumento da gordura implica na diminuição relativa de AGPI e conseqüentemente altera a relação poliinsaturado/saturado (P/S) (DE SMET et al.,

2004). Isso ocorre porque os AGS e AGMI são os principais componentes do triglicerídeos, a forma predominante de lipídeos encontrada nos adipócitos.

Em síntese, com o aumento de gordura intramuscular há aumento dos AGS e AGMI, e, conseqüentemente, a diluição dos AGPI.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, campus Botucatu/SP. Todos os procedimentos realizados com os animais seguiram os padrões éticos de pesquisa estabelecidos pela universidade, CEUA 0276/2022.

Foram utilizados 42 novilhos F1 Angus x Nelore, obtidos de uma única fazenda, todos filhos do mesmo touro, com DEP positiva para marmoreio, e que, durante a fase de cria, receberam creep-feeding. Os novilhos foram alocados em confinamento, na fase de terminação, imunocastrados, com peso médio $263,86 \pm 15,20$ e idade média 7,5 meses.

Os animais foram terminados em confinamento por 163 dias, recebendo dieta de relação volumoso:concentrado de 17:83 em dois tratamentos distintos, um com alto teor de vitamina A (A+, 3170 UI/kg de MS) e outro com baixo teor de vitamina A (A-, 1170 UI/kg de MS). Ressalta-se que os animais do tratamento A- não receberam vitamina A suplementar. Dessa forma, a vitamina A presente na dieta se restringe à vitamina A dos ingredientes que compuseram a dieta (Tabela 1). O alimento volumoso utilizado nas duas dietas foi o bagaço de cana.

Os animais foram alojados, em delineamento de blocos casualizados, em 14 baias coletivas, sendo 7 baias por tratamento com 3 animais em cada. Cada tratamento continha 7 repetições e as baias eram as unidades experimentais. As baias eram cobertas, com piso de concreto e com comedouros e bebedouros coletivos. A dieta foi fornecida de forma *ad libitum*, duas vezes ao dia, as 8h e as 14h. O período experimental foi de 163 dias, precedidos de 35 dias de adaptação às instalações e às dietas.

Tabela 1: Composição do concentrado utilizado na dieta experimental

Ingredientes	Composição (% MS)	
	Vitamina A +	Vitamina A -
Farelo de Milho	75.41	75.41
Soja Farelo	19.92	19.92
Ureia	0.43	0.43
Núcleo	4.25	4.25
	Composição química (%MS)	
Materia seca	88.00	88.00
Proteína Bruta	16.10	16.10
Extrato Etéreo	2.50	2.50
Vitamina A (UI/Kg MS)	3170	1170

MS=matéria seca; A-: tratamento com baixa inclusão de vitamina A (1170 UI/kg de concentrado); A+: tratamento com alta inclusão de vitamina A (3170 UI/kg de concentrado).

3.1 Determinação do consumo, desempenho e eficiência alimentar

As dietas oferecidas e as sobras eram pesadas diariamente e amostradas a cada 7 dias para a determinação da composição químico-bromatológica. As amostras foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) das dietas foram realizadas de acordo com a AOAC (1990). As concentrações de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) foram analisadas segundo Van Soest et al. (1991). Os carboidratos não fibrosos foram determinados pela expressão $CNF = [100 - (\%PB + \%FDNcp + \%EE + \%Cinzas)]$. O amido dos ingredientes da dieta foi analisado conforme a metodologia proposta por Hall (2009).

Os animais foram pesados no início do experimento, no dia da aplicação da primeira dose de imunocastração, no dia da aplicação da segunda dose de imunocastração e ao final do período experimental, depois de jejum alimentar e hídrico por 16 horas.

3.2 Abate e característica de carcaça

O abate dos animais foi realizado em frigorífico comercial, após 163 dias de confinamento, conforme os procedimentos da inspeção federal, pela técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular (Brasil, 1997). Após a divisão em meias carcaças, estas foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente.

A temperatura, foi medida entre a 10^a e 11^a vértebra torácica, as leituras foram feitas 24h após a sangria, sendo conduzidas três medidas por carcaça, considerando-se a média das medidas.

3.3.1 Coleta de amostras do músculo *longissimus thoracis* para análises laboratoriais

Após o período de resfriamento (24h) em câmara fria, foram retiradas amostras do músculo LT da meia-carcaça esquerda entre a 12^a e 13^a costela, em direção cranial, para análise de composição química e perfil de ácidos graxos. Em seguida, foram coletados bifes de 2,54 cm de espessura por animal, identificados e embalados a vácuo em sacos de polietileno para determinação da coloração, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC), após a maturação por 14 e 21 dias em temperatura de 1°C.

3.3.2 Área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea

Após o resfriamento de 24h, todas as carcaças foram classificadas na câmara pulmão, utilizando-se a plataforma BeefScore (BS). As características avaliadas

foram: peso de carcaça; espessura de gordura subcutânea (EGS); área de olho de lombo (AOL);

A EGS foi medida entre a 12^a e 13^a costelas da meia carcaça esquerda, com auxílio de um paquímetro expresso em milímetros (mm). A AOL, também medida entre a 12^a e 13^a costelas, foi determinada pelo método quadrante de pontos (cm²).

3.4 Qualidade da carne

3.4.1 Perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento

Cada bife foi assado em forno pré-aquecido a 180°C até atingir a temperatura interna de 71°C. Após esse processo, o bife foi acondicionado à temperatura ambiente e, depois de estabilizada a sua temperatura, foi pesado para obtenção da PPC (AMSA, 1995). A perda de peso por cozimento foi calculada pela diferença entre o peso do bife antes e depois de assado, multiplicado por 100.

Quanto à força de cisalhamento, as amostras foram submetidas à maturação (14 e 21 dias) que foi conduzida à temperatura de 0 a 2°C em BOD, modelo TE -371 da TECNA, em sacos plásticos para alto vácuo e baixa permeabilidade ao oxigênio. Para cada amostra, foi calculada a força de cisalhamento, conforme o procedimento proposto por Shackelford et al. (1999). De cada bife foram retirados oito cilindros homogêneos, de 12 mm, na orientação das fibras musculares. As amostras foram cisalhadas, por completo, por uma lâmina do tipo *Warner-Bratzler*.

3.4.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

Na determinação da capacidade de retenção de água (CRA) as amostras de carne de 500 ± 20 mg foram colocadas sobre papel filtro e sobre elas o peso de 10 kg por 5 minutos. Posteriormente, a CRA foi calculada pela diferença de peso das amostras antes e depois de serem submetidas à pressão. Os resultados foram expressos em percentagem de água retida em relação ao peso inicial da amostra.

3.4.3 Coloração da carne

A determinação dos componentes da cor foi realizada após a retirada das amostras das embalagens e expostas ao ar atmosférico por 30 minutos, para oxigenação da mioglobina (ABULARACH et al., 1998). A leitura da cor foi realizada na superfície dos bifés, utilizando o sistema CIE L*a*b*, iluminante A e 10° graus para observador padrão. Foi utilizado o equipamento KONICA MINOLTA –CR400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan), calibrado para o padrão preto e branco e, assim, foi determinada a média de três medidas tomadas em diferentes regiões do músculo LT. O índice colorimétrico Chroma (quantidade de cor ou saturação de cor) foi calculado pela equação $[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5}$ e a matriz (coloração real) a partir da fórmula $[\tan^{-1}(b^*/a^*)]$ (CAÑEQUE et al., 2004).

3.4.4 Composição química da carne

A análise de composição centesimal foi conduzida por espectroscopia de infravermelho no equipamento Foodscan™ (FOSS, Hillerod, Denmark) para a determinação de colágeno, gordura intramuscular, proteína, umidade e minerais. As amostras foram descongeladas a 4°C por 24h e posteriormente a gordura subcutânea do músculo LT foi removida. Em seguida, o bife foi moído e homogeneizado em um processador por 5 minutos, com aproximadamente 180g de amostra (ANDERSON, 2007). Foram realizadas três leituras por amostra e, a cada leitura, a amostra foi retirada da placa, homogeneizada novamente e recolocada na placa.

3.4.5 Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos foi determinado por meio de cromatografia gasosa de alta resolução. Foram utilizados 12g de carne *in natura*, livres de tecido conjuntivo e gordura aparente, que foram extraídas (HARA; RADIN, 1978) e metiladas (CHRISTIE; HAN, 2010). Uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado foi injetada no aparelho. A identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção e as percentagens dos ácidos graxos foram obtidas através do software – *Chromquest*

4.1 (Thermo Electron, Italy). As identificações dos ácidos graxos por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga foram quantificadas por normalização das áreas dos ésteres metílicos. Os resultados foram expressos em percentual de área (%). Os padrões utilizados foram: BCR-CRM 164, *Anhydrous Milk-Fat Producer* (BCR Institute for Reference Materials and Measurements) e Supelco TM Component FAME Mix, (cat 18919, Supelco, Bellefonte, PA).

As amostras foram quantificadas em cromatógrafo a gás, modelo Focus CG-Finnigan, com detector de ionização de chama utilizando coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100 m de comprimento, por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20 µm de espessura do filme. O gás de arraste utilizado foi o hidrogênio.

3.5 Análises estatísticas

Os dados foram testados para a normalidade dos resíduos, por meio do teste de Shapiro-Wilk, usando o procedimento PROC UNIVARIATE no software estatístico SAS versão 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC). Os dados que não apresentaram distribuição normal foram transformados através do procedimento PROC RANK (SAS 9.4). O teste Tukey foi utilizado para testar a diferença entre médias usando o procedimento PROC MIXED, que incluiu o nível de vitamina A (A- e A+) como efeito fixo, o bloco e as baias como efeito aleatório de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + A_j + W_k + e_{ijk}.$$

Onde: μ = média geral; B_i = efeito aleatório do bloco; A_j = efeito aleatório da unidade experimental; W_k = efeito do tratamento (A- e A+) e e_{ijk} = erro aleatório residual, NIID (0, σ^2).

Para as variáveis de consumo, a unidade experimental foi a baia. Para as variáveis de características de carcaça e parâmetros qualitativos da carne, a unidade experimental foi o animal. A significância foi definida como $P < 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Carcaça

A redução de vitamina A na dieta (1170 vs 3170 UI/kg de concentrado) não apresentou efeito ($P>0,05$) sobre o peso corporal final, consumo de matéria seca, ganho médio diário, conversão e eficiência alimentar e sobre os parâmetros de carcaça como peso de carcaça quente, pH (24h), temperatura, espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo (Tabela 1).

Embora existam trabalhos (GOROCICA-BUENFIL et al., 2008; WELLMANN et al., 2020) em que foi observada uma redução na eficiência alimentar de animais que receberam dietas com restrição total de vitamina A, quando comparados a animais que receberam dietas com alta inclusão de vitamina A (2200 UI/kg de MS ou 11000 UI/kg de MS). No presente trabalho o tempo de restrição pode ter sido insuficiente para apresentar alterações na eficiência alimentar, uma vez que o experimento foi conduzido durante 163 dias e os trabalhos citados tiveram duração de mais de 180 dias, o que, a princípio, pode justificar a não alteração do consumo e do ganho de peso dos bovinos.

Por oportuno, ressalta-se que, embora a dieta com restrição de vitamina A (1170 UI/kg de MS) tenha uma concentração abaixo de 2200 UI/kg MS, que é a recomendação do NRC (2016), não observamos queda de consumo, cegueira noturna ou outros efeitos adversos nos bovinos.

Tabela 2: Consumo, desempenho, conversão e eficiência alimentar e parâmetros de carcaça de animais F1 Angus – Nelore recebendo dietas com baixa e alta inclusão de vitamina A.

Variável	Tratamento		EPM	P-valor
	A-	A+		
Peso final, kg	483,84	488,14	6,327	0,551
CMS, kg/dia	10,344	10,855	0,162	0,088
GMD, kg/dia	1,345	1,359	0,030	0,549
Conversão alimentar, kg/kg	7,684	7,784	0,063	0,155
Eficiência alimentar, kg/kg	0,130	0,131	0,001	0,310
Peso de Carcaça Quente, kg	269,25	271,37	3,631	0,924
pH 24h	5,661	5,526	0,035	0,466
Temperatura, °C	12,440	12,081	0,215	0,307

EGS, mm	8,000	7,619	0,406	0,527
AOL, cm ²	75,000	77,857	1,519	0,185

A-: tratamento com baixa inclusão de vitamina A (1170 UI/kg de concentrado); A+: tratamento com alta inclusão de vitamina A (3170 UI/kg de concentrado), EPM= erro padrão da média, GMD = ganho médio diário, CMS = consumo de matéria seca; EGS = espessura de gordura subcutânea, AOL = área de olho de olho de lombo.

4.2 Qualidade de carne

Os parâmetros de cor, L^* , a^* , b^* , não foram afetados pela dieta ($P>0,05$). A ausência do efeito do tratamento sobre os parâmetros de cor da carne, pode ser explicado pela ausência de efeito da redução de vitamina A sobre o perfil de ácidos graxos na carne (Tabela 5) como foi observado no trabalho. A coloração da carne pode sofrer efeito do perfil de ácido graxo uma vez que com o aumento de radicais livres, há maior reatividade desses com os ácidos graxos insaturados, acelerando o processo de formação da metamioglobina, que está relacionado à descoloração da carne (FAUSTMAN; CASSENS, 1990).

Ademais, os parâmetros de qualidade de carne, como o pH, força de cisalhamento capacidade de retenção de água e a perda de peso por cozimento, não foram afetados ($P>0,05$) pelo baixo ou alto nível de vitamina A na dieta.

Da mesma forma, os tratamentos A+ e A- não afetaram a umidade, proteína, colágeno e mineral da carne ($P>0,05$). Por fim, os níveis de vitamina A não afetaram ($P=0,96$) a gordura da carne.

Em que pese estudos anteriores (OKA et al., 1998; GOROCICA-BUENFIL et al., 2007; CAMPOS et al., 2020) demonstrarem uma correlação negativa entre o nível de vitamina A e a deposição de gordura intramuscular, destaca-se que os experimentos até então conduzidos foram realizados com animais com mais de 15 meses de idade e/ou por períodos maiores que 180 dias de confinamento. Em estudo conduzido por Arnett et al. (2009), com novilhos Angus mestiços, onde os tratamentos eram com 42180 UI de vitamina A/dia e outro sem adição de vitamina A suplementar, os animais que não receberam a vitamina A suplementar obtiveram um escore de marmoreio numericamente maior. Em que pese os animais terem idade similar ao do

estudo em questão, os novilhos permaneceram confinados por 235 dias, podendo isso justificar a ausência de efeito neste trabalho, uma vez que os animais foram confinados por somente 163 dias. Por outro lado, em estudo realizado por Bryant et al. (2010) com novilhos, com cinco tratamentos distintos (0, 1,103, 2,205, 4,410, ou 8,820 UI/kg de MS) e 147 dias de confinamento, não foi observado diferenças em relação do escore de marmoreio entre os tratamentos, ratificando os resultados deste estudo.

Ademais, Kohlmeier e Burroughs (1970) observaram que os bovinos podem ter reservas suficientes de vitamina A, no fígado, por 90 a 120 dias, de forma que a alimentação anterior à restrição pode ter implicado em reservas e, conseqüentemente, mascarado o efeito da restrição. Destaca-se, ainda, que, além da oferta de vitamina A na dieta, há entrada de precursores da vitamina A, via caroteno, pelos grãos dieta (PENG et al., 2021). Nesse contexto, infere-se que o tempo de confinamento, a idade dos animais e a alimentação anterior à restrição podem ter implicado na ausência de resultados, não sendo suficientes para serem observados os efeitos da restrição sobre a deposição de gordura intramuscular.

Tabela 3: Qualidade de Carne de animais F1 Angus – Nelore recebendo dietas com baixa e alta inclusão de Vitamina A com maturação de 14 e 21 dias.

	Maturação 14d				Maturação 21d			
	A-	A+	EPM	P-valor	A-	A+	EPM	P-valor
L*	43.936	43.759	0.434	0.777	44.175	44.191	0.380	0.982
a*	19.156	18.078	0.508	0.141	19.989	20.114	0.484	0.702
b*	10.064	10.099	0.218	0.908	10.031	9.923	0.191	0.693
pH	5.549	5.551	0.013	0.877	5.562	5.564	0.020	0.947
Shear Force	2.922	3.011	0.098	0.527	2.619	2.728	0.085	0.373
PPC, %	26.374	28.568	0.836	0.071	26.021	27.437	0.971	0.308
CRA, %	67.345	66.298	0.528	0.173	69.208	69.443	0.674	0.806

A-: tratamento com baixa inclusão de vitamina A (1170 UI/kg de concentrado); A+: tratamento com alta inclusão de vitamina A (3170 UI/kg de concentrado), L* = índice de luminosidade, a* = índice de vermelho, b* = índice de amarelo, CRA = capacidade de retenção de água, PPC = perda de peso por cozimento.

Tabela 4: Efeito da baixa inclusão de vitamina A na dieta de animais F1 Angus – Nelore sobre a composição química da carne.

Item	Tratamento		EPM	P-valor
	A -	A +		
Umidade, %	71.63	71.57	0.204	0.847
Proteína, %	22.91	23.08	0.144	0.427
Colágeno, %	1.61	1.67	0.068	0.539
Gordura, %	3.49	3.51	0.186	0.955
Mineral, %	1.96	1.83	0.148	0.554

A-: tratamento com baixa inclusão de vitamina A (1170 UI/kg de concentrado); A+: tratamento com alta inclusão de vitamina A (3170 UI/kg de concentrado), EPM= erro padrão da média

4.3 Ácidos Graxos

O perfil de ácidos graxos não foi afetado pelos níveis de vitamina A. Esperava-se que o tratamento com dieta restrita em vitamina A apresentasse mais gordura intramuscular, e, por conseguinte, maior concentração de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, como reportado por De Smet et al. (2004).

Como a dieta com restrição de vitamina A não alterou a concentração de gordura intramuscular, o tratamento A- não afetou ($P>0,05$) os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e os poli-insaturados, o que levou a concentrações similares de ácidos graxos totais entre os tratamentos.

Tabela 5: Efeito da baixa inclusão de vitamina A na dieta de animais F1 Angus – Nelore sobre o perfil de ácidos graxos da carne

Ácidos graxos, mg/100g de carne	Tratamento		SEM	P-value
	A-	A+		
C12:0	3,699	3,516	0,288	0,538
C14:0	122,64	125,05	4,957	0,636
C16:0	1049,09	1056,38	14,304	0,619
C18:0	540,94	550,67	18,152	0,602
C18:1 C9	1636,45	1630,94	20,349	0,791
C18:2 C9 C12	83,555	80,7210	6,24	0,948
C18:2 C9 T11	7,161	7,115	0,639	0,943
C18:3 n3	3,829	3,789	0,274	0,741
SATURADOS	1801,91	1820,19	25,118	0,481
MONOSATURADOS	2069,79	2060,44	24,965	0,714
POLINSATURADOS	123,95	116,75	9,735	0,685
N-3	6,298	5,992	0,661	0,651

N-6	20,505	17,504	2,831	0,340
N6/N3	3,128	2,986	0,457	0,821
P/S	0,069	0,064	0,006	0,626

A-: tratamento com baixa inclusão de vitamina A (1170 UI/kg de concentrado); A+: tratamento com alta inclusão de vitamina A (3170 UI/kg de concentrado).

5. CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho não apresentam nenhuma relação entre a redução de vitamina A e a deposição de gordura de marmoreio. Por todo o exposto, julga-se que o tempo de confinamento, a idade dos animais no abate e a dieta ofertada antes do período experimental possam ter disfarçado os efeitos da redução da vitamina A.

Além disso, percebe-se que, como a não suplementação mínima da vitamina A não acarretou efeitos prejudiciais para os animais, a suplementação ou não, a princípio, é desnecessária. Desta feita, torna-se um potencial corte de gastos no momento da elaboração da dieta.

Logo, são necessários novos estudos com maior tempo de confinamento e uma maior atenção à dieta pré-experimental, para analisarmos os efeitos da restrição de vitamina A na dieta sobre os parâmetros de qualidade de carne, perfil de ácidos graxos e deposição de gordura intramuscular.

6. REFERÊNCIAS

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; DE FELICIO, P. E. Quality traits of boneless rib cut (L. dorsi muscle) from Nelore young bulls. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos** (Brazil), 1998.

AMSA (1995). **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness Measurements of fresh meat**. Chicago: American Meat Science Association (AMSA) & National Live Stock and Meat Board.

ANDERSON, S. Determination of fat, moisture, and protein in meat and meat products by using the FOSS FoodScan™ near-infrared spectrophotometer with FOSS artificial neural network calibration model and associated database: Collaborative study, **Journal of AOAC International**, 90, 1073–1083, 2007.

Arnett, A. M. et al. Effects of vitamin A supplementation and weaning age on serum and liver retinol concentrations, carcass traits, and lipid composition in market beef cattle. **Meat Science**, 81(4), 596–606. 2009.

BERRY, D. C.; SOLTANIAN, H.; NOY, N. Repression of cellular retinoic acid-binding protein II during adipocyte differentiation. **Journal of Biological Chemistry**, v. 285, n. 20, p. 15324-15332, 2010.

BERRY, D.C.; NOY, N. All-trans-retinoic acid represses obesity and insulin resistance by activating both peroxisome proliferation-activated receptor β/δ and retinoic acid receptor. **Molecular and cellular biology**, v. 29, n. 12, p. 3286-3296, 2009.

BRYANT, T. C. et al. Effect of dietary supplemental vitamin A concentration on performance, carcass merit, serum metabolites, and lipogenic enzyme activity in yearling beef steers. **Journal of Animal Science**, 88(4), 1463–1478, 2010.

CAMPOS, C. F. et al. Proteomic analysis reveals changes in energy metabolism of skeletal muscle in beef cattle supplemented with vitamin A. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 100(8), 3536-3543, 2020.

CAÑEQUE, V. et al. Carcass and meat quality of light lambs using principal component analysis. **Meat science**, v. 67, n. 4, p. 595-605, 2004.

CHRISTIE, W.W., HAN, X.. *Lipid Analysis: Isolation, Separation, Identification and Lipidomic Analysis: Fourth Edition*, 2010.

CONTRERAS, G. Andres; STRIEDER-BARBOZA, Clarissa; RAPHAEL, William. Adipose tissue lipolysis and remodeling during the transition period of dairy cows. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2017.

DE FELÍCIO, Pedro Eduardo. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. **Produção de novilho de corte**, v. 1, p. 79-97, 1997.

DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, v. 53, n. 2, p. 81-98, 2004.

DEL PINO, L. M., et al. Adiposity and adipogenic gene expression in four different muscles in beef cattle. **PLoS One**, 12, n. 6, p. e0179604, 2017.

DODSON M.V. et al. Examination of adipose depot-specific PPAR moieties. **Biochemical and Biophysical Research Communications** 394, 241-242, 2010.

DU, M., et al. Maternal obesity, inflammation, and fetal skeletal muscle development. **Biol. Reprod.** 82:4–12, 2010.

DU, M., et al. Meat Science and Muscle Biology Symposium: manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal of animal science**, 91(3), 1419-1427, 2013.

DU, M.; FORD, S. P.; ZHU, M. Optimizing livestock production efficiency through maternal nutritional management and fetal developmental programming. **Animal Frontiers**, v. 7, n. 3, p. 5-11, 2017.

DUARTE, M. S., et al. Enhancement of adipogenesis and fibrogenesis in skeletal muscle of Wagyu compared with Angus cattle. **Journal of Animal Science**, 91, p. 2938-2946, 2013.

FAUSTMAN, C.; CASSENS, R. G. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 1, p. 217, 1990.

GHABEN, A. L.; SCHERER, P. E. Adipogenesis and metabolic health. **Nat Rev Mol Cell Biol**, 20, n. 4, p. 242-258, 2019.

GOESSLING, W., et al. Genetic interaction of PGE2 and WNT signaling regulates developmental specification of stem cells and regeneration. *Cell* 136:1136–1147, 2009.

GOMIDE, LA de M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. Ciência e qualidade da carne: fundamentos. Viçosa: **Editora UFV**, p. 155-185, 2013.

GOROCICA-BUENFIL, M. A. et al. Effect of low vitamin A diets with high-moisture or dry corn on marbling and adipose tissue fatty acid composition of beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 12, p. 3355-3366, 2007.

GOROCICA-BUENFIL, M. A.; FLUHARTY, F. L.; LOERCH, S. C. Effect of vitamin A restriction on carcass characteristics and immune status of beef steers. **Journal of animal science**, v. 86, n. 7, p. 1609-1616, 2008.

GRAUGNARD, D. E. et al. Adipogenic and energy metabolism gene networks in longissimus lumborum during rapid post-weaning growth in Angus and Angus × Simmental cattle fed high-starch or low-starch diets. **BMC Genomics**, v. 10, n. 1, p. 142, 2009.

HALL, M.B. Determination of starch, including maltooligosaccharides, in animal feeds: Comparison of methods and a method recommended for AOAC collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 92, n. 1, p. 42-49, 2009

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. **Analytical biochemistry**, v. 90, n. 1, p. 420-426, 1978.

HARPER G.S. and Pethick D.W. How might marbling begin? *Australian Journal of Experimental Agriculture* 44, 653-662, 2004.

HAUSMAN G.J., et al Board-invited review: the biology and regulation of preadipocytes and adipocytes in meat animals. **Journal of Animal Science** 87, 1218-1246, 2009.

HISHIDA, T., et al. The role of C/EBPdelta in the early stages of adipogenesis. **Biochimie**, 91, n. 5, p. 654-657, 2009.

HOWE, P. et al. Dietary intake of long-chain ω -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. **Nutrition**, London, v. 22, p. 47-53, 2006.

KERSTEN, S. Physiological regulation of lipoprotein lipase. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids**, v. 1841, n. 7, p. 919-933, 2014

KOHLMEIER R. H., BURROUGHS W. Estimation of Critical Plasma and Liver Vitamin a Levels in Feedlot Cattle with Observations upon Influences of Body Stores and Daily Dietary Requirements, **Journal of Animal Science**, v. 30, n. 6, p. 1012–1018, 1970.

LADEIRA, M. et al. Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or rumen protected fat with or without monensin. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 597-605, 2014.

LADEIRA, M. M. et al. Nutrigenomics and Beef Quality: A Review about Lipogenesis. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, n. 6, p. 918, 2016.

LADEIRA, M. M. et al. Review: Nutrigenomics of marbling and fatty acid profile in ruminant meat. **Animal**, p. 1-13, 2018.

LEFTEROVA, M.I., LAZAR M.A. New developments in adipogenesis. Trends Endocrinol. **Metab.** 20:107–114, 2009.

MOSETI, D.; REGASSA, A.; KIM, W. K. Molecular Regulation of Adipogenesis and Potential Anti-Adipogenic Bioactive Molecules. **Int J Mol Sci**, 17, n. 1, Jan 19 2016.

NOY, Noa. The one-two punch: Retinoic acid suppresses obesity both by promoting energy expenditure and by inhibiting adipogenesis. **Adipocyte**, v. 2, n. 3, p. 184-187, 2013.

OKA, A. et al. Influence of vitamin A on the quality of beef from the Tajima strain of Japanese Black cattle. **Meat science**, 48(1-2), 159-167, 1998.

OLIVEIRA, D. M. et al. Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 8, p. 2546-2555, Aug. 2011.

PARK, S.J. et al. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle a review. **Asian-Australasian Journal of animal sciences**, v. 31, n. 7, p. 1043, 2018.

PENG, D.Q., SMITH, S.B.; LEE, H.G. Vitamin A regulates intramuscular adipose tissue and muscle development: promoting high-quality beef production. **J Animal Sci Biotechnol** 12, 34, 2021.

PETHICK, D.W.; HARPER, G.S.; ODDY, V.H. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: A review. **Aust. J. Exp. Agric.**, 44, 705–715, 2004.

PLATTER W. et al. Relationships of consumer sensory ratings, marbling score, and shear force value to consumer acceptance of beef strip loin steaks. **Journal of Animal Science** 81, 2741-2750, 2003.

ROLLIN, X., et al. Short- and long-term nutritional modulation of acetyl-CoA carboxylase activity in selected tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **British Journal of Nutrition**, 89, n. 6, p. 803-810, 2007.

SATO, M., HIRAGUN, A., MITSUI, H. Preadipocytes possess cellular retinoid binding proteins and their differentiation is inhibited by retinoids. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 95, n. 4, p. 1839-1845, 1980.

SHACKELFORD, S.D., WHEELER, T.L., KOOHMARAIE, M. Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**. 77, 1999.

SHINGFIELD, K. J. et al. Role of trans fatty acids in the nutritional regulation of mammary lipogenesis in ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1140-1166, 2010.

SIEBERT, B. D. et al. Effect of low vitamin A status on fat deposition and fatty acid desaturation in beef cattle. **Lipids**, v. 41, n. 4, p. 365-370, 2006.

SCHMID, A. et al. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. **Meat Science**, Barking, v. 73, n. 1, p. 29-41, 2006.

TANG, Q. Q.; LANE, M. D. Adipogenesis: from stem cell to adipocyte. **Annu Rev Biochem**, 81, p. 715-736, 2012.

TEIXEIRA, P. D. et al. Subspecies and diet affect the expression of genes involved in lipid metabolism and chemical composition of muscle in beef cattle. **Meat science**, v. 133, p. 110-118, 2017.

VAN SOEST, P.V., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy science**, 74(10), 3583-3597, 1991.

WANG, B. et al. Maternal Retinoids increase PDGFR α (+) progenitor population and beige Adipogenesis in progeny by stimulating vascular development. **EBioMedicine**, 18, 288–299, 2017.

WELLMANN, K. B. et al. Evaluation of the dietary vitamin A requirement of finishing steers via systematic depletion and repletion, and its effects on performance and carcass characteristics. *Journal of animal science*, v. 98, n. 9, p. skaa266, 2020.

ZHANG, H. et al. Effects of dietary energy level on lipid metabolism-related gene expression in subcutaneous adipose tissue of Y elow breed \times S immental cattle. **Animal Science Journal**, v. 86, n. 4, p. 392-400, 2015.

