

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MYLENA DE MATTOS FERREIRA

**Efeito da adição de óleo de linhaça no desempenho e qualidade de carne de novilhas Nelore e cruzadas Rubia Gallega x Nelore**

---

Pirassununga

2022

MYLENA DE MATTOS FERREIRA

**Efeito da adição de óleo de linhaça no desempenho e qualidade de carne de novilhas Nelore e cruzadas Rubia Gallega x Nelore**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia do programa de Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Saran Netto

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Silva Goulart

---

Pirassununga

2022

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos do uso do óleo de linhaça incluso na dieta sobre o desempenho em confinamento, características de carcaça, características de qualidade da carne e composição de ácidos graxos na carne e do sangue de novilhas Nelore e Rubia Gallega x Nelore (F1). Foram utilizados 34 novilhas, sendo 18 Nelore (NL) e 16 Rubia Gallega x Nelore (RGNL) (F1) com idade média de 24 meses e  $340 \pm 70$  kg de peso corporal foram selecionados para este estudo. As novilhas foram confinadas por 116 dias, 20 dias de adaptação às instalações e 96 dias com as dietas experimentais em estudo. Durante o abate, foi calculado o rendimento de carcaça quente (RCQ) e avaliado o pH. Na desossa, foi avaliada no m. *Longissimus* a área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas,, cor e pH. Foram coletadas amostras de 2,54 cm de espessura do m. *Longissimu* e embaladas a vácuo para posterior análises de maciez objetiva (FC), perdas por cocção (PPC), análise sensorial e perfil de ácidos graxos. Utilizou-se o procedimento MIXED do programa SAS<sup>®</sup> e a significância foi declarada quando  $P \leq 0,05$ . As novilhas RGNL apresentaram maior peso vivo inicial, final, ganho de peso médio diário, ingestão de matéria seca, AOL e PCQ em relação aos demais tratamentos ( $P < 0,01$ ). Para EGS, as novilhas NL apresentaram valores mais elevados do que os demais tratamentos ( $P < 0,01$ ). Houve maior perda por cocção na carne das RGNL ( $P < 0,01$ ). Na análise sensorial as carne do tratamento RGNL, tiveram maiores pontuação para maciez, suculência e aceitabilidade geral  $P (< 0,01)$ . Os animais que consumiram óleo apresentou um perfil sanguíneo mais saudável,tiveram maiores valores de PUFA ( $P < 0,048$ ). A carne dos animais que consumiram óleo de linhaça, apresentou PAG mais favorável à saúde humana, enquanto a carne dos animais que não consumiram óleo de linhaça apresentou um perfil de AG menos saudável ( $P < 0,05$ ).

**Palavras-chave:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, fibra muscular, maciez, ômega 3.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of using linseed oil included in the diet on feedlot performance, carcass characteristics, meat quality characteristics and fatty acid composition in meat and blood of Nellore and Rubia Gallega x Nellore heifers (F1). Thirty-four heifers, 18 Nellore (NL) and 16 Rubia Gallega x Nellore (RGNL) (F1), with a mean age of 24 months and  $340 \pm 70$  kg of body weight were selected for this study. Heifers were confined for 116 days, 20 days of adaptation to the facilities and 96 days with the experimental diets under study. During slaughter, the hot carcass yield (WHR) was calculated and the pH evaluated. In boning, it was evaluated at m. Longissimus rib eye area (AOL), subcutaneous fat thickness (EGS) between the 12th and 13th ribs, color and pH. Samples measuring 2.54 cm in thickness of the m were collected. Longissimu and vacuum packed for further analysis of objective softness (FC), cooking losses (PPC), sensory analysis and fatty acid profile. The MIXED procedure of the SAS® program was used and significance was declared when  $P \leq 0.05$ . NGNL heifers had higher initial and final live weight, average daily weight gain, dry matter intake, AOL and PCQ in relation to the other treatments ( $P < 0.01$ ). For EGS, NL heifers had higher values than the other treatments ( $P < 0.01$ ). There was a greater cooking loss in the NGN meat ( $P < 0.01$ ). In the sensory analysis, the meat from the RGNL treatment had higher scores for tenderness, juiciness and general acceptability  $P (< 0.01)$ . The animals that consumed oil had a healthier blood profile, had higher PUFA values ( $P < 0.048$ ). Meat from animals that consumed flaxseed oil had a more favorable PAG for human health, while meat from animals that did not consume flaxseed oil had a less healthy FA profile ( $P < 0.05$ ).

**Keywords:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, muscle fiber, tenderness, ômega 3.

Ficha catalográfica elaborada pelo  
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP, com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a)

d383e de Mattos Ferreira, Mylena  
Efeito da adição de óleo de linhaça no desempenho e qualidade de  
carne de novilhas Nelore e cruzadas  
Rubia Gallega x Nelore / Mylena de Mattos  
Ferreira ; orientadora Arlindo Saran Netto ; coorientadora  
Rodrigo Silva Goulart . --  
Pirassununga, 2022.  
42 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e  
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Bovino. 2. Carne. 3. Óleo. 4. Omega 3. I. Saran Netto,  
Arlindo, orient. II. Silva Goulart, Rodrigo, coorient. III. Título.



## CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Desempenho, avaliação de carcaça e qualidade de carne entre novilhas Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega alimentadas com e sem óleo de linhaça", protocolada sob o CEUA nº 2347140119 (ID 001307), sob a responsabilidade de **Arlindo Saran Netto** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo - FZEA/USP (CEUA/FZEA) na reunião de 16/10/2019.

We certify that the proposal "Performance, carcass evaluation and meat quality among Nelore and F1 Nelore x Rubia Gallega heifers fed with and without linseed oil", utilizing 36 Bovines (36 females), protocol number CEUA 2347140119 (ID 001307), under the responsibility of **Arlindo Saran Netto** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Animal Science and Food Engineering - (São Paulo University) (CEUA/FZEA) in the meeting of 10/16/2019.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa \(Acadêmica\)](#)

Vigência da Proposta: de [11/2019](#) a [03/2020](#)

Área: [Bovinocultura de Corte](#)

Origem: [Prefeitura do Campus da FZEA da USP](#)

Espécie: [Bovinos](#)

sexo: [Fêmeas](#)

idade: [17 a 19 meses](#)

N: [18](#)

Linhagem: [F1 Rubia Gallega](#)

Peso: [290 a 350 kg](#)

Origem: [Prefeitura do Campus da FZEA da USP](#)

Espécie: [Bovinos](#)

sexo: [Fêmeas](#)

idade: [17 a 19 meses](#)

N: [18](#)

Linhagem: [Nelore](#)

Peso: [290 a 350 kg](#)

Local do experimento: O estudo será conduzido no Laboratório de Pesquisa em Gado de Corte da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo - FMVZ/USP, em Pirassununga, SP

Pirassununga, 14 de novembro de 2019

Prof. Dra. Daniele dos Santos Martins  
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso  
de Animais  
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de  
Alimentos da  
Universidade de São Paulo - FZEA/USP

Prof. Dra. Cristiane Gonçalves Titto  
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética  
no Uso de Animais  
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de  
Alimentos da Universidade de São Paulo -  
FZEA/USP

## DEDICATÓRIA

A minha família, principalmente minha mãe, que sempre me aconselhou e mostrou a importância de nunca parar de estudar. Amo vocês!

*A vocês eu dedico esse trabalho!*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, saúde e coragem para sempre seguir em frente!

A minha família, por todo apoio e acolhimento nas horas difíceis.

A meu orientador Arlindo, pela confiança, orientação e por toda ajuda.

A grande amiga que o mestrado me deu, Mellory, obrigada por todo apoio, conselhos, ensinamentos, apoio emocional e a não surtar, meu muito obrigada, sem você seria mais difícil concluir essa etapa da minha vida.

Ao coorientador Prof. Rodrigo, por todo apoio, ensinamentos, conselhos, sessões de terapia e acima de tudo, ser um amigo e sempre se colocar no lugar das pessoas para entender o que a pessoa está passando. O senhor além de ótimo profissional é um ser humano excelente.

A professora Angélica, por disponibilizar tempo, recursos, as alunas de pós graduação do Laboratório da Ciência da Carne (LCC) e os estagiários que me ajudaram em dias de chuva e sol para que esse experimento acontecesse.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa em Gado de Corte (LPGC), em especial ao Sr. Schmidt e ao pessoal da fábrica de ração, sem vocês esse experimento não aconteceria, cada função é de extrema importância dentro do sistema produtivo.

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

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Obrigada!



## EPÍGRAFE

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.*

*(Madre Teresa de Calcutá)*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>5</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Cruzamento Rubia Gallega x Nelore .....	7
2.3 Qualidade de Carne .....	9
<b>3. OBJETIVO .....</b>	<b>12</b>
<b>4. HIPÓTESE .....</b>	<b>13</b>
<b>5. MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>13</b>
5.1 Local de Experimento.....	13
5.2 Animais, Dieta e Instalações.....	14
5.3 Análises Bromatológicas.....	15
5.4 Abate, desossa e coleta de amostras .....	16
5.5 Rendimento de carcaça quente .....	17
5.6 pH e temperatura.....	17
5.7 Área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea.....	17
5.8 Cor.....	18
5.9 Perdas por cocção e maciez objetiva .....	18
5.10 Comprimento de sarcômero .....	19
5.11 Análise Sensorial.....	19
5.12 Perfil de ácidos graxos sanguíneo.....	20
5.13 Perfil de ácido graxo da carne .....	21
<b>6. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	<b>21</b>
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
7.1 Desempenho e características de carcaça .....	22
7.2 Perfil de ácidos graxos sanguíneo e do músculo Longissimus dorsi.....	23
<b>8. DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>28</b>

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A carne vermelha tem sido frequentemente associada com o aumento dos níveis de colesterol plasmático e de distúrbios cardiovasculares em humanos, por se tratar de um produto contendo concentrações de ácidos graxos saturados (SFAs) em sua constituição (Zur Hausen, Bund, & de Villiers, 2017). De acordo com Wood et al. (2003), a redução da ingestão de SFAs e o aumento da ingestão de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) como o ácido alfa-linolênico C18: 3 ômega- 3, podem ter efeitos benéficos para a saúde dos consumidores. Neste cenário, pesquisas que visam elevar os níveis de ômega 3 em carnes vermelhas merecem destaque. Além disso, pesquisas recentes ressaltaram que os PUFA são considerados compostos bioativos e estão correlacionados com a saúde cardiovascular, reduzindo os níveis de fatores de risco, por meio da redução do colesterol plasmático, da redução do risco de diabetes e consequentemente melhoria da saúde humana (Serhan et al., 2008; Guadarrama-López et al., 2014).

Uma alternativa para modificar o perfil lipídico da carne de bovinos é a inclusão de óleos ricos em ômega 3 na dieta destes animais, pois acredita-se que a inclusão de óleos vegetais, como o óleo de linhaça por exemplo, modifica o perfil de ácido graxo da carne, aumentando os ácidos graxos poliinsaturados (PUFA), bem como, eleva o ganho de peso de bovinos (Owens e Gardner, 2000).

O óleo de linhaça é a fonte mais rica em ácidos graxos ômega 3 no reino vegetal, representando aproximadamente 55% em sua composição, e por conter cerca de 15% de ácido linoléico (C18: 2 ômega-6), tem uma relação ômega 6:ômega 3 de 3:1, muito próxima do ideal, que é em torno de 4:1 (Wood et al., 2003). A relação ideal de ômega 6:ômega 3, é importante para a homeostase do organismo humano, alto consumo de ômega 6 está relacionados a fatores que aumentam a incidência de doenças cardiovasculares, diabetes, câncer, obesidade, doenças autoimunes, artrite reumatóide, asma e depressão (Simpoulos, 2002).

Vários trabalhos científicos reportaram que tanto animais, quanto seres-humanos, não conseguem produzir os ácidos graxos essenciais ômega 3 e ômega 6, sendo necessário a inclusão destes nas dietas (Burr e Burr, 1930; Lands, 2015c). Contudo, trabalhos clássicos da literatura demonstraram que a adição de óleo de linhaça em dietas de bovinos confinados melhorou o desempenho e as características de carcaça, bem como melhorou o perfil lipídico da carne, concluindo que a inclusão do óleo de linhaça é um ingrediente nutritivo e funcional (Vanschoonbeek et al., 2003; Oliveira et al., 2012; Rosa et al., 2013).

A utilização de cruzamentos entre animais Nelore e Rubia Gallega proporciona desempenho zootécnico superior, quando comparado com raças puras, promovendo elevado ganho de peso, melhor conversão alimentar, além de atender às preferências dos consumidores por uma carne macia (Taveira et al. 2014). A utilização de fêmea em sistemas intensivos de engorda visa produzir uma carcaça de elevado valor comercial, em virtude da elevada aceitação dos consumidores (Hedrick et al., 1969). Avaliados a mesma idade e em condições semelhantes de alimentação, novilhas possuem maior proporção de gordura corporal quando comparadas com machos castrados e machos não castrados (NASEM, 2016).

Visando uma pecuária moderna, a adoção conjunta de tecnologias como o cruzamentos entre animais zebuínos e europeus e o uso de óleo com perfil nutritivo e funcional em dietas para confinamento permite produzir animais com elevado desempenho animal, como também, produz uma carne de elevado valor biológico e nutracéutico (Gillis et al., 2004; Kitessa et al., 2009; Ludden et al., 2009). Nesse cenário, objetiva-se com este trabalho avaliar o efeito da adição do óleo de linhaça no desempenho, nas características de carcaça, na qualidade da carne e no perfil de ácidos graxos no sangue e na carne de novilhas Nelore e cruzadas Rubia Gallega x Nelore abatidas a mesma idade em confinamento.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cruzamento *Rubia Gallega x Nelore*

Uma alternativa para melhoria do rebanho pelos produtores brasileiros é o uso de cruzamentos que, segundo Burrow et al. (2001), é uma das mais benéficas estratégias de manejo para a produção de carne comercial. Isso ocorre pela completa expressão da heterose que é medida pela diferença entre o desempenho médio de animais cruzados F1 e a média das raças parentais combinadas para produzirem descendentes recíprocos. A heterose é causada, principalmente, pelos efeitos não-aditivos dos genes, tais como dominância e epistasia e nesse caso, pode ser observada por meio do efeito individual no animal sobre a característica alvo.

Nos cruzamentos industriais, normalmente é recomendado a utilização de raças europeias como linha paterna, que apresentam bons ganhos de peso e boa qualidade de carcaça e carne. Na linha materna, as raças zebuínas tem sido indicadas, pela sua maior adaptabilidade ao clima tropical, rusticidade e menores exigências de manutenção (INSERIR REFERÊNCIA). Nestes cruzamentos (*Bos taurus Taurus x Bos taurus indicus*) a heterose para as características produtivas é bem evidente, enquanto cruzamentos entre duas raças zebuínas, ou duas raças taurinas, a mesma não é tão evidente pela proximidade genética entre as raças (Crockett et al., 1978; Koger, 1980).

A complementaridade entre uma raça mais representativa no Brasil, com uma raça de origem taurina, pode ser uma estratégia para atingir mercados exigentes em qualidade diferenciada, pois agrega características de rusticidade e adaptabilidade da primeira raça e maior maciez e deposição de carne. Diante disso, a raça *Rubia Gallega* foi introduzida no rebanho brasileiro para cruzamento com animais da raça *Nelore* a fim de melhorar as características quantitativas e qualitativas da carcaça, intensificando a produção de carne e sua maciez (ALBERTÍ et al., 2005).

Sánchez et al. (2005a) foram os primeiros a publicarem as informações obtidas por meio de experiências realizadas no Brasil, utilizando cruzamentos entre a raça *Rubia Gallega* e

Nelore. Estes autores citaram que tais cruzamentos foram realizados a fim de combinar as qualidades de rusticidade e adaptação a ambientes hostis da raça Nelore, somado a característica de especialidade em produção de carne, pertencente a raça Rubia Gallega. O estudo indicou que o cruzamento entre Rubia Gallega e Nelore, incrementa o crescimento, inclusive superior ao encontrado no cruzamento com outras raças europeias especializadas em produção de carne. No entanto, Sánchez et al. (2005a) mencionaram que apesar dos resultados terem sido positivos, são necessários mais estudos, em diferentes condições de manejo e ambiente (ROMERO, 2016).

A raça Rubia Gallega é conhecida por sua alta taxa de crescimento e baixa deposição de gordura (MONSERRAT & SÁNCHEZ, 2000) produzindo carcaças altamente musculosas que permitem maior rendimento de corte (OLIETE et al., 2006). Contudo, animais pertencente a raça Rubia Gallega podem apresentar mutações no gene da miostatina. Tal mutação resulta na inativação da proteína miostatina e conseqüentemente, promove aumento da massa muscular, proporcionando o fenótipo de dupla musculatura. Esse fenômeno altera o padrão de crescimento e desenvolvimento muscular, resultando em carcaças superiores, devido à maior produção de carne, maior proporção de cortes nobres e melhor maciez (GERRARD et al, 1991; XAVIER, 2014).

Sanchez et al. (2005b) encontraram características superiores de peso vivo e carcaça, 123 kg e 94 kg, respectivamente, em um dos primeiros experimentos no Brasil que relacionavam qualidade de carne e carcaça ao cruzamento Rubia Gallega x Nelore e Nelore, os quais também apresentaram rendimento de carcaça superior em 2,69%, e maior área de olho de lombo com valores de 45 cm<sup>2</sup> superiores aos Nelore. Taveira et al. (2014) ao avaliarem machos Nelore e mestiços de Rubia Gallega x Nelore terminados em confinamento indicaram superioridade no ganho em peso médio diário e peso final médio dos animais mestiços em detrimento aos da raça Nelore, o que repercutiu nos atributos de carcaça, uma

vez que os animais mestiços de Rubia Gallega apresentaram rendimento de carcaça 1,22% superior ao obtido pelos animais Nelore puros.

### ***2.3 Qualidade de Carne***

O conceito de qualidade de carne é muito amplo e pode ser influenciado por diversos fatores que estão inter-relacionados dentro da cadeia de produção da carne, podendo estes ser afetados durante todas as etapas do processo, desde a concepção do animal até o consumo do produto final. Dentre os fatores envolvidos, estão presentes a raça, a condição sexual, a idade e o manejo nutricional (LUCHIARI FILHO, 2000).

A carne é uma importante fonte de proteína consumida mundialmente, com alto valor biológico, mas também com conteúdo elevado de ácidos graxos saturados fazendo com que seja relacionada com doenças cardiovasculares e câncer (WOOD et al., 2003; GIVENS, 2005; PIVARO, 2014). Desta forma, estudos realizados com o intuito de melhorar a composição da carne vermelha e seu perfil de ácidos graxos. É importante salientar que a alta densidade e variedade de nutrientes na carne a torna uma fonte nutricional significativa (CASAGRANDE, 2014). Os valores variam conforme espécie, sexo, idade e principalmente pela dieta oferecida, principalmente na fase de terminação (CASAGRANDE, 2014; PIVARO, 2014).

Para o consumidor, qualidade de carne está diretamente ligada a cor, que é a primeira característica possível de se analisar diante a compra, seguida por quantidade de gordura, maciez, sabor e suculência, também há a avaliação de aspectos sanitário, valor nutricional e bem-estar animal e ética (JOO et al., 2013).

### ***2.4 Óleo de Linhaça***

O óleo de linhaça é extraído a partir das sementes do linho (*Linum usitatissimum L.*), sendo esta utilizada para extração de fibras longas empregadas na fabricação de tecidos. Assim, quando obtido a partir da prensagem a frio sem refinamento, o óleo de linhaça pode ser utilizado na alimentação animal (HENRIQUE & PIVARO, 2012). De acordo com

Galvão (2009), o óleo de linhaça apresenta coloração variando do amarelo-dourado ao âmbar escuro e possui elevada viscosidade quando comparado aos demais óleos vegetais. atribuído ao alto grau de ácidos graxos insaturados.

Este óleo é a principal fonte vegetal de ácidos graxos da família ômega 3, cerca de 50%, além de 16% da família ômega 6 (MARTIN et al., 2006; PIVARO, 2014) sendo o seu uso na dieta de ruminantes uma forma de modificar o perfil de ácidos graxos da carne produzida (ROSA, 2014).

A adição de lipídeos poliinsaturados na dieta permite melhorar o desempenho animal e alterar a composição de ácidos graxos em bovinos de corte (BARTLE et al., 1994). A adição de óleo de linhaça na dieta de bovinos melhorou o desempenho e as características da carcaça (ROSA et al., 2013), e o perfil lipídico da carne (OLIVEIRA et al., 2012), tornando-o um alimento nutritivo e funcional, pois, além de fonte de nutrientes essenciais, auxilia na prevenção de doenças (VANSCHOONBEEK, MAAT e HEEMSKERK, 2003).

O consumo do óleo de linhaça pelos humanos não pode ser exagerado, pois, além do sabor amargo, tem efeito laxativo e é composto por algumas substâncias tóxicas, chamadas de antinutricionais ou alergênicas (HENRIQUE e PIVARO, 2012).

Portanto, além dos benefícios que a adição do óleo de linhaça pode trazer ao desempenho e as características da carcaça dos animais, o consumo de produtos de origem animal tendo incorporado na sua composição as vantagens deste óleo pode ser uma alternativa para evitar os efeitos indesejados ao consumir o óleo *in natura*. Para isso, o uso de óleo de linhaça *in natura* na sua forma protegida pela degradação ruminal têm sido avaliado como ingrediente da dieta de bovinos, tanto para produção de leite, quanto para a produção de carne (SHINGFIELD et al., 2011; BENCHAAAR et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012; ROSA et al., 2013).

A carne de ruminantes tem sido associada ao aumento do risco de doenças cardiovasculares e síndromes metabólicas devido ao seu conteúdo em ácidos graxos



saturados (SFA) causados pela biohidrogenação extensiva de ácidos graxos poliinsaturados da dieta no rúmen (GIVENS, 2005). Contudo, de acordo com Pivaro (2014), a carne é uma fonte importante de nutrientes, incluindo alguns ácidos graxos importantes para a saúde, tais como PUFA n-3 de cadeia longa e isômeros de CLA, particularmente C18:2c9-t11. Entre n-3 PUFA, ácido eicosapentanóico (EPA, C20:5 n-3), ácido docosapentanóico (DPA, C22:5 n-3) e o ácido docosahexanóico (DHA, C22:6n-3) são essenciais para o desenvolvimento celular, da retina e da função cerebral, além da prevenção de doenças crônicas, como cardiovasculares, desordens inflamatórias e cânceres (ANDERSON & MA, 2009). Além disso, há evidência de que C18:2c9-t11 exibe anticorpos anticancerígenos e propriedades anti-teratogênicas (WAHLE et al., 2004). Neste contexto, a inclusão de linhaça na dieta de terminação pode alterar a composição de ácidos graxos (PIVARO, 2014).

Nas últimas décadas, segundo Corredu et al. (2015), muita atenção tem sido direcionada ao conteúdo de ácidos graxos saudáveis, especialmente PUFA pertencentes à família de n-3 (PUFA n-3), tais como ácido linolênico (C18:3 n-3) e ácido linoléico conjugado (CLA). Sendo assim, observa-se crescente interesse em identificar estratégias para aumentar a concentração de ácidos graxos saudáveis na carne de ruminantes em busca de produtos mais saudáveis. Pivaro (2014) verificou que a suplementação com PUFA n-3, por meio da inclusão de óleo de linhaça na dieta, resultou no aumento da proporção de conteúdos de PUFA n- e na diminuição da relação n-6/n-3 nos tecidos adiposos subcutâneos e intramusculares de ovinos, sem comprometer o desempenho e as características de carcaça.

A quantidade e o perfil de lipídios ingeridos por ruminantes também exercem influência sobre a composição em ácidos graxos da carne, uma vez que o excesso de ácidos graxos insaturados na dieta ofertada pode não ser biohidrogenado no rúmen e ser depositado nos tecidos do animal (PIVARO, 2014).

O valor nutricional diz respeito à avaliação dos consumidores sobre a qualidade da carne em termos de benefícios para a saúde (Banović et al., 2009). Na verdade, é

amplamente aceito que o aumento de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) - especialmente de ácidos graxos n-3 de cadeia longa - acompanhado pela diminuição de ácidos graxos saturados (SFA) na composição da carne leva a menor incidência de metabólicos e doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer e obesidade em humanos (EFSA, 2010; FAO, 2010; USDA, 2010). Conseqüentemente, as relações entre PUFA e SFA e entre n-6 e n-3 são consideradas os principais indicadores de risco de doenças coronarianas e são úteis para avaliar o valor nutricional da gordura (Simopoulos, 2008). Muitos fatores influenciam a composição de ácidos graxos (Rhee, 2000; Varela et al., 2004), como a alimentação final. A alimentação final à base de grãos permite a obtenção de carnes com altos teores de gordura intramuscular, ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e ácidos graxos n-6 (Dannenberger et al., 2005; Marino et al., 2006). Em comparação aos sistemas de produção intensiva de carne, a alimentação de bovinos a pasto eleva a concentrações de ácidos graxos n-3 benéficos (French et al., 2000a; Varela et al., 2004; Guerrero et al., 2013). No entanto, a carne derivada de sistemas semi-extensivos, tem baixos níveis de SFA e altas concentrações de ácidos graxos n-3 e ácido linoléico conjugado (French et al., 2000a; Humada et al., 2012).

Com essas informações, que são escassas, abre-se oportunidades para pesquisas sobre novilhas confinadas e alimentadas com óleo de linhaça, afim de esclarecer se esses animais recebendo determinada quantidade de óleo, conseguem depositar os ácidos graxos poliinsaturados de interesse para alimentação humana em seus músculos.

### **3. OBJETIVO**

Comparar o desempenho e características de carcaça, perfil de ácidos graxos sanguíneo e qualidade de carne entre novilhas da raça 1/2 sangue Nelore x Rubia Gallega e Nelore com dois tipos de dietas, com e sem óleo de linhaça.

## **4. HIPÓTESE**

Hipóteses: As novilhas oriundas de cruzamento Rubia Gallega x Nelore, apresentam um melhor desempenho em confinamento e melhores atributos na qualidade da carne em relação as novilhas Nelore;

A utilização do óleo de linhaça na dieta em confinamento melhora o perfil de ácidos graxos da família ômega 3, agregando benefícios da carne para a saúde humana, principalmente para os animais de cruzamento Rubia Gallega x Nelore.

## **5. MATERIAL E MÉTODO**

### ***5.1 Local de Experimento***

Todos os procedimentos utilizados neste estudo foram conduzidos de acordo com as Diretrizes do Comitê de Uso e Cuidado de Animais Institucionais (protocolo #2347140119), sendo estes aprovados pelo comitê da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.

O estudo foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Gado de Corte da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo – FMVZ/USP, em Pirassununga, SP. O município de Pirassununga está situado a 21° 59’ de latitude Sul e 47° 26’ de longitude Oeste e a uma altitude de 634 metros. As análises quantitativas e qualitativas da carne foram realizadas na Faculdade de Zootecnia Engenharia de Alimentos FZEA/USP e na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia FMVZ/USP, Pirassununga – SP.

### ***5.2 Delineamento Experimental***

O experimento teve 116 dias de duração, sendo 20 dias de adaptação. Para maior organização das coletas de dados, o experimento foi dividido em período experimental de 28 dias cada para realização de pesagens, ultrassom e coleta de amostras de dieta.

Os animais foram divididos por grupo genético, sendo um fatorial 2x2 (grupo genético x dieta), cada baia continha 2 animais. Trinta e quatro novilhas ( $340 \pm 70$  kg de peso corporal e 24 meses  $\pm$  16 dias de idade) foram utilizadas em um delineamento em blocos casualizados em arranjo fatorial 2 x 2, contendo dois grupos genéticos, Nelore (NL, n = 18) e cruzados Rubia Gallega x Nelore (RGNL, n = 16) e duas rações experimentais, dieta controle (sem inclusão de óleo de linhaça) ou dieta contendo óleo (inclusão de 2,5% na DM da ração total de óleo de linhaça).

### **5.2 Animais, Dieta e Instalações**

Todos os animais utilizados neste estudo foram criados no mesmo plano nutricional do nascimento até o abate e nasceram de um único rebanho de vacas Nelore, na Prefeitura do Campus de Pirassununga da PUSP-FC da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. Durante a estação de reprodução, as vacas foram mantidas em pastagem de Brachiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) com suplementação mineral (suplemento mineral Reprodução MD, Minerthal, Pirassununga, São Paulo) visando atender às necessidades nutricionais desta categoria animal. Tais matrizes foram inseminadas artificialmente com sêmen de touro Rubia Gallega ou Nelore.

Após o parto (outubro de 2016), os pares de vacas e bezerras foram criados em pastagem de Brachiário e receberam suplementação mineral (suplemento mineral Minerthal 160 MD, Minerthal, Pirassununga, São Paulo, com diluição 1:1 com NaCl, ficando com 80g de fósforo por quilograma de suplemento) *ad libitum* durante o período das águas até o período de desmama realizado em julho de 2017. Durante o período de recria das fêmeas (8 a 24 meses de idade), todos os animais foram mantidos em pastagem de Brachiário e receberam o mesmo suplemento mineral citado anteriormente.

No início do estudo, as novilhas receberam vacina contra clostridiose (Ourovac® POLI BT, Ourofino Saúde Animal, São Paulo, Brasil), vermífugo (Endazol Co 10% , Hipra Saúde

Animal, Rio Grande do Sul, Brasil) e brincos de identificação. No mesmo dia, realizou-se a pesagem das fêmeas em jejum de sólidos e líquidos de 16 horas. Neste estudo, utilizou-se 17 baias (dois animais por baia) parcialmente cobertas, contendo piso de concreto, bebedouro automáticos e cochos de alvenaria.

Os animais selecionados para o tratamento com óleo tiveram uma pré-adaptação ao óleo por 5 dias antes do final da adaptação, posteriormente foi fornecido a dieta de terminação por 96 dias com uma relação de volumoso:concentrado de 30:70 (Tabela 1).

As sobras foram retiradas diariamente, pesadas e amostradas para determinação da matéria seca e composição bromatológica. O ajuste da oferta de alimento foi realizado diariamente com base na avaliação das sobras do dia anterior com uma oferta 5% superior ao consumo observado. A dieta foi formulada de acordo com as exigências informadas no RLM 3.2.

Durante os 116 dias de período experimental, foram coletados os seguintes dados de desempenho: ingestão de matéria seca (IMS, kg), peso vivo médio inicial (PI, kg), peso vivo médio final (PF, kg), ganho de peso médio diário (GMD, kg) e eficiência alimentar (EA).

### ***5.3 Análises Bromatológicas***

Foram coletadas amostras diárias durante o período de coletas dos alimentos fornecidos e das sobras, diretamente do cocho e congeladas -20°C, sendo compostas após o término de cada período experimental em uma única amostra por animal para análise bromatológica. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, para determinação da matéria parcialmente seca e posteriormente moídas em moinho do tipo Willey em peneira de 1 mm. Os teores de matéria seca total (105°C) (AOAC 950.15) matéria mineral (AOAC, 942.05) e extrato etéreo (AOAC 920.39) foram determinados de acordo com as metodologias descritas por AOAC (2012).

O teor de proteína bruta (AOAC, 984.13) foi obtido pela multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25 pelo método de combustão de Dumas, conforme a AOAC (2012). Os

teores de fibra detergente neutro e fibra detergente ácido foram obtidos conforme método descrito por Van Soest et al. (1991). A determinação de FDN e FDA foi de acordo com as adaptações descritas por Mertens et al. (2002), usando  $\alpha$ -amilase e sem adição de sulfito de sódio.

Com base na composição bromatológica dos alimentos e das sobras, foi calculado o consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e extrato etéreo Sniffen et al. (1992).

#### **5.4 Abate, desossa e coleta de amostras**

Ao final do período de confinamento (80 dias), os animais foram abatidos no Abatedouro Escola da Universidade de São Paulo, em Pirassununga/SP. Os procedimentos de abate foram realizados de acordo com o regulamento do Serviço de Inspeção Estadual (SISP). Antes do abate, os animais permaneceram em jejum de sólidos por 16 horas, recebendo apenas dieta hídrica *ad libitum*, foram transportados de acordo com os tratamentos, não ocorrendo mistura de lotes no transporte ou nos currais do abatedouro. Após o abate, foram coletadas amostras de músculo *Longissimus dorsi* e armazenadas em solução de formaldeído 10% para contagem do número de fibras musculares por técnicas histológicas. Após o abate as carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ kg) para cálculo de rendimento de carcaça. Em seguida, as carcaças foram conduzidas à câmara fria, permanecendo a uma temperatura de 0 a 2° C, por 24 horas.

Após a permanência na câmara fria por 24 horas, as carcaças foram novamente pesadas, obtendo o peso de carcaça fria (PCF) e o pH (pH 24 h) foi mensurado. As carcaças foram desossadas e realizadas as avaliações de área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas. Amostras do *Longissimus dorsi* (aproximadamente 100 g) foram coletadas para realização da quantificação química de gordura. Também foram coletados durante a desossa, seis bifes de 2,54 cm do músculo *Longissimus dorsi* entre a 8<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas de cada animal e congelados a - 20°C para análise de cor, perda por cocção,

comprimento de sarcômero, maciez objetiva e maciez subjetiva (sensorial). As amostras foram identificadas e embaladas a vácuo individualmente para posteriores análises. Para as análises de maciez objetiva, as amostras foram maturadas por 0 e 7 dias a 2°C. Para a maciez objetiva, os bifes foram maturados por 7 dias a 2°C em câmara de maturação. As demais amostras foram congeladas a -20°C até o momento das análises.

### **5.5 *Rendimento de carcaça quente***

O rendimento de carcaça quente foi calculado por meio dos dados obtidos por meio da relação entre o peso vivo dos animais e o peso de carcaça quente, em porcentagem. O rendimento da carcaça foi avaliado conforme a equação:

$$RC (\%) = \frac{\text{Peso de carcaça quente (kg)}}{\text{Peso vivo final (kg)}} \times 100$$

### **5.6 *pH e temperatura***

Foram determinados o pH (pH 24h) e a temperatura (T 24h) no músculo *Longissimus dorsi* de cada meia carcaça direita, na altura da 12ª costela, utilizando-se um pHgâmetro digital com sondas de penetração.

### **5.7 *Área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea***

Cada meia-carcaça direita foi cortada entre a 12ª e a 13ª costelas para avaliar a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea (EGS). Para AOL foi utilizada régua quadriculada específica, com escala em cm<sup>2</sup>, pelo método de quadrante de pontos. A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi avaliada utilizando um paquímetro digital 6” (mod. ZAAS Precision, marca Amatools, São Paulo, Brasil).

A referência para avaliar a EGS, em mm, foi em ¾ da distância entre a parte medial da espinha dorsal e a parte lateral da AOL (Figura 1).

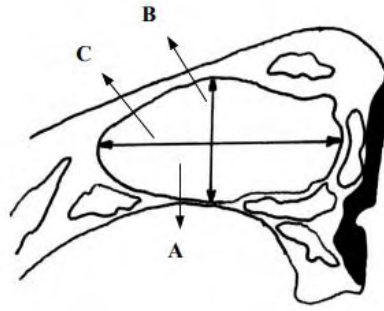


Figura 1: Esquema das mensurações feitas no músculo *Longissimus dorsi*: A) área de olho lombo, B) largura e C) comprimento (OLIVEIRA, 2002)

### 5.8 Cor

A cor foi avaliada na região interna dos cortes, após 30 min de exposição ao oxigênio para que ocorra a oxigenação da mioglobina. A cor do corte foi determinada com o auxílio de um colorímetro portátil (mod. MiniScan EZ, marca Hunter Lab) com fonte de luz D65, ângulo de observação de 10° e abertura da célula de medida de 30 mm, usando-se a escala L\*, a\*, b\* do sistema CIELab, onde o L\* é o croma associado à luminosidade (L\*= 0 preto, 100 branco), a\* é o croma que varia do verde (-) ao vermelho (+); e b\*, que varia do azul (-) ao amarelo (+) (HOUBEN et al., 2000).

### 5.9 Perdas por cocção e maciez objetiva

Cada amostra (*Longissimus dorsi*) foi utilizada para os testes de perdas totais ao cozimento e de maciez, realizados segundo metodologia proposta por Koohmaraie et al. (1994). Inicialmente, os bifes maturados a 0 e 7 dias foram pesados ( $P_i \pm 0,01$  g), com papel alumínio previamente tarado, em uma balança semi-analítica, depois transferidos para bandejas de alumínio e colocados em forno elétrico (mod. Luxo 2.4 Classic, marca Layr) à temperatura de 170°C e a uma distância de aproximadamente 21 cm da resistência superior. A temperatura interna (aproximadamente centro geométrico) dos bifes foi acompanhada com um termômetro digital (modelo Th1200C, marca Haenni) com sonda (fina) metálica de perfuração. Quando essa temperatura alcançou 45°C, os bifes foram virados para que a outra



superfície fosse assada. Os bifes foram retirados do forno quando a temperatura interna alcançou a temperatura de 72°C, e pesados (Pf) na mesma balança com papel alumínio previamente tarado. As perdas totais ao cozimento (PAC) foram determinadas pela diferença de peso antes e depois do cozimento [ $PAC = (P_i - P_f) / P_i$ ], expressa em %.

Após o cozimento, os bifes foram deixados à temperatura ambiente (sala climatizada a 21°C) por 30 minutos, aproximadamente, para resfriarem. Após resfriarem foram embalados em plástico filme e reservados em refrigeradores até o dia seguinte para a etapa de maciez. Posteriormente, foram retirados 6 cilindros de 13 milímetros de diâmetro, aproximadamente, no sentido das fibras de cada bife, com auxílio de um vazador manual. Esses cilindros foram cisalhados com uma sonda Warner Bratzler, a 500 mm/min. Esses testes podem ser realizados com um Texturômetro (mod. TA.XT2i, marca SMS). A força de cisalhamento foi determinada diretamente das curvas de força em função da deformação, como a força máxima, com o emprego do programa “Texture Expert” V. 1.15 (SMS) e calculada com a média de 6 medidas obtidas.

### ***5.10 Comprimento de sarcômero***

O comprimento de sarcômero foi avaliado de acordo com o método descrito por (CROSS; WEST; DUTSON, 1981), em amostras de bifes maturados a 0 e 7 dias. Para análise foram usados seis cilindros para determinação da força de cisalhamento, onde foram selecionadas duas fibras por cilindros e medidos três sarcômeros por fibra, para um total de trinta e seis sarcômeros medidos por amostra. As medidas foram realizadas através do equipamento Helium Neon Laser – Melles Griot – Model 05- LHR-021 (com um comprimento de onda de 632-8nm).

### ***5.11 Análise Sensorial***

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do

Departamento de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, São Paulo, Brasil.

Foram oferecidas quatro amostras para cada provador, nos tempos 0 e 7 dias de maturação. As amostras foram codificadas com número de três dígitos e fornecidas uma de cada vez aos provadores de acordo com o balanceamento das mesmas (FERREIRA et al., 2000). A ordem de apresentação foi balanceada entre os provadores, com o objetivo de minimizar o efeito da ordem de apresentação nos julgamentos dos provadores. Os bifes foram assados usando o procedimento supracitado para as análises de maciez objetiva. Posteriormente, as amostras foram cortadas em cubos de 1 cm<sup>3</sup> e entregues aos degustadores, de forma monádica (1 amostra de cada tratamento/degustadores), em copos plásticos codificados com números de três dígitos. Um copo de água e uma bolacha tipo *cracker* foram disponibilizados aos panelistas, que permaneceram em cabines individuais, com luz vermelha. Foi aplicado um teste sensorial de aceitação do consumidor (n = 100), tanto quantitativo quanto qualitativo, para as características sensoriais de aceitação global, sabor, maciez e suculência. Na análise quantitativa foi utilizada uma escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (nota 1) a “gostei extremamente” (nota – 9). Do mesmo modo, na análise qualitativa, uma escala hedônica de cinco pontos foi acoplada a um teste just-about-right (do inglês, sob medida), variando de “muito fraco, duro ou seco” (nota 1) a “muito forte, macio ou úmido” (nota 5), de acordo com o sabor, maciez e suculência, respectivamente (AMSA, 2015).

### **5.12 Perfil de ácidos graxos sanguíneo**

As coletas de sangue para quantificar as concentrações de ácidos graxos dos animais, foram realizadas através de venopunção de 4 mL de sangue em tubos *vacutainer* com anticoagulantes EDTA. Logo após a coleta, as amostras foram centrifugadas a 2500 rpm por 20 minutos para separação do soro que foi mantido resfriado. Posteriormente, as amostras

foram levadas até o Laboratório de Análises para quantificar as concentrações dos ácidos graxos.

### **5.13 Perfil de ácido graxo da carne**

O perfil de ácidos graxos foi determinado por meio da metodologia de Hartman e Lago (1973). As amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, a extração da gordura foi feita segundo a metodologia de Hara e Radin (1978) e em seguida foram metiladas conforme metodologia descrita por Christie (1982). Para quantificação e determinação dos ácidos graxos foi utilizado um cromatógrafo a gás modelo Focus CG-Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100m de comprimento por 0,25 µm de espessura do filme. Foi utilizado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 1,8 mL/minuto. O programa de temperatura do forno inicial foi de 70°C, com tempo de espera de 4 minutos, 175°C (13°C/minuto), com tempo de espera de 27 minutos, 215°C (4°C/minuto), com tempo de espera de 9 minutos e, em seguida aumentando 7°C/minuto até atingir 230°C, permanecendo por 5 minutos, totalizando 65 minutos. A temperatura do vaporizador foi de 250°C e a do detector de 300°C. Uma alíquota de 1µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga. Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos e as porcentagens dos ácidos graxos foram obtidas por meio do software Chromquest 4.1 (Thermo Electron, Italy) e os resultados foram expressos em percentual de área.

## **6. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Todas as variáveis foram analisadas pelo método “Restricted maximum likelihood” ANOVA para um delineamento experimental inteiramente casualizados usando o

procedimento MIXED do SAS (version 9.4, 2015, SAS Institute). Previamente à ANOVA, todos os dados foram testados para normalidade dos resíduos pelo teste Shapiro-Wilk usando o procedimento UNIVARIATE do SAS e informações com resíduos estudentizados maiores que +3 ou menores que -3 foram considerados “outliers” e excluídos das análises. Previamente à análise estatística, os dados foram calculados para cada baia (média dos 2 animais dentro de cada baia).

O modelo estatístico incluiu os efeitos fixo de tratamento quando não foi envolvido análise de medidas repetidas no tempo. Para os dados de medidas repetidas no tempo os efeitos fixos envolvidos foram: tratamento, tempo e interação de tratamento x tempo. A baia aninhada dentro do tratamento foi considerada como efeito aleatório. O peso corporal antes da aplicação dos tratamentos foi testado como covariável em todos os modelos estatísticos. A estrutura de covariância apropriada foi escolhida para medidas dentro das baias aninhadas dentro dos tratamentos para todos os modelos usando o menor valor pelo critério Schwarz Bayesian. Os painelistas foram incluídos como um efeito aleatório no modelo de análise dos dados do teste sensorial de aceitação do consumidor.

A correção de Kenward-Roger foi aplicada para os graus de liberdade do denominados para obter erro padrões e teste F's apropriados para cada modelo. Comparação por pares foi acessada para cada tempo usando o efeito “slice” para comparação múltipla com o ajuste de Tukey-Kramer. A significância foi declarada com  $P < 0.05$ .

## **7. RESULTADOS**

### ***7.1 Desempenho e características de carcaça***

Houve diferença estatística para peso inicial ( $P=0.0001$ ), peso final ( $P=0.0001$ ), GPD kg/dia ( $P<0.009$ ) e IMS kg/dia ( $P=0.002$ ) para raça, sendo os animais do grupo genético Rubia Gallega x Nelore com os maiores valores, eram 36,5 kg mais pesados que as novilhas Nelore, contudo os dois grupos genéticos foram criados desde a estação de monta das mães

até o desmame sob o mesmo sistema de criação e no mesmo local, minimizando os efeitos de manejo e ambiente sob o ganho de peso dos animais até a entrada no confinamento, evidenciando que os animais cruzados, em questão de desempenho, foram superiores. Não houve diferença para os dados de IMS % peso vivo ( $P < 0.995$ ) e EA kg/kg ( $P < 0.324$ ) (Tabela 2). Para características de carcaça houve diferença para PQC ( $P = 0.0001$ ), AOL ( $P = 0.0001$ ) e EGS ( $P = 0.007$ ) (Tabela 3). Não houve interação entre raça e dieta para dados de desempenho e características de carcaça ( $P > 0.05$ ).

## **7.2 Perfil de ácidos graxos sanguíneo e do músculo *Longissimus dorsi***

Não houve interação entre o efeito de grupo genético e dieta em relação aos dados de perfil de ácidos graxos sanguíneo e no músculo LD (Tabela 6 e 7). Houve diferença entre os grupos genéticos (Nelore ou cruzados Rubia Gallega x Nelore), amostras de sangue de novilhas NL apresentaram maiores valores para os ácidos graxos mirístico ( $P = 0.002$ ), palmitoleico ( $P = 0.030$ ) e oleico ( $P = 0.032$ ) quando comparado com amostras de sangue de novilhas RGNL. Houve diferença entre as dietas, dieta com óleo de linhaça teve maiores valores para os ácidos graxos esteárico ( $P = 0.009$ ),  $\alpha$ -linolenico ( $P = 0.0001$ ), eicosapentaenoico ( $P = 0.0001$ ) e PUFA ( $P = 0.048$ ) quando comparados com a dieta controle. Para os ácidos dihomo-gama linoleico ( $P = 0.0003$ ), araquidônico ( $P = 0.006$ ),  $\gamma$ -linoleico ( $P = 0.0001$ ), relação  $\Omega$ -6/ $\Omega$ -3 ( $P = 0.0001$ ), arachidônico/eicosapentaenoico ( $P = 0.0001$ ) dieta controle teve maiores valores quando comparados com a dieta com óleo de linhaça (Tabela 6).

Houve diferença entre os grupos genéticos (Nelore ou cruzados Rubia Gallega x Nelore), amostras de *Longissimus dorsi* de novilhas NL apresentaram maiores valores para os ácidos C10:0 ( $P = 0.030$ ), C11:0 ( $P = 0.009$ ), C12:0 ( $P = 0.001$ ), C14:0 iso ( $P = 0.017$ ), C14:0 ( $P = 0.0001$ ), C15:0 iso ( $P = 0.008$ ), C14:1 c9 ( $P = 0.0001$ ), C15:0 ( $P = 0.002$ ), C16:0 ( $P = 0.010$ ), C17:0 iso ( $P = 0.048$ ), SFA ( $P = 0.024$ ) quando comparado com amostras de *Longissimus dorsi* de novilhas RGNL. Os ácidos C18:1 c11 ( $P = 0.010$ ), C18:2 c9t12 ( $P = 0.009$ ) e C22:5 ( $P = 0.048$ )

apresentaram os maiores valores nas amostras de *Longissimus dorsi* de novilhas RGNL quando comparado com amostras de *Longissimus dorsi* de novilhas de NL.

Houve diferença de dieta nas amostras de *Longissimus dorsi*, novilhas alimentados com a dieta controle apresentaram maiores valores para os seguintes ácidos C16:1 c9 (P=0.042), C18:3 n6 (P=0.012), C20:3 n6 (P=0.002), C20:5 n3 (P=0.039) quando comparados com amostras de *Longissimus dorsi* de novilhas alimentados com dieta com óleo de linhaça. As novilhas alimentados com a dieta com óleo de linhaça apresentaram maiores valores para os ácidos C18:1 trans (P=0.038), C18:1 c12 (P=0.0001), C18:1 c16 (P=0.0001), C18:1 c15 (P=0.0001) e C18:3 n3 (P=0.0001) em suas amostras de *Longissimus dorsi* quando comparados com amostras de *Longissimus dorsi* de animais alimentados com dieta com controle. Não houve diferença para os dados de saúde humana e qualidade nutricional, IS, IT e IA (P>0.05) (Tabela 7).

## **8. DISCUSSÃO**

As novilhas NLRG consumiram 0,235 kg/dia a mais e ganharam 1,2 kg/dia do que as Nelore, o resultado obtido corrobora com Taveira et al. (2014), que analisando machos Nelore e mestiços de Rubia Gallega x Nelore, encontraram maior ganho de peso médio diário e peso final médio dos animais mestiços quando comparados aos Nelore puro, evidenciando a superioridade do genótipo Rubia Gallega como fator de melhora dos aspectos produtivos ligados ao ganho de peso.

Os animais do grupo genético Rubia Gallega x Nelore eram 36,5 kg mais pesados que as novilhas Nelore no início do confinamento, contudo os dois grupos genéticos foram criados desde a estação de monta das mães até o desmame sob o mesmo sistema de criação e no mesmo local, minimizando os efeitos de manejo e ambiente sob o ganho de peso dos animais até a entrada no confinamento, evidenciando que os animais cruzados, em questão de desempenho, são superiores independentes de tratamento.

A adição de óleo de linhaça nas dietas das novilhas confinadas não alterou o desempenho dos animais, corroborando com os resultados obtidos por González et al. (2014), que concluíram que óleo de linhaça, óleo de girassol e óleo de soja, não afetou o desempenho dos animais ou nenhuma das características de carcaça medidas. Griswold et al. (2003) também observaram que a adição de 4 ou 8% de óleo de soja na dieta de novilhos em terminação não tem efeito sobre o CMS, GPD ou EA.

As novilhas NLRG, tiveram a carcaça mais pesada e maior AOL, esses resultados se devem pelo fato de que animais cruzados com a raça Rubia Gallega possuem o fenótipo de dupla musculatura (DM), devido a mutações no gene da miostatina. A miostatina é uma proteína que regula a miogênese e, quando ausente ou reduzida, por exemplo, no caso de mutação genética, pode causar uma alteração na multiplicação celular (MATSAKAS & PATEL, 2009, LANGLEY et al., 2002; LEE et al., 2009). Carcaças com fenótipo hipertrófico de musculatura dupla são superiores devido à maior produção de carne, maior proporção de cortes nobres e maior grau de maciez (GERRARD et al, 1991; XAVIER, 2014).

O grupo genético Nelore x Rubia Gallega teve uma menor força de cisalhamento, 1,2 kg a menos que o grupo Nelore. O menor valor de FC pode ser devido a presença da musculatura dupla. De acordo com Boccard (1982), a carne de animais DM é relativamente mais macia do que animais comumente utilizados para produção de corte, devido ao menor teor de colagênio (tecido conjuntivo). Alterações no tecido conjuntivo na carne de animais de crescimento rápido podem, em parte, derivar de uma pequena diminuição global da percentagem de colagênio total, mais provável que a grande quantidade de colagênio recentemente sintetizado e pouco reticulado, que representa a sua fração solúvel, esteja a diluir as fibras mais antigas (ETHERINGTON, 1987). Contudo, de acordo com Coró, Youssef e Shimokomaki (1999), os animais *Bos taurus indicus*, além de possuírem fibras musculares maiores, possuem reticulações mais evidentes do que a carne dos animais de origem europeia, comprometendo a maciez. Todos esses fatores podem contribuir para o valor de FC relatado neste estudo.

Os resultados obtidos a partir do painel sensorial, maciez, suculência e aceitabilidade geral foram influenciadas pelo grupo genético, sendo NLRG, o melhor avaliado. Segundo Font-i-Furnols & Guerrero (2014), em relação à qualidade alimentar, maciez e suculência são os atributos mais influentes nas preferências do consumidor. Maciez e suculência, podem ter sido afetados pelo gene da DP presente na carne dos animais cruzados com Rubia Gallega (GERRARD et al, 1991; XAVIER, 2014).

Foi observada maior concentração de C18:1 (ácido oleico) ( $P=0.038$ ) em animais suplementados com óleo. O ácido oleico aumenta a concentração de colesterol-HDL e diminui o colesterol-LDL no sangue de humanos (KATAN et al., 1994). Kwiterovich (1997) demonstrou que existe uma forte relação entre o nível de colesterol-LDL com doenças cardiovasculares em humanos e o colesterol-HDL possui uma relação inversa ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. No entanto, a produção de carne com elevado teor de ácido oleico poderia resultar em um impacto positivo na saúde humana.

O C18:3 n3 apresentou maiores concentrações nas carnes de animais alimentados com linhaça ( $P<0.0001$ ), em comparação com os demais tratamentos (Tabela 7), devido ao óleo de linhaça ser rico em C18:3 n3. Este é um resultado desejável, pois um dos objetivos da alimentação dos animais com o óleo de linhaça foi para incorporar ácidos graxos das séries n3 na carne devido os benefícios favoráveis destes ácidos graxos na saúde humana. O mesmo foi observado por Noci et al. (2007) na carne de bovinos que receberam óleo de girassol e linhaça e González et al. (2014) em bovinos que foram suplementados com os óleos de soja, girassol e linhaça.

Embora dos dados de saúde humana e qualidade nutricional não sofrerem efeito da dieta, as concentrações de n3 ( $P=0.012$ ) e n6 ( $P=<0.0001$ ) e a relação de n6/n3 ( $P=<0.0001$ ), tiveram efeito da alimentação com óleo de linhaça, tanto na carne como no sangue ( $P=<0.0001$ ). Os resultados da relação de n6/n3 no músculo LD de novilhas alimentadas com óleo de linhaça, estão na faixa de 0.8 a 2.2, relação benéfica para alimentação humana. Em



conjunto, animais RGNL tiveram menor concentração de SFA ( $P=0.024$ ), resultados semelhantes foram encontrados por Rodríguez-Vázquez et al. 2020, esses resultados podem estar relacionados a um maior acúmulo de PUFA, que foi relatado como tendo efeitos inibitórios na síntese de ácidos graxos endógenos no músculo (WATERS et al., 2009).

Quantidades elevadas de n6 e alta relação de n6:n3 são observadas atualmente nas dietas ocidentais e tem-se sugerido que este “desbalanço” poderia favorecer o aumento das doenças cardiovasculares, autoimunes e câncer (WILLIAMS, 2000; SIMOPOULOS, 2002 e 2006). Com esses resultados podemos afirmar que a adição de 2,5% de óleo de linhaça na dieta de novilhas, faz com que os PUFAs mesmo passando pelo rúmen e sendo passível de biohidrogenação conseguem ser incrementados na carne e equilibrando a relação n6/n3 trazendo benefícios a saúde humana. Os AGs essenciais incluem as famílias n3 e n6, que não são sintetizadas biologicamente por humanos, mas são necessárias para processos biológicos e, portanto, devem ser consumidas na dieta humana.

Assim, apesar dos altos níveis de biohidrogenação ruminal de PUFAs alimentares, a nutrição ainda é a principal rota para aumentar o teor de ácidos graxos benéficos para carne vermelha (Scollan et al., 2014), e a suplementação com óleo de linhaça é uma alternativa para isso.

## **9. CONCLUSÃO**

A utilização do óleo de linhaça como fonte de ômega 3 na alimentação de novilhas confinadas favorece uma carne de perfil de ácido graxo benéfico para saúde humana.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSA (2005). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of fresh meat (2nd ed.). Champaign, Illinois USA: American Meat Science Association 205.
- AOAC (2012). Official methods of analysis of AOAC international. Association of Official Analysis Chemists International.
- Banovic, M.; Grunet, K. G.; Barreira, M. M.; Fontes, M. A. Beef quality perception at the point of purchase: A study from Portugal. *Food Quality and Preference*, v. 20, 335–342, 2009. doi:10.1016/j.foodqual.2009.02.009.
- Boccard, R. Relationship between muscle hypertrophy and the composition of skeletal muscle. *Curr. Top. Vet. Med. Animal Science*, v. 16, p. 148, 1982.
- Brandt, R. T. (1995). Use of supplemental fat to optimize net energy intake by feedlot cattle. In *Proceedings of the symposium: Intake by feedlot cattle* (pp. 303–311). Oklahoma State University
- Burr, G. O.; Burr, M. M. On the nature and role of the fatty acids essential in nutrition. *Journal of Biological Chemistry*, v. 86, p. 587–621, 1930.
- Cattalam, J.; Menezes, L.F.G.; Ferreira, J.J. et al. Carcass physical composition and meat quality of steers and cows from different genetic groups submitted to different feeding frequencies. *Brazilian Animal Science*, v.10, n.3, p.764-775, 2009. doi:10.5216/cab.v10i3.3450
- EFSA. Annual Report 2010.
- FAO. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 2010.
- Font-i-Furnols M, Guerrero L, 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Sci* 98: 361-371. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>

- Fox, D., Sniffen, C., O'Connor, J., Russell, J., Van Soest, P., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.* 70, 3578–3596. <https://doi.org/10.2527/1992.70113578x>.
- Gerrard, D.E., K.H. Thrasher, A.L. Grant, R.P. Lemenager, M.D. Judge. Serum-induced myoblast proliferation and gene expression during development of double muscled and normal cattle. *Journal of Animal Science.* v. 69, p. 317, 1991.
- Gillis M.H, Duckett S.K, Sackmann J.R, Realini C.E, Keisler D.H, Pringle T.D. Effects of supplemental rumen-protected conjugated linoleic acid or linoleic acid on feedlot performance, carcass quality, and leptin concentrations in beef cattle. *J Anim Sci.* 851-9. 2004. DOI: 10.2527/2004.823851x.
- Guadarrama-López, A.L.; Valdés-Ramos, R.; Martínez-Carrillo, B.E. Type 2 diabetes, PUFAs, and vitamin D: Their relation to inflammation. *J. Immunol. Res.* 2014, 2014. [doi.org/10.1155/2014/860703](https://doi.org/10.1155/2014/860703)
- González, L.; Moreno, T.; Bispo, E.; Dugan, M. E. R.; Franco, D. Effect of supplementing different oils: linseed, sunflower and soybean, on animal performance, carcass characteristics, meat quality and fatty acid profile of veal from “Rubia Gallega” calves. *Meat Science*, v. 96, n. 2 Pt A, p. 829–36, fev. 2014.
- Hartman, L. (1973). Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practices*, 22, 475– 476. <https://ci.nii.ac.jp/naid/10030922945/>.
- Hausen, H. zur.; Bund, T.; de Villiers, E.-M. Agentes infecciosos em carne vermelha bovina e leite e seu papel potencial no câncer e outras doenças crônicas. *Tópicos atuais em microbiologia e imunologia*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2017), pp. 1 - 34, [10.1007/82\\_2017\\_3](https://doi.org/10.1007/82_2017_3)
- Hedrick, H.B., Thompson, G.B., Krause, G.F. Comparison of feedlot performance and carcass characteristics of half-sib bulls, steers and heifers. *J. Anim. Sci.*, 29 (1969), pp. 687-694  
[DOI: 10.2527/jas1969.295687x](https://doi.org/10.2527/jas1969.295687x)

- Kitessa, S.M.; Williams, A.; Gulati, S.; Boghossian, V.; Reynolds, J.; Pearce, K.L. Influence of duration of supplementation with ruminally protected linseed oil on the fatty acid composition of feedlot lambs. *Animal Feed Science and Technology*, v.151, n.3-4, p.228-239, 2009.
- Ludden, P.A.; Kucuk, O.; Rule, D.C.; Hess, B.H. Growth and carcass fatty acid composition of beef steers fed soybean oil for increasing duration before slaughter. *Meat Science*, v.82, n.2, p.185-192, 2009.
- Mertens, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- Monserrat, L.; Sánchez, L. Sistemas de producción de carne em pastoreo con Rubia Gallega. *Bovis*, v. 92, p.23-34, 2000
- Moreira, P.S.A., El Farra, A., Guimarães, L.V.G., Lorenço, F.J., Polizel Neto, A., Palhari, C. and Berber, R.C.A. 2019. Performance and carcass traits of heifers Rubia Gallega x Nellore supplemented with chromium picolinate. *Comunicata Scientiae*. 10, 2 (Sep. 2019), 278-285. DOI:10.14295/cs.v10i2.2828.
- Mozaffarian D, Wu JH. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *J Am Coll Cardiol*. 2011 Nov 8;58(20):2047-67. doi: 10.1016/j.jacc.2011.06.063. PMID: 22051327.
- Noci, F.; French, P.; Monahan, F. J.; Moloney, A. P. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of grazing heifers supplemented with plant oil-enriched concentrates. *Journal of Animal Science*, v. 85, n. 4, p. 1062–73, 2007.
- Oliveira, E.A.; Sampaio, A.A.M.; Henrique, W.; Pivaro, T.M.; Rosa, B.L.; Fernandes, A.R.M.; Andrade, A.T. Quality traits and lipid composition of meat from Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation. *Meat Science*, v.90, n.1, p. 28-35, 2012. [DOI:10.1016/j.meatsci.2011.05.024](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.05.024)

- Oliveira, R. L., Palmieri, A. D., Carvalho, S. T., Leão, A. G., Abreu, C. L., Ribeiro, C. V. D. M., Bezerra, L. R. (2015). Commercial cuts and chemical and sensory attributes of meat from crossbred Boer goats fed sunflower cake-based diets. *Animal Science Journal*, 86(5), 557– 562. DOI: [10.1111/asj.12325](https://doi.org/10.1111/asj.12325).
- Owens, F.N.; Gardner, B.A. 2000. A review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* v.77. p.1-18. DOI: [10.2527/jas2000.00218812007700ES0034x](https://doi.org/10.2527/jas2000.00218812007700ES0034x)
- Pivaro, T.M. Óleo de linhaça na terminação de novilhos nelore: qualidade da carne. 2014. 87 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.
- Reis, L.G.; Silva, T.H.; Ravagnani, G.M.; Martinez, C.H.G.; Salles, M.S.V.; Andrade, A.F.C.; Cônsolo, N.R.B.; Martins, S.M.M.K.; de Oliveira Bussiman, F.; Oliveira, M.X.S.; Lanna, D.P.D.; Saran Netto, A. Maternal Supplementation with Cow's Milk Naturally Enriched with PUFA Alters the Metabolism of Sows and the Fatty Acid Profile of the Offspring. *Nutrients* **2021**, *13*, 1942. DOI:[10.3390/nu13061942](https://doi.org/10.3390/nu13061942).
- Ribeiro R, Oliveira R, Macome F, et al. Meat Quality of Lambs Fed on Palm Kernel Meal, a By-product of Biodiesel Production *Anim Biosci* 2011;24(10):1399-1406. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11110>
- Rosa, B.L.; Sampaio, A.A.M.; Henrique, W.; Oliveira, E.A.; Pivaro, T.M.; Andrade, A.T.; Fernandes, A.R.M. Performance and carcass characteristics of Nellore young bulls fed different sources of oils, protected or not from rumen degradation. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.42, n.2, p.109-116, 2013. DOI:[10.1590/S1516-35982013000200005](https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000200005)
- Sanchez, L.; Becerra, J.J.; Iglesias, A. et al. Valoración del crecimiento em animales cruzados de Rubia Gallega com Nellore. *Archivos de Zootecnia* v.54, p.497- 500, 2005a.

- Serhan, C.N.; Chiang, N.; Van Dyke, T.E. Resolving inflammation: Dual anti-inflammatory and pro-resolution lipid mediators. *Nat. Rev. Immunol.* 2008, 8, 349–361. <https://doi.org/10.1038/nri2294>
- Simopoulos, A. P. . The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, Volume 56, Issue 8,2002,Pages 365-379,ISSN 0753-332. DOI: [10.1016/S0753-3322\(02\)00253-6](https://doi.org/10.1016/S0753-3322(02)00253-6).
- Simopoulos, A. P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*. Volume: 233 issue: 6, page(s): 674-688, 2008.
- Taveira, R.Z.; Silveira Neto, O.J.; AMARAL, A.G. et al. Comparação de desempenho de bovinos Nellore e mestiços Nellore-Rubia Gallega em sistema de confinamento. *PUBVET*, v.8, p.243-255, 2014.
- Ulbricht TL, Southgate DA. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*. 1991 Oct 19;338(8773):985-92. doi: [10.1016/0140-6736\(91\)91846-m](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-m).
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74 (10), 3583– 3597 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vanschoobeek, K.; Maat, M.P.; Heemskerk, J.W.M. Fish oil consumption and reduction of arterial disease. *Journal of Nutrition*, v.133, n.3, p.657-660, 2003. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.0000137119.28893.0b>
- Wood, J. D.; Richardson, R. I.; Nute, G. R.; Fisher, A. V.; Campo, M. M.; Kasapidou, E.; Sheard, P. R.; Enser, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, v.66, n.1, p.21-32, 2003.DOI: [10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6).
- ZHANG, S. et al. DNA polymorphisms in bovine fatty acid synthase are associated with beef fatty acid composition 1. *Animal genetics*, v. 39, n. 1, p. 62–70, 2008

**Tabela 1** - Ingredientes e composição química de dietas para novilhas Nelore e mestiças Rubia Gallega x Nelore alimentadas com óleo de linhaça ou controle.

Ingredientes, % MS	Dietas	
	Controle	Óleo de Linhaça
Silagem de milho	30	30
Milho moído	60.43	59.63
Farelo de soja	6.75	4.7
Mineral premix <sup>1</sup>	0.625	0.625
Ureia	0.75	1.15
Calcário Calcítico	0.95	0.9
Cloreto de sódio	0.5	0.5
Óleo de linhaça	0	2.5
Composição Química, % MS		
Matéria Seca	61.74	62.05
Proteína Bruta	14.31	13.63
Extrato Etéreo	6.12	10.28
Fibra em Detergente Neutro	28.53	27.22
Fibra em Detergente Ácido	14.36	16.62
Ácidos graxos, %		
14:00	0.02	0.01
16:00	17.25	13.35
18:00	2.03	3.19
9c-18:1	27.14	26.05
18:2 n6	48.55	34.62
18:3 n3	1.80	19.69

<sup>1</sup>Composição por quilograma de produto: cálcio (g) 218; cobalto (mg) 148; cobre (mg) 2.664; enxofre (g) 64; flúor (mg) 1.600; fósforo (g) 160; iodo (mg) 141; manganês (mg) 2.220; selênio (mg) 37; zinco (mg) 7.992; monensina sódica (mg) 4.000.

**Tabela 2** - Efeito da dieta em novilhas Nelore e cruzadas Rubia Gallega x Nelore alimentadas com ou sem óleo de linhaça em confinamento.

Itens	Nelore		Rubia Gallega x Nelore			<i>P-value</i>		
	Controle	Óleo Linhaça <sup>1</sup>	Controle	Óleo linhaça	SEM	GG <sup>2</sup>	Dieta	GG*Dieta
Número de animais	10	8	8	8	----	----	----	----
Peso inicial, kg	304B	309B	346A	340A	7.92	<0.0001	0.949	0.499
Peso final, kg	415B	431B	485A	480A	10.64	<0.0001	0.581	0.342
GPD <sup>3</sup> , kg/dia	1.09B	1.10B	1.32A	1.34A	0.08	0.009	0.760	0.827
CMS <sup>4</sup> , kg/dia	8.55B	8.00B	9.55A	9.40A	0.28	0.002	0.227	0.480
CMS, % de peso vivo	2.07	1.86	1.97	1.96	0.06	0.995	0.060	0.103
EA <sup>5</sup> , (GPD/IMS)	0.13	0.14	0.14	0.14	0.01	0.324	0.324	0.833

<sup>1</sup>Inclusão de 2,5% na matéria seca da dieta total; <sup>2</sup>GG: Grupo genético; <sup>3</sup>GPD: Ganho de peso diário; <sup>4</sup>CMS: Consumo de matéria seca;

<sup>5</sup>EA: Eficiência alimentar.

Letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para dieta.

Letras maiúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para raça.

**Tabela 3** – Características de carcaça de novilhas Nelore e cruzadas Rubia Gallega x Nelore alimentadas com ou sem óleo de linhaça em confinamento.

Itens	Nelore		Rubia Gallega x Nelore		SEM	<i>P-value</i>		
	Controle	Óleo Linhaça <sup>1</sup>	Controle	Óleo Linhaça		GG <sup>2</sup>	Dieta	GG*Dieta
Idade ao abate, dias	746	743	728	728	8.85	0.074	0.824	0.844
PCQ <sup>3</sup> , kg	239.84B	238.34B	277.87A	270.87A	5.87	<0.0001	0.475	0.643
pH 0	6.54	6.69	6.50	6.60	0.07	0.335	0.090	0.698
pH 24h	5.39	5.51	5.41	5.38	0.09	0.502	0.668	0.382
Rendimento, %	58.33	55.50	57.38	56.60	1.95	0.971	0.362	0.601
AOL <sup>4</sup> , cm2	60.67B	61.87B	84.25A	81.30A	2.21	<0.0001	0.697	0.354
EGS <sup>5</sup> , mm	7.47A	6.35A	3.94B	4.8B	0.88	0.007	0.881	0.269

<sup>1</sup>Inclusão de 2,5% na matéria seca da dieta total; <sup>2</sup>GG: Grupo genético; <sup>3</sup>PCQ: Peso de carcaça quente; <sup>4</sup>AOL:

Área de olho de lombo; <sup>5</sup>EGS: Espessura de gordura subcutânea.

Letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para dieta.

Letras maiúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para raça.



**Tabela 4** – Qualidade de carne de novilhas Nelore e cruzadas Rubia Gallega x Nelore alimentadas com ou sem óleo de linhaça em confinamento.

Itens	Nelore		Rubia Gallega x Nelore		SEM	<i>P-value</i>		
	Controle	Óleo Linhaça <sup>1</sup>	Controle	Óleo Linhaça		GG <sup>2</sup>	Dieta	GG*Dieta
Número de animais	10	8	8	8	----	----	----	----
L	42.6	42.34	43.34	43.11	0.52	0.152	0.639	0.990
A	18.12	18.04	18.56	17.88	0.43	0.749	0.385	0.487
B	15.46	15.58	15.94	15.46	0.25	0.513	0.497	0.268
pH	5.62	5.62	5.69	5.66	0.03	0.096	0.642	0.545
FC <sup>3</sup> , kg	5.20A	5.51A	4.16B	4.57B	0.30	0.002	0.238	0.878
Perda por cocção, %	28,30	30,11	25,47	28,37	0.22	0.070	0.497	0.668
CS <sup>4</sup> , cm	8.23	8.37	8.25	8.34	0.19	0.967	0.531	0.898

<sup>1</sup>Inclusão de 2,5% na matéria seca da dieta total; <sup>2</sup>GG: Grupo genético; <sup>3</sup>FC: Força de cisalhamento (Warner–Bratzler); <sup>4</sup>CS: Comprimento de sarcômero.

Letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para dieta.

Letras maiúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para raça.

**Tabela 5** - Análise sensorial do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas Nelore e cruzadas Rubia Gallega x Nelore alimentadas com ou sem óleo de linhaça em confinamento.

Itens <sup>1</sup>	Nelore		Rubia Gallega x Nelore		SEM	<i>P-value</i>		
	Controle	Óleo Linhaça <sup>2</sup>	Controle	Óleo Linhaça		GG <sup>3</sup>	Dieta	GGxDieta
Número de amostras	120	120	120	120				
Aroma	6.3	6.3	6.3	6.4	0.135	0.989	0.721	0.812
Maciez	6.5Ba	6.2Bb	7.3Aa	6.6Ab	0.159	<0.0001	0.007	0.238
Sabor	6.7	6.5	6.9	6.8	0.137	0.091	0.341	0.727
Suculência	6.3B	6.2B	6.8A	6.5A	0.146	0.001	0.259	0.599
Aceitabilidade Geral	6.5B	6.4B	6.9A	6.6A	0.137	0.015	0.156	0.433

<sup>1</sup>Pontuações sensoriais do teste descritivo (9: gostei muito; 1: não gostei); <sup>2</sup> Inclusão de 2,5% na matéria seca da dieta total;

<sup>3</sup>GG: Grupo genético

Letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para dieta.

Letras maiúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para raça.

**Tabela 6** - Composição de ácidos graxos não esterificado do sangue de novilhas Nelore e cruzadas Rubia Gallega x Nelore alimentadas com ou sem óleo de linhaça em confinamento.

Itens	Nelore		Rubia Gallega x Nelore		SEM	<i>P-value</i>		
	Controle	Óleo linhaça <sup>1</sup>	Controle	Óleo Linhaça		GG <sup>2</sup>	Dieta	GG*Dieta
Número de amostras de sangue, µm	8	8	6	8	----	----	----	----
Mirístico	10.91A	10.88A	7.15B	7.69B	0.80	0.0002	0.755	0.728
Palmitico	172.08	165.06	148.23	171.03	10.11	0.296	0.355	0.088
Estearico	339.9b	363.95a	305.93b	385.33a	18.07	0.731	0.009	0.140
Elaidico	2.23	1.09	1.40	1.30	0.30	0.322	0.052	0.099
Palmitoleico	8.84A	6.47A	5.93B	6.17B	0.70	0.030	0.137	0.072
Oleico	147.19A	131.31A	106.53B	125.86B	10.11	0.032	0.866	0.095
Linoleico	921.27	939.46	745.57	914.04	59.33	0.104	0.130	0.219
Dihomo-gamalinoleico	72.03a	32.85b	52.77a	37.68b	6.42	0.272	0.0003	0.072
Araquidônico	58.53a	43.29b	59.23a	46.7b	4.64	0.661	0.006	0.773
γ-linoleico	17.89a	9.64b	18.05a	11.17b	1.42	0.556	<0.0001	0.635
α-linolenico	31.12b	186.06a	20.28b	177.01a	7.99	0.180	<0.0001	0.903
Eicosapentaenoico	5.99b	14.19a	5.47b	16.53a	1.19	0.449	<0.0001	0.239
Docosahexaenoico	8.68	7.72	5.62	6.87	1.00	0.060	0.878	0.277
n6/n3	26.91a	4.93b	28.57a	5.05b	1.13	0.439	<0.0001	0.505
Arachidônico/eicosapentaenoico	11.51a	3.07b	11.18a	2.87b	0.70	0.708	<0.0001	0.928
SFA <sup>3</sup>	571.21	461.32	461.32	564.04	31.77	0.186	0.268	0.466
MUFA <sup>4</sup>	158.01A	138.86A	113.87B	133.34B	10.57	0.030	0.988	0.087
PUFA <sup>5</sup>	1186.61b	1232.49a	906.98b	1209.34a	83.38	0.082	0.048	0.137

<sup>1</sup>Inclusão de 2,5% na matéria seca da dieta total; <sup>2</sup>GG: Grupo genético; <sup>3</sup>SFA: saturated fatty acids; <sup>4</sup>MUFA: monounsaturated fatty acid; <sup>5</sup>PUFA: polyunsaturated fatty acids.

Letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para dieta.

Letras maiúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para raça.

**Tabela 7** - Composição de ácidos graxos (% do total de ácidos graxos) no músculo *Longissimus dorsi* de novilhas Nelore e cruzadas Rubia Gallega x Nelore alimentadas com ou sem óleo de linhaça em confinamento.

Itens	Nelore		Rubia Gallega x Nelore		SEM	<i>P-value</i>		
	Controle	Óleo Linhaça <sup>1</sup>	Controle	Óleo Linhaça		GG <sup>2</sup>	Dieta	GG*Dieta
Número de amostras, %	10	8	8	8	---	---	---	---
C10:0	0.078A	0.077A	0.057B	0.070B	0.069	0.030	0.349	0.269
C10:1	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.483	0.769	0.907
C11:0	0.002A	0.002A	0.001B	0.001B	0.002	0.009	0.611	0.611
C12:0	0.076A	0.086A	0.058B	0.065B	0.005	0.001	0.117	0.850
C12:1	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.398	0.575	0.849
C13:0	0.006	0.006	0.004	0.006	0.001	0.193	0.163	0.245
C14:0 iso	0.040A	0.039A	0.029B	0.034B	0.003	0.017	0.652	0.332
C14:0	3.59A	3.57A	2.77B	2.96B	0.156	<0.0001	0.564	0.505
C15:0 iso	0.143A	0.136A	0.102B	0.116B	0.011	0.008	0.775	0.345
C15:0 ante iso	0.135	0.134	0.109	0.124	0.011	0.120	0.556	0.498
C14:1c9	0.982A	1.097A	0.741B	0.788B	0.064	<0.0001	0.218	0.605
C15:0	0.360A	0.367A	0.281B	0.309B	0.021	0.002	0.417	0.618
C16:0 iso	0.136	0.130	0.116	0.120	0.011	0.162	0.911	0.611
C16:0	26.06A	25.21A	24.68B	24.62B	0.361	0.010	0.216	0.292
C17:0 iso	0.267A	0.248A	0.244B	0.228B	0.011	0.048	0.120	0.881
C16:1c9	4.18a	3.79b	4.01a	3.79b	0.147	0.564	0.042	0.565
C17:0	0.634	0.579	0.548	0.573	0.029	0.114	0.603	0.172
C17:1	0.718	0.670	0.658	0.627	0.033	0.120	0.232	0.803
C18:0	11.97	11.13	11.47	12.09	0.395	0.571	0.780	0.074
C18:1 trans	1.58b	1.74a	1.67b	1.98a	0.107	0.143	0.038	0.485
C18:1 c9	41.01	42.60	43.06	42.48	0.594	0.115	0.401	0.076
C18:1 c11	2.38B	2.26B	2.61A	2.45A	0.071	0.010	0.076	0.835
C18:1 c12	0.280b	0.381a	0.319b	0.389a	0.020	0.250	<0.0001	0.447
C18:1 c13	0.504	0.533	0.483	0.421	0.034	0.053	0.616	0.180
C18:1 c16	0.102b	0.199a	0.115b	0.212a	0.013	0.371	<0.0001	0.904
C18:1 c15	0.041b	0.169a	0.041b	0.183a	0.017	0.677	<0.0001	0.697
C18:2 c9t12	2.048B	2.081B	2.827A	2.397A	0.197	0.009	0.322	0.251
C20:0	0.061	0.062	0.546	0.058	0.003	0.132	0.433	0.741
C18:2 n6	0.018a	0.016b	0.028a	0.014b	0.003	0.223	0.012	0.062
C18:3 n3	0.260b	0.597a	0.256b	0.558a	0.047	0.551	<0.0001	0.518

C20:1	0.161	0.169	0.150	0.159	0.010	0.433	0.962	0.566
C18:2 c9 t11	0.342	0.389	0.294	0.343	0.027	0.095	0.091	0.979
C20:2	0.021	0.020	0.024	0.021	0.003	0.390	0.413	0.706
C20:3 n6	0.177a	0.127b	0.230a	0.144b	0.021	0.106	0.002	0.403
C20:4 n6	0.624a	0.490b	0.803a	0.562b	0.087	0.161	0.039	0.544
C20:5 n3	0.129	0.121	0.170	0.159	0.021	0.069	0.671	0.944
C24:1	0.078a	0.062b	0.105a	0.067b	0.009	0.063	0.010	0.170
C22:5	0.272B	0.275B	0.383A	0.349A	0.043	0.048	0.742	0.686
C22:6 n3	0.059	0.045	0.065	0.055	0.009	0.346	0.183	0.813
n6/n3	1,828	0,8307	2,122	0,899	0.082	0.135	<0.0001	0.344
SFA <sup>3</sup>	42.83A	41.09A	39.92B	40.75B	0.680	0.024	0.512	0.072
MUFA <sup>4</sup>	51.78	53.44	53.73	53.38	0.695	0.186	0.355	0.161
PUFA <sup>5</sup>	3.98	4.21	4.80	4.74	0.390	0.074	0.820	0.704
HI <sup>6</sup>	0.039	0.042	0.048	0.042	0.044	0.269	0.092	0.429
AI <sup>7</sup>	0.779	0.710	0.786	0.735	0.030	0.670	0.069	0.856
TI <sup>8</sup>	1.377	1.276	1.329	1.345	0.326	0.752	0.202	0.081

<sup>1</sup>Inclusão de 2,5% na matéria seca da dieta total; <sup>2</sup>GG: Grupo genético; <sup>3</sup>SFA: saturated fatty acids; <sup>4</sup>MUFA: monounsaturated fatty acid; <sup>5</sup>PUFA: polyunsaturated fatty acids; <sup>6</sup>HI: Health Index; <sup>7</sup>AI: Atherogenicity Index; <sup>8</sup>TI: Thrombogenicity Index.

Letras minúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para dieta.

Letras maiúsculas distintas na mesma linha, diferem em P<0.05 pelo teste de Turkey para raça.