

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 11/01/2023.

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

EFEITO DE PROTOCOLOS NUTRICIONAIS PARA MARMOREIO SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS NELORE
CONFINADOS

LUANA DORETTO FELIZARI

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia.

BOTUCATU – SP
JUNHO/2022

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

EFEITO DE PROTOCOLOS NUTRICIONAIS PARA MARMOREIO SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS NELORE
CONFINADOS

LUANA DORETTO FELIZARI

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen
Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Bertelli Pflanzer

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia.

BOTUCATU-SP
JUNHO/2022

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

Felizari, Luana Doretto.

Efeito de protocolos nutricionais para marmoreio sobre as características e qualidade da carne de bovinos Nelore confinados / Luana Doretto Felizari. - Botucatu, 2022

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

Orientador: Danilo Domingues Millen
Coorientador: Sérgio Bertelli Pflanzler
Capes: 50403001

1. Carne bovina. 2. Bovinos. 3. Confinamento (Animais).
4. Gordura.

Palavras-chave: Carne bovina; Confinamento; Marmoreio; Nelore.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Luana Doretto Felizari, nascida em 1 de fevereiro de 1997, na cidade de Brusque/SC, filha de Rosane Doretto da Silva e Itamar Antonio Felizari, ingressou no curso de zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), Campus de Dracena, em agosto de 2015 e graduou-se em janeiro de 2020. Durante o curso de graduação foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), e realizou um intercâmbio na University of Nebraska-Lincoln. Em março de 2020 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia da Unesp – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Campus de Botucatu, onde foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/ CAPES e pela Fundação Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP, e realizou um intercâmbio na Texas Tech University, Lubbock, Texas.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe Rosane, que sempre acreditou no meu potencial e no meu sucesso, além de sempre me ajudar nas decisões mais difíceis e me apoiar incondicionalmente. Mãe, você é a minha heroína e se hoje estou aqui é por você e suas orações.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço a Deus, pela força e pela coragem de cada dia tornando os meus sonhos possíveis.

À minha querida mãe, pela dedicação e incentivo em todas as etapas da minha vida.

À minha família maravilhosa, que sempre estiveram nessa caminhada comigo me dando muitos conselhos e amor.

Ao meu orientador Dr. Danilo Domingues Millen pela orientação ao longo desses seis anos! Agradeço pela inspiração que você passou para mim desde a graduação sobre a pesquisa, principalmente pelos maravilhosos ruminantes. Obrigada pela oportunidade, amizade e confiança em meu trabalho.

Ao professor Dr. Sérgio Bertelli Pflanzler pela contribuição na condução e elaboração deste trabalho.

A toda equipe do confinamento: Mariana, Antonio, Breno, Thaiano, Leandro, Katia, Lidiane, Daniel, Werner, Vanessa, Carol, Ana Laura e aos funcionários da FCAT, sem vocês não teríamos conseguido. Agradeço em especial a Mariana, que na reta final do meu mestrado me deu valiosos conselhos e não mediu esforços para me ajudar. *Muito obrigada pessoal!!*.

Ao Jonatã e Vitor que me ajudaram nas análises de laboratório! *Fizemos o possível e o impossível para terminar todas elas rsrs*.

Serei sempre grata aos professores Dr. Calkins e Dr. Johnson pela oportunidade de ter realizado os meus intercâmbios na University of Nebraska-Lincoln e na Texas Tech University. E em especial ao Dr. Felipe Ribeiro e Dr. Oscar Benitez por todos os ensinamentos, paciência e amizade ao longo desse período.

Ao Felipe Ribeiro e Thaís, que me inspiraram a ir atrás dos meus sonhos e buscar novas oportunidades nos Estados Unidos.

Aos meus amigos de Salto-SP, Thamires, Yanny, Mohamad, Helo e todos os outros que estiveram ao meu lado nessa trajetória.

Aos meus amigos do Texas, Kaliu, Barbara, Viviana, Oscar, Angelina, George e a todas as outras pessoas que fizeram parte dessa caminhada.

À Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia campus de Botucatu pela oportunidade.

À equipe do ITAL, pela disponibilização do local para rodarmos algumas análises. Minha gratidão principalmente para a Marcia.

À equipe do Brazil Beef Quality pela parceria e ajuda na condução das análises sensoriais.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP, processo: 2019/26951-8.

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

... Agradeço a todos que não foram citados aqui, mas que de alguma forma fizeram parte dessa minha trajetória...

Muito Obrigada!

“A persistência é o caminho do êxito”.
Charles Chaplin

RESUMO GERAL

Objetivou-se com este estudo avaliar diferentes protocolos nutricionais para marmoreio, com inclusões de silagem de grãos úmidos de milho, sais cálcicos de ácidos graxos (SCAG), zinco e cromo orgânico, na dieta de bovinos Nelore confinados, ranqueados por diferença esperada na progênie (DEP) para alto e baixo marmoreio na qualidade da carne. Foram utilizados 150 animais, machos, não castrados, da raça Nelore, com peso vivo médio inicial aproximado de $404,28 \pm 23,14$ kg e 19 meses de idade, sendo que 30 deles (5 por Bloco) foram abatidos como referência no dia 0 do experimento. Portanto, o estudo prosseguiu com 120 animais, os quais foram alocados em 30 baias ($n = 4$ por baia). Todos os animais tinham pais conhecidos e desta forma estes foram divididos em grupos de alta e baixa DEP para marmorização antes de serem blocados por peso. As dietas de terminação conterão 84% de concentrado e os tratamentos foram arrançados em fatorial $2 \times 2 + 1$: T1) Milho moído fino; T2) Silagem de grão de milho úmido; T3) Milho moído fino + SCAG; T4) Silagem de grão úmido de milho + SCAG; e T5) Silagem de grão úmido de milho + SCAG + zinco e cromo orgânico. Foi incluso monensina sódica em todos os tratamentos na dose de 25 ppm. O estudo teve duração de 112 dias, e foram avaliadas variáveis de qualidade da carne, tais como: composição centesimal, força de cisalhamento, perda de peso por cocção, análise sensorial com consumidores, perfil lipídico, oxidação lipídica, cor, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmorização. Não houve efeito de tratamentos para o marmoreio. Animais de baixa DEP obtiveram maior EGS com a adição de ZnCr, diferentemente dos animais de alta DEP que aumentaram a EGS com apenas o processamento do milho ($P=0,03$). Houve interação entre tratamento*DEP para EGS do *Biceps femoris* ($P<0,05$), EE ($P=0,03$), TBARS ($P=0,03$), AGS ($P=0,02$) e AGI ($P=0,04$), MUFA ($P<0,01$), PUFA ($P=0,01$), n-6:n-3 ($P=0,02$) para a carne. Não houve diferença significativa para a FC entre os tratamentos, porém quando aumentou o tempo de maturação a carne ficou mais macia. Portanto, os fatores testados nos protocolos nutricionais não alteraram a porcentagem de gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi*.

Palavras-chave: “cromo”, “zinco”, “carne”, “marmoreio”, “maturação”, “Nelore”

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate different nutritional protocols including high-moisture corn, rumen-protected fat, zinc and organic chromium in the diets of feedlot Nellore cattle, ranked by estimated progeny difference (EPD) as high and low marbling on meat quality. In this project, were used 150 19-mo-old Nellore bulls ($404,28 \pm 23,14$ kg), which were blocked by EPD and by initial body weight. Thirty bulls (five per bock) were slaughtered at day 0 of the study for carcass baseline measurements. Therefore, this study was carried out with 120 Nellore bulls, which were randomly allocated into 30 pens (n=4 per pen) according to the blocking criteria just described in a $2 \times 2 + 1$ factorial arrangement of treatments: T1) Finely-ground corn; T2) High-moisture corn; T3) Finely-ground corn + rumen-protected fat; T4) High-moisture corn + rumen-protected fat; T5) High-moisture corn + rumen-protected fat + Zn and Cr. The finishing diets contained 84% concentrate and 25 ppm of sodium monensin. This study was last 112 days and meat quality variables were evaluated, such as: proximate composition, pH, tenderness, cooking loss, fatty acid profile, lipid oxidation, retail display, loin eye area, subcutaneous fat thickness, and marbling. There was no effect of treatments for marbling. Low EPD animals had higher backfat thickness with the addition of ZnCr, unlike high EPD animals increased backfat thickness with only corn processing ($P=0,03$). There was an interaction between treatments and EPD for final biceps femoris fat thickness ($P<0,05$), the percentage for fat ($P=0,03$), TBARS ($P=0,03$), SFA ($P=0,02$), Unsaturated ($P=0,04$), MUFA ($P<0,01$), PUFA ($P=0,01$), n-6: n-3 ($P=0,02$) in the meat. No differences were observed in shear force values for the different treatments ($P>0,05$), however, the aging time increases the tenderness. Therefore, the factors tested in the nutritional protocols did not change the percentage of intramuscular fat in the *Longissimus* muscle.

Keywords: “chromium”, “zinc”, “meat”, “marbling”, “aging time”, “Nelore”

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Período de confinamento dos animais Nelore.7
- Figura 2.** Coleta do contrafilé e processamento das amostras após 48 horas de resfriamento do abate final. **1)** 4d Mat: composição centesimal (1,5cm); **2)** 4d Mat: perfil de ácidos graxos (1,5cm); **3)** 7d Mat: sensorial (2,6 cm); **4)** 14d Mat: sensorial (2,6cm); **5)** 4d Mat: cisalhamento (2,6cm) **6)** 7d Mat: cisalhamento, display de cor e TBARS (7,0 cm); **7)** 14d Mat: Força de cisalhamento e display de cor (5,0cm).9
- Figura 3.** Interação entre processamento do milho e da inclusão de SCAG sobre a AOL inicial dos em animais Nelore terminados em confinamento. **MSF:** Grão de milho seco finamente moído; **SGU:** Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG:** Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG. 16
- Figura 4.** Interação entre a classificação pelas DEP's para marmoreio e o marmoreio inicial (%) em animais Nelore terminados em confinamento. Em preto são animais classificados em alta DEP para o marmoreio e em branco os animais com baixa DEP para o marmoreio. **MSF:** Grão de milho seco finamente moído; **SGU:** Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG:** Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico. 16
- Figura 5.** Influência da DEP na AOL final (A), EGS final (B), ganho em EGS (C) e EGS final P8 (D). em animais Nelore terminados em confinamento. Em preto são animais classificados em alta DEP para o marmoreio e em branco os animais com baixa DEP para o marmoreio. **MSF:** Grão de milho seco finamente moído; **SGU:** Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG:** Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico. 17
- Figura 6.** Influência da DEP na gordura (A), proteína bruta (B) e no colágeno (C) em animais Nelore terminados em confinamento. Em preto são animais classificados em alta DEP para o marmoreio e em branco os animais com baixa DEP para o marmoreio. **MSF:** Grão de milho seco finamente moído; **SGU:** Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG:** Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico. .21

Figura 7. Influência da DEP na perda por cocção em animais Nelore terminados em confinamento. Em preto são animais classificados em alta DEP para o marmoreio e em branco os animais com baixa DEP para o marmoreio. **MSF:** Grão de milho seco finamente moído; **SGU:** Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG:** Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico.26

Figura 8. Influência da DEP e dias de display (0, 3 e 6) no croma do músculo *Longissimus dorsi* com maturação de 7 dias, em animais Nelore terminados em confinamento. Na figura da direita são animais classificados em alta DEP para o marmoreio e na figura da esquerda os animais com baixa DEP para o marmoreio. **MSF:** Grão de milho seco finamente moído; **SGU:** Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG:** Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico.32

Figura 9. Influência dos dias de display (0, 3 e 6) no L*(A) e b*(B) no músculo *Longissimus dorsi* com maturação de 7 dias, em animais Nelore terminados em confinamento. **MSF:** Grão de milho seco finamente moído; **SGU:** Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG:** Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico.....32

Figura 10. Influência da DEP e dias de display no a*(A), b*(B) e croma(C) no músculo *Longissimus dorsi* com maturação de 14 dias, em animais Nelore terminados em confinamento. Na figura da direita são animais classificados em alta DEP para o marmoreio e na figura da esquerda os animais com baixa DEP para o marmoreio. **MSF:** Grão de milho seco finamente moído; **SGU:** Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG:** Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico.....33

Figura 11. Influência dos dias de display (0, 3 e 6) no L* (A) e Hue (B) no músculo *Longissimus dorsi* com maturação de 14 dias, em animais Nelore terminados em confinamento. **MSF:** Grão de milho seco finamente moído; **SGU:** Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG:** Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr:** Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico.....34

Figura 12. Influência dos dias de display (0, 3 e 6) do TBARS no músculo *Longissimus dorsi* com maturação de 7 dias, em animais Nelore terminados em confinamento. **MSF:** Grão de

milho seco finamente moído; **SGU**: Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG**: Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico.....34

Figura 13.Influência da DEP nas porcentagens de AGS(A) e AGI(B) do músculo *Longissimus dorsi* de animais Nelore terminados em confinamento. Em preto são animais classificados em alta DEP para o marmoreio e em branco os animais com baixa DEP para o marmoreio. **MSF**: Grão de milho seco finamente moído; **SGU**: Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG**: Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico.40

Figura 14.Influência da DEP nas porcentagens da MUFA(A) e C18:1 *cis*-9(B) do músculo *Longissimus dorsi* de animais Nelore terminados em confinamento. Em preto são animais classificados em alta DEP para o marmoreio e em branco os animais com baixa DEP para o marmoreio **MSF**: Grão de milho seco finamente moído; **SGU**: Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG**: Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG**: Silagem de grão + SCAG; **SGU + GP + ZnCr**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG +Zinco e cromo orgânico.41

Figura 15.Interação entre processamento do milho e da inclusão de SCAG sobre C18:2 *cis*-9, *cis*-12, % do músculo *Longissimus dorsi* de animais Nelore terminados em confinamento. **MSF**: Grão de milho seco finamente moído; **SGU**: Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG**: Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico.41

Figura 16.Influência da DEP nas porcentagens de AGI(A) e MUFA(B) da gordura subcutânea de animais Nelore terminados em confinamento. Em preto são animais classificados em alta DEP para o marmoreio e em branco os animais com baixa DEP para o marmoreio **MSF**: Grão de milho seco finamente moído; **SGU**: Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG**: Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico.....42

Figura 17.Influência da DEP na aceitabilidade da maciez do painel sensorial das carnes maturadas por 7 dias (A) e 14 dias (B) de animais Nelore terminados em confinamento. Em preto são animais classificados em alta DEP para o marmoreio e em branco os animais com

baixa DEP para o marmoreio. **MSF**: Grão de milho seco finamente moído; **SGU**: Silagem de grão úmido de milho; **MSF + SCAG**: Grão de milho seco finamente moído + SCAG; **SGU + SCAG**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG; **SGU + GP + ZnCr**: Silagem de grão de milho úmido + SCAG + zinco e cromo orgânico.46

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Dietas experimentais que foram fornecidas na fase de terminação para bovinos Nelore confinados ranqueados por DEP para marmoreio.....	8
Tabela 2. Características de carcaça de bovinos Nelore confinados alimentados com dieta de alta energia com milho úmido ou milho seco, com ou sem gordura protegida + ZnCr.....	15
Tabela 3. composição centesimal e pH da carne de bovinos Nelore confinados alimentados com dieta de alta energia com milho úmido ou milho seco, com ou sem gordura protegida + ZnCr.	20
Tabela 4. Força de cisalhamento (FC), perda de peso por cocção (PPC) da carne maturada (4, 7 ou 14 dias) de bovinos Nelores confinados alimentados com dieta de alta energia com milho úmido ou milho seco, com ou sem gordura protegida + ZnCr.	25
Tabela 5. Distribuição dos tratamentos conforme parametro de força de cisalhamento (FC) e do marmoreio sobre os efeitos de diferentes protocolos nutricionais para bovinos Nelore confinados.	26
Tabela 6. Protocolos nutricionais de bovinos Nelore confinados sobre a avaliação instrumental e TBARS (mg MDA/kg) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> maturados (7 e 14 dias) durante 0, 3 e 6 dias de display.....	30
Tabela 7. Avaliação instrumental de luminosidade (L*), coloração vermelha (a*), coloração amarela (b*) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> maturados (7 e 14 dias), sobre os efeitos de diferentes protocolos nutricionais para bovinos Nelore confinados.	31
Tabela 8. Perfil de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos Nelore confinados alimentados com dieta de alta energia com milho úmido ou milho seco, com ou sem gordura protegida + ZnCr.....	38
Tabela 9. Perfil de ácidos graxos da gordura subcutânea de bovinos Nelore confinados alimentados com dieta de alta energia com milho úmido ou milho seco, com ou sem gordura protegida + ZnCr.....	39

Tabela 10. Avaliação sensorial do músculo *Longissimus dorsi* maturado (7 ou 14 dias) de bovinos Nelores confinados alimentados com dieta de alta energia com milho úmido ou milho seco, com ou sem gordura protegida + ZnCr.....45

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

a*	Índice de vermelho
AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
AGI	Ácidos graxos insaturados
AGS	Ácidos graxos saturados
AOL	Área de olho de lombo
b*	Índice de amarelo
EGS	Espessura de gordura subcutânea
GP	Gordura protegida
L*	Luminosidade
PB	Proteína bruta
PPC	Perda por cocção
WBSF	Warner-Bratzer Shear Force
FC	Força de cisalhamento
DEP	Diferença esperada na progênie
SCAG	Sais cálcicos de ácidos graxos
EE	Extrato etéreo
MARM	Marmoreio
PUFA	Ácido graxo poliinsaturado
MUFA	Ácido graxo monoinsaturados
CLA	Ácido linoleico conjugado
ADAP	Adaptação
TBARS	Ácido tiobarbitúrico
MSF	Grão de milho seco finamente moído
SGU	Silagem de grão úmido de milho
SCAG	Sais cálcicos de ácidos graxos
ZnCr	Zinco e Cromo
Trat	Tratamentos
MAT	Maturação
LD	<i>Longissimus dorsi</i>

Sumário

CAPÍTULO 1.....	1
Considerações Iniciais	2
1. Revisão de Literatura	3
1.1. Processamento do milho	3
1.2. Gordura Protegida.....	5
1.3. Minerais	6
1.4. Qualidade da Carne bovina.....	7
2. Referências.....	11
CAPÍTULO 2.....	1
“Efeito de protocolos nutricionais para marmoreio sobre as características e qualidade da carne de bovinos Nelore confinados”	1
RESUMO.....	2
ABSTRACT.....	3
1. Introdução	4
2. Material e Métodos	5
2.1. Animais e local do experimento	5
2.2. Delineamento Experimental.....	6
2.3. Manejo, arraçamento e cuidado com os animais	6
2.4. Área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmorização	9
2.5. Coleta das amostras.....	9
2.6. Composição Centesimal e pH.....	10
2.7. Força de Cisalhamento e Perda de peso por Cocção (PPC).....	10
2.8. Oxidação Lipídica.....	10
2.9. Avaliação instrumental da cor	11
2.10. Análise sensorial com consumidores	11
2.11. Perfil lipídico	12
3. Análise de estatística.....	12
4. Resultados e Discussão	13
4.1. Indicadores de carcaça por ultrassom	13
4.2. Composição centesimal e pH.....	18
4.3. Força de cisalhamento e Perda de peso por cocção	22
4.4. Cor e TBARS.....	26
4.5. Perfil de ácidos graxos	35
4.6. Sensorial.....	43
5. Conclusão.....	47
6. Implicações	47
7. Referências.....	47

CAPÍTULO 1

Considerações Iniciais

Atualmente o consumo per capita de carne no Brasil está em torno de 34,4kg/habitante/ano, o que reflete diretamente na porcentagem do consumo interno da carne produzida de aproximadamente 74,4%, enquanto 25,5% das carnes são exportadas (ABIEC, 2022). Comparando com outros países, como a Argentina (47,9kg/ano), Estados Unidos (37,8kg/ano) e Canadá (28,6kg/ano), o Brasil se destaca como um dos maiores consumidores de carne mundial (ABIEC, 2022).

O mercado interno e externo vem cada vez mais aumentando o seu grau de exigência em relação a qualidade da carne, entretanto, as indústrias brasileiras possuem problemas com a falta de padronização da idade dos animais, uniformidade das carcaças e quantidade de marmoreio, o que pode afetar diretamente a qualidade da carne e a competitividade no mercado externo. Segundo Lyford et al. (2010), os consumidores estão dispostos a pagar mais por uma carne de qualidade. Em adicional, os parâmetros de suculência, sabor e a maciez determinam a percepção e a aprovação do consumidor pela carne bovina (Wyrwisz et al., 2016).

A raça Nelore é a mais representativa dentro do rebanho brasileiro (Millen et al. 2009), contudo, essa raça é reconhecida por ter baixo escore de marmoreio (Martins et al., 2015). Entretanto, existem estratégias de seleção genética e nutricionais para melhorar as características de qualidade da carne bovina. Neste contexto, a utilização de DEP para marmoreio surge como um grande aliado, pois possui uma tendência ao aumento da gordura intramuscular de animais *Bos indicus*, pelo fato que o marmoreio detém uma característica estimativa de herdabilidade de moderada a alta (Bertrand et al., 2001).

A utilização de confinamento para bovinos está em ascensão no Brasil, sendo que o número de animais confinados em 2017 foi de 5,25 milhões de cabeças e em 2021 6,73 milhões de cabeças (ABIEC, 2022), demonstrando um crescimento na utilização deste sistema. Com isso, torna-se indispensável a utilização de ingredientes concentrados para aumentar o desempenho dos animais. Segundo Silvestre e Millen (2021), o nível de concentrado nas dietas de terminação está em torno de 81 a 90%, sendo o milho o grão mais utilizado entre os nutricionistas. Além disso, a utilização de fontes lipídicas para o adensamento da dieta também está sendo comumente encontradas nos confinamentos, em especial o caroço de algodão e a gordura protegida.

Com o aumento crescente do número de cabeças confinadas e o maior adensamento das dietas de terminação, torna-se necessário estudos sobre diferentes tipos de processamentos de milho e a utilização de gordura protegida como aliados nas estratégias nutricionais para a

qualidade da carne bovina. Ademais, investigar a utilização de minerais nas dietas como o caso do zinco e cromo, cujos quais podem ajudar a estimular uma maior deposição de gordura intramuscular na carne (Anderson, 2003; Oh et al., 2004). Com isso, as utilizações dessas estratégias nutricionais podem ajudar na melhoria da qualidade da carne bovina brasileira, além de melhorar a competitividade com o mercado externo.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar diferentes protocolos nutricionais para o aumento do marmoreio da carne bovina, com inclusões de silagem de grãos úmidos de milho, sais cálcicos de ácidos graxos (SCAG), zinco e cromo orgânico na dieta de bovinos Nelore confinados, ranqueados por diferença esperada na progênie (DEP) para alto e baixo marmoreio, sobre a qualidade da carne.

1. Revisão de Literatura

1.1. Processamento do milho

A porcentagem de utilização de grãos nos confinamentos está crescendo a cada ano, e em um levantamento realizado no Brasil com 54 nutricionistas de confinamento relatou que a quantidade mais utilizada de grãos em 2019 foi entre 51 e 80% (Silvestre e Millen, 2021), estando o milho em primeiro lugar como o mais utilizado. A diferença entre os grãos de cereais escolhidos pode estar atribuída as características estruturas. O milho e o sorgo possuem uma matriz proteica mais resistente, dificultando o acesso dos microrganismos do rúmen (Orskov, 1986). Uma forma de minimizar esse efeito da matriz proteica é o processamento do grão, deixando-o mais acessível para os microrganismos, ocasionando em uma diminuição das partículas e o rompimento do pericarpo e da matriz proteica, tornando em um melhor aproveitamento para os microrganismos do amido e uma maior área de adesão (McAllister et al., 1993).

A utilização de diferentes métodos de processamento difere sobre a digestibilidade do amido no trato total, sendo o milho floculado (96,7%), milho ensilado (94,5%), milho moído fino (93,7%), milho laminado (92,8%), milho quebrado (88,9%) e milho inteiro (86,7%) (Owens, 1986). Conforme ocorre uma diminuição no processamento do milho, diminui a fermentação pelos microrganismos no rúmen, sendo assim, um maior aporte de amido segue para ser digerido pelos intestinos, ocorrendo um decréscimo na digestibilidade do amido pelo animal, pois os bovinos possuem uma produção insuficiente da enzima alfa-amilase pancreática (Huntington, 1997).

A utilização de ingredientes concentrados, como a silagem de grão úmido, em termos de qualidade da carne bovina, pode ser uma grande aliada para o aumento da marmorização, já que aumenta a degradabilidade do amido no rúmen e maximizando a capacidade fermentativa. Com isso, produz uma maior quantidade de ácidos graxos de cadeia curta, como o propionato, sendo este o principal precursor gliconeogênese em ruminantes (Rooney e Pflugfelder, 1986). A produção de glicose é de extrema importância para a marmorização, já que está associada na biossíntese dos ácidos graxos no tecido adiposo intramuscular (Smith e Crouse, 1984).

Silva et al. (2009) realizaram um experimento no qual testaram dois tipos de processamento de milho (milho seco vs milho úmido) para animais Nelore, e obtiveram resultados significativos para o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*, sendo que animais que consumiram o milho úmido aumentaram as quantidades de CLA e PUFA. Contudo, não obtiveram resultados significativos para o peso de abate, peso de carcaça quente e a gordura intramuscular. Similarmente, Gorocica-Buenfil et al. (2007) alimentaram animais Angus com milho seco ou milho úmido, e não obtiveram diferenças para a quantidade de gordura intramuscular, AOL, composição centesimal e perfil lipídico da gordura subcutânea.

Aliado a nutrição, o melhoramento genético é um dos principais fatores determinantes para a qualidade da carne. Desta forma, a utilização de animais selecionados com diferencial esperado na progênie (DEP) positivos para o marmoreio (Bergfeld et al., 1995), possui uma tendência ao aumento da gordura intramuscular de animais *B. indicus*, pelo fato que o marmoreio detém uma característica estimativa de herdabilidade de moderada a alta (Bertrand et al., 2001). Além disso, a seleção genética para o aumento do marmoreio parece reduzir a deposição de gordura nos outros locais do corpo do animal (Gwartney et al., 1996), o que possibilita redução nas perdas pelo excesso de gordura na carcaça. Segundo Vieselmeyer et al. (1996), relataram que animais *Bos tauros* com DEPs positivas para marmoreio, possuíam uma maior classificação em porcentagem de 74% na classificação do USDA para *choice* em comparação aos animais de baixas DEPs que representavam 47%, sendo que o *choice* possui uma classificação de escore de marmoreio de 2 até 3 pela USDA. Detweiler et al. (2019), observaram que Angus com DEPs altas para marmoreio, obtiveram maiores porcentagens de carcaças “Low Prime” e “Average Prime” em relação aos animais que eram de DEPs baixas, os quais resultaram em porcentagens maiores para “Low Choice”. Além disso, animais de DEP alta apresentaram maiores porcentagens de extrato etéreo no músculo *Longissimus dorsi*.

1.2. Gordura Protegida

A utilização de lipídeos em dietas de confinamento é comumente utilizada para aumentar o aporte energético da dieta do animal sem a necessidade de aumentar os carboidratos fermentáveis no rúmen. Segundo Silvestre e Millen (2021), o caroço de algodão (75,0%), seguido por casca do caroço de algodão (19,4%) e a gordura protegida (2,8%) são as principais fontes lipídicas utilizadas no Brasil. O caroço de algodão pode ter obtido uma maior porcentagem de utilização por ser um produto mais barato para o produtor, e também por possuir características bromatológicas eficientes como extrato etéreo (20%), fibra em detergente neutro (45%) e proteína bruta (22%) (Valadares Filho, Paulino, Magalhães, 2006).

O rúmen por possuir microrganismos que com um aporte grande de lipídeo ingerido pelo animal podem intoxicar-se, e assim diminuir a eficiência de degradação da dieta principalmente a digestibilidade da fibra. O óleo vegetal presente na dieta tem a tendência de diminuir a digestibilidade da fibra por realizar o recobrimento das partículas fibrosas, consequentemente impedindo os microrganismos degradarem a fibra (Valadares Filho e Pina, 2011). Sendo os microrganismos mais susceptíveis são as bactérias Gram positivas, metanogênicas e protozoários (Goel et al., 2009). Desta forma, uma maneira de diminuir a intoxicação dos microrganismos é o processo de biohidrogenação, na qual eles conseguem saturar os ácidos graxos com ligações duplas inserindo hidrogênio da cadeia carbônica, tornando-a simples (Harfoot & Hazlewood, 1988).

A adição de óleos vegetais além de melhorar o desempenho dos animais, pode melhorar também a composição lipídica da carne (Wood et al., 2008). A gordura intramuscular é um dos principais fatores para a qualidade da carne bovina, por ter um efeito na maciez da carne, na qual ajuda a diminuir a tensão entre as camadas de tecido conjuntivos, além de aumentar a palatabilidade. Desta forma, os principais ácidos graxos da gordura intramuscular são os ácidos oleico, palmítico, esteárico, linoleico, palmitoleico e mirístico contribuindo com mais de 92% do total (Duckett, 2001).

Sendo assim, uma estratégia para aumentar o marmoreio da carne é a inclusão na dieta de sais cálcicos de ácidos de óleos vegetais (SCAG), contendo ácido oleico em sua composição. Essa inclusão acarreta um aumento do aporte energético, sem interferir no ambiente ruminal, pois o lipídio passa livremente pelo rúmen sem ocorrer a biohidrogenação, a qual transforma ácidos graxos insaturados em ácidos graxos saturados. Dessa forma, o ácido oleico (C18:1), o qual é um dos responsáveis pelo enchimento dos adipócitos, contribui com a expressão gênica da proteína G nos adipócitos intramusculares (Chung et al., 2016), não seria transformado em saturado e seria absorvido no intestino. Deste modo, na literatura é possível observar maiores

escores de gordura intramuscular, quando os animais consumiram ácidos graxos protegidos por sais de cálcio, contendo uma alta porcentagem de ácido oleico e linoleico em sua composição (Cooke et al., 2011; Mangrum et al., 2016).

Segundo Nascimento et al. (2020), a inclusão de gordura protegida na dieta de animais *Bos indicus* confinados aumentou o desempenho e as características da carne, podendo destacar-se o aumento da AOL, EGS, EE e os ácidos graxos palmitoleico e linoleico em relação aos animais não suplementados. Silva et al. (2009) também encontraram maiores quantidades de extrato etéreo em animais suplementados com SCAG. Entretanto, Ramirez-Zamudio et al. (2022) não encontraram diferenças para a inclusão de sais cálcicos de ácidos graxos para a AOL, EGS e EE.

Deste modo, a inclusão de SCAG pode melhorar a qualidade da carne do Nelore, principalmente por influenciar no aumento da deposição de gordura intramuscular e modificar o perfil lipídico da carne.

1.3. Minerais

Os minerais desempenham papel fundamental em várias reações no metabolismo animal, podendo influenciar diretamente sobre o desempenho bovino (Moraes, 2001). A suplementação de zinco e cromo orgânico tem proporcionado respostas positivas para a produção bovina, principalmente em melhorias nas características da carcaça e em funções imunológicas (Greene et al., 1988; Spears e Kegley, 2002; Budde et al. 2020).

Embora não se tenha elucidado o mecanismo de ação na adipogênese, Oh et al. (2004) relataram que a suplementação com zinco estimula a atividade da glicerol-3-fosfato desidrogenase em pré-adipócitos intramusculares, e está presente na proteína ligante de zinco (ZFP423), que está envolvida no estímulo da expressão do fator de transição receptor gama ativado por proliferador de peroxissoma (PPAR γ ; Gupta et al., 2010). Greene et al. (1988) relataram que o acabamento de bovinos alimentados com 360 mg de Zn/d aumentou o escore de marmoreio em comparação com bovinos alimentados com uma dieta contendo 81 mg de Zinco/kg. Entretanto, Genter-Schroeder et al. (2018) não encontraram efeitos sobre o desempenho dos animais e na maciez da carne quando os bovinos foram suplementados com zinco, além disso observaram um decréscimo no escore de marmoreio. Com isso, são necessárias mais pesquisas sobre a ação do zinco na qualidade da carne e seu mecanismo de ação na adipogênese.

Sabe-se que o cromo é um mineral importante em dietas animais por causa de seu papel no metabolismo da glicose, pois potencializa a ação da insulina (Mertz, 1993), tendo um

aumento na capacidade da insulina para se ligar a sítios receptores, ocorrendo uma maior captação de glicose em tecidos sensíveis à insulina (Anderson, 1998; Anderson, 2003). Tendo em vista este ponto, as células adiposas intramusculares possuem como principal substrato para a lipogênese a glicose (Moody and Cassens, 1968), podendo então o cromo potencializar a captação de glicose por dentro destas células. Além disso, a absorção de cromo ocorre principalmente no intestino delgado, e as formas inorgânicas possuem uma baixa absorção em comparação as formas orgânicas (Anderson, 1998). Baggerman et al. (2016) suplementaram Cr para bovinos com 0,30 ou 0,45 mg/kg por um período de 147 dias, e observaram um aumento no ganho de peso diário e no peso de carcaça quente.

Da mesma forma, não há relatos na literatura sobre a combinação de protocolos nutricionais com cromo, zinco orgânico e SCAG no intuito de aumentar o marmoreio da carne bovina. Entretanto, Edenburn et al. (2016) relataram que a adição de cromo e zinco na dieta e a combinação de ractopamina não melhorou o desempenho ou a qualidade da carne de novilhas. Entretanto, Vellini et al. (2020) suplementaram os animais com Zn e Cr e observaram uma melhora na maciez e uma maior área de olho de lombo no músculo *Longissimus dorsi* de animais Nelore. Com tudo, são necessárias maiores investigações sobre a combinação de zinco e cromo orgânico para a melhoria da qualidade da carne bovina.

Logo, usar diferentes combinações de tecnologias nas dietas de bovinos de corte em confinamento, que tenham altas ou baixas DEPs para marmoreio, surge como um novo campo de pesquisa para melhorar a qualidade da carne do Nelore no Brasil.

1.4. Qualidade da Carne bovina

A qualidade da carne está relacionada diretamente com o indivíduo (idade, raça, sexo), ambiente (dieta, pré-abate) e o *post mortem* (Moczkowska et al., 2015). Sendo assim, sabe-se que a idade do bovino está correlacionada com a maciez, pois animais mais velhos tendem a ser mais propensos as dificuldades de desnaturação do colágeno, sendo por tratamentos térmicos ou por digestão enzimática, pelo fato das ligações cruzadas intramoleculares e intermoleculares do colágeno se tornarem mais estáveis em níveis moleculares em relação aos animais jovens (Coró et al., 1999), tornando a carne menos atrativa para o consumidor por não ser macia.

De maneira geral, as raças bovinas também possuem relações com a qualidade da carne, já que animais *Bos indicus*, bem como seus cruzamentos, tendem a ser mais tardios quando comparadas aos animais *Bos taurus* (Baker et al., 1989), o que pode levar as ligações dos colágenos mais estáveis. Além disso, animais *Bos indicus* apresentam maiores concentrações

de calpastatina no músculo, podendo afetar a maciez da carne, já que a calpastatina pode inibir a calpaína, a qual é responsável pelo maior amaciamento da carne (Wheeler et al. 1990). Crouse et al. (1989), utilizaram animais cruzados apresentando diferentes graus de sangue zebu:taurino (0:100, 25:75, 50:50 e 75:25), e observaram que conforme aumentava-se o grau de sangue zebu, ocorria maior força de cisalhamento e conseqüentemente desfavorecendo a comparação entre as duas raças sobre qualidade da carne.

A força de cisalhamento (FC) é um indicativo da maciez da carne e influência diretamente o consumidor, sendo assim o *United States Department of Agriculture* (USDA) estabeleceu padrões de FC para a certificação de maciez, certificando carnes com valor de 4,4kg ou inferior como “macias” e 3,9kg e inferior como “muito macias” (ASTM, 2011).

Segundo Oliveira et al. (2012), Costa et al. (2020) e Nascimento et al. (2020), a inclusão de SCAG em dietas de confinamento para animais Nelore não apresentam efeitos positivos para a FC, sendo observados valores acima de 4,4kg. De acordo com Vellini et al. (2020), a adição de zinco e cromo também não alterou a FC da carne de animais *Bos indicus*. Entretanto, quando os autores realizaram a maturação das carnes por um período de 28 dias, foi possível observar FC de 2,86kg para animais que consumiram zinco e cromo.

Andrade et al. (2010) realizaram um experimento com bovinos Nelore e Red Norte, sendo encontrados respectivamente os valores de 4,27 kg e 3,40 kg para FC. Nesse mesmo estudo, foi realizado a maturação das carnes de 1,7,14 e 21 dias, tendo os valores respectivos de 4,90 kg, 3,81 kg, 3,60, kg e 3,04 kg. Sendo assim, é possível notar que o tempo de maturação interfere diretamente na força de cisalhamento. Desta forma, independente da idade, sexo ou raça, o período de maturação diminui os valores da força de cisalhamento (Hadlich, 2004).

Segundo Costa (2009), bovinos da raça Nelore apresentam aproximadamente no contrafilé 75% de água, 22% de proteína, 1% de gordura e 1% de minerais. A composição centesimal é um fator importante para a qualidade da carne, sendo assim existem diversos trabalhos relatando as porcentagens encontrada em diferentes raças e sistemas de criação. Padre et al. (2006) encontraram em animais ½ Nelore x ½ Aberdeen Angus terminados em sistema de pastagem com porcentagens de umidade, cinzas, proteínas e gordura respectivamente de 73,73%, 1,03%, 21,45% e 1,71% e Oliveira et al. (2012) relataram 65,10%, 1,60%, 31,92%, 3,41%, para animais Nelore confinados consumindo gordura protegida. A quantidade de extrato etéreo reportado na literatura em bovinos é inversamente proporcional a umidade, quanto menor a umidade maior a porcentagem de EE na carne (Lawrie, 2005).

À medida que o animal cresce e se desenvolve, ocorre simultaneamente as deposições de gordura, sendo a primeira deposição visceral, seguida por intermuscular, subcutânea e

intramuscular (Due et al., 2013). A gordura intramuscular, mais conhecida como marmoreio, está correlacionada com suculência, maciez e palatabilidade da carne, sendo mais aceitas pelos consumidores (Hunt et al., 2014). Dietas ricas em grãos na terminação podem obter maiores valores de MARM e EGS do que animais terminados em pasto (George, 2002). Segundo Costa et al. (2002), a espessura de gordura esperada pelos frigoríficos brasileiros é de 3 mm, prevenindo o encurtamento das fibras pelo frio. De acordo com Nascimento et al. (2020), animais suplementados com gordura protegida apresentaram maiores valores para AOL (72,9 vs 67,8cm²) e EGS final (4,43 vs 3,18mm). Entretanto, outros estudos não observaram efeito da SCAG ou do processamento do milho para AOL, EGS e MARM (Gorocica-Buenfil et al., 2007; Costa et al., 2020; Ramírez-Zamudio et al., 2022). Além disso, à medida que o marmoreio aumenta, as perdas de gotejamento e cozimento diminuem no músculo *Longissimus dorsi* (Nam et al., 2009), sendo um atributo satisfatório para o consumidor. Rodrigues et al. (2004) encontraram valores de perda de peso por cocção de 30,7% para animais Nelore, e em relação as condições sexuais, animais castrados obtiveram menores porcentagens (29,5%) em comparação aos animais inteiros (34%).

Outro fator importante para a qualidade da carne de bovinos é a cor, pois os consumidores muitas vezes compram pela aparência visual, com base para rejeição ou aceitação do produto, sendo vermelho-cereja mais desejada, e o roxo ou marrom rejeitados pelo consumidor (Cruz, 2001). Um dos métodos para observar a cor da carne é utilização de um colorímetro com o sistema CIELAB, que utilizam o espaço L*, indicando luminosidade, e as coordenadas de cromaticidade a* e b*, sendo a* o eixo verde a vermelho e b* azul a amarelo. A faixa encontrada na literatura em carnes bovinas são respectivamente de 33,2 a 41; 11,1 a 23,6 e 6,1 a 11,3 (Muchenje et al., 2009). Segundo Tullio (2004), animais provindos de sistema de manejo consumindo maiores quantidade de concentrado na dieta, apresentam carne com coloração vermelho-cereja, brilhantes e com gordura mais clara.

Outro ponto importante para os consumidores atualmente é o perfil de ácidos graxos (AG) da carne, pois os consumidores estão cada vez mais em busca de uma alimentação mais saudável e balanceada. O perfil de AG pode variar conforme o animal, principalmente entre as raças e a alimentação. Estudos demonstram que animais alimentados com pasto produzem carne bovina com 30 a 70% menos ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), em relação a carne de animais terminados com grãos (Van Elswyk e McNeill, 2014). Sabe-se que teores maiores de MUFA podem aumentar o colesterol HDL e diminuir o LDL plasmático entre os consumidores de carne bovina, consequentemente reduzir os riscos de doenças

cardiovasculares (Gilmore et al., 2011; Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010).

Os ácidos graxos podem alterar tanto a dureza da carne, sabor, aroma quanto o tempo de prateleira por acelerarem o processo de oxidação lipídica da carne (Wood et al., 2003). Conforme aumenta-se a concentração de ácido graxo poliinsaturado (PUFA) na carne, ocorre um maior processo de degradação, refletindo em uma maior rancificação da carne bovina crua (Gandemer, 1998). Silva et al. (2009) realizaram um experimento com animais Nelore na qual encontraram diferenças para o perfil lipídico de bovinos alimentados com milho seco ou milho úmido, em que a relação entre o ômega 6: ômega 3 foi maior para o milho úmido (5,1 e 6,9) e PUFA (2,55 e 3,27). Contudo, a recomendação ideal de consumo de n-6:n-3 seria de 4,0 em uma dieta balanceada, pois essa relação é considerada um fator de risco para câncer e doenças cardiovasculares (Wood et al., 2003). Da mesma maneira, Oliveira et al. (2012) testaram diferentes fontes lipídicas (protegidas/ não protegidas) para animais Nelore, e encontraram que a adição de lipídio na dieta aumentou a deposição de AGI e a diminuição de AGS no músculo *Longissimus dorsi*. Em contrapartida, Vellini et al. (2020) não encontraram diferenças no perfil de ácidos graxos da carne de animais *Bos indicus* quando foi adicionado na dieta ZnCr em comparação com os animais não suplementados.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar diferentes protocolos nutricionais para o aumento do marmoreio da carne bovina, com inclusões de silagem de grãos úmidos de milho, sais cálcicos de ácidos graxos (SCAG), zinco e cromo orgânico na dieta de bovinos Nelore confinados, ranqueados por diferença esperada na progênie (DEP) para alto e baixo marmoreio, sobre a qualidade da carne.

A primeira hipótese que foi testada é se o consumo de silagem de grão úmido de milho aumentaria a quantidade de gordura subcutânea e intramuscular da carne de bovinos Nelore, comparado ao milho moído fino. Já a segunda hipótese foi avaliar se o fornecimento de sais cálcicos de ácidos graxos (SCAG) na dieta aumentariam as concentrações de ácidos graxos insaturados no tecido adiposo subcutâneo e intramuscular, conseqüentemente aumentando o marmoreio da carne. E por fim, a terceira hipótese testada foi se a adição de zinco e cromo orgânicos na dieta com silagem de grão úmido de milho e SCAG aumentariam os escores de marmoreio e a qualidade da carne de bovinos Nelore confinados. O capítulo a seguir será redigido conforme as normas do periódico *Meat Science*, exceto pelo idioma e posição de tabelas.

2. Referências

- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. 2022. Exportações brasileiras de carne bovina. Disponível:< <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2022/>>. Acesso em: 17 de junho de 2022.
- AMSA - American Meat Science Association. Research guidelines for cookery sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat. Chicago, 48 p, 1995
- Anderson, R.A. Chromium, glucose intolerance and diabetes. **J. Amer. Coll. Nutr.** 17:6, 548-555, 1998.
- Anderson, R.A. Chromium and insulin resistance. **Nutrition Research Reviews.** 16: 267-275, 2003.
- Andrade, P.L.; Bressan, M.C.; Gama, L.T.; Gonçalves, T.M.; Ladeirs, M.M.; Ramos, E.M. Aged meat quality in Red Norte and Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia.** 39: 8, 2010. Doi: 10.1590/S1516-35982010000800023
- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes – ABIEC. Estatísticas. Disponível:<http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.
- ASTM (American Society for Testing and Materials). Standard specification for tenderness marketing claims associated with meat cuts derived from beef. Designation F2925-11. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/F292511%20Standard%20Specification%20for%20Tenderness.pdf>. Acesso em: Junho de 2022)
- Baggerman, J. O.; Smith, Z.K.; Thompson, A.J.; Kim, J.K.; Rounds, W.; Johnson, B.J. Chromium propionate supplementation alters feedlot performance and GLUT4 activity in feedlot steers. **J. Anim. Sci.** 94: 369-370, 2016. Doi: 10.2527/jam2016-0768
- Baker, J.F.; Long, C.R.; Posada, G.A. et al. Comparison of cattle of a five-breed diallel: Size, growth, condition and pubertal characters of second-generation heifers. **J. Anim. Sci.** 67: 1218-1229, 1989.
- Bertrand, J. K.; Green, R. D.; Herring, W. O. et al. Genetic evaluation for beef carcass traits. **J. Anim. Sci.** 79, 2001.
- Bergfeld, E. G. M.; Rasby, R. J.; Nielsen, M. K. et al. Heifers sired by bulls with either high or low expected progeny differences (EPDs) for marbling do not differ in age at puberty. **Anim. Reprod. Sci.** 40, 253-259, 1995.
- Budde, A.M.; Sellins, K.; Lloyd, K.E.; Wagner, J.J.; Heldt, J.S.; Spears, J.W.; Engle, T.E. Effect of zinc source and concentration and chromium supplementation on performance and carcass characteristics in feedlot steers. **J. Anim. Sci.** 97:1286–1295, 2019. doi: 10.1093/jas/skz016
- Chung, K. Y.; Smith, S. B.; Choi, S. H. Oleic acid enhances G protein coupled receptor 43 expression in bovine intramuscular adipocytes but not in subcutaneous adipocytes. **J. Anim. Sci.** 2016.94:1875–1883, 2016.
- Cooke, R.F.; Bohnert, D.W.; Moriel, P.; Hess, B.W.; Mills, R.R. Effects of polyunsaturated fatty acid supplementation on ruminal in situ forage degradability, performance, and physiological responses of feeder cattle. **J. Anim. Sci.** 89, 3677–3689, 2011.
- Coró, F.A.G.; Youssef, E.Y.; Shimokomaki, M. Carne do zebu: o que está atrás da sua textura? **Revista Nacional da Carne.** 271: 28-34, 1999.

- Costa, E.C.; Restle, J.; Vaz, F.N. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 31(1): 119-128, 2002.
- Costa, C.; Rizzieri, R.; Melo, G.; Müller, L.; Estevan, D.; Pacheco, R.; Millen, D.D.; Angélica Pereira, A.; Zanatta, M.; Cappellozza, B.; Cervieri, R.; Martins, C.; Arrigoni, M. Effects of fatty acid profile of supplements on intake, performance, carcass traits, meat characteristics, and meat sensorial analysis of feedlot *Bos indicus* bulls offered a high-concentrate diet. **Transl. Anim. Sci.** 4:1-20, 2020. doi: 10.1093/tas/txaa142
- Crouse, J.D.; Cundiff, L.V.; Koch, R.M. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **J. Anim. Science**. 67: 10, 2661-2668, 1989.
- Cruz, G.M. Efeito do peso de abate sobre a qualidade da carcaça e o rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos jovens cruzados. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. São Pedro. **Anais**. Campinas: CTC:ITAL, 92-93, 2001.
- Detweiler, R.A.; Pringle, T.D.; Rekaya, R.; Wells, J.B.; Segers, J.R. The impact of selection using residual average daily gain and marbling EPDs on growth, performance, and carcass traits in Angus steers. **J. Anim. Sci.** 97:2450–2459, 2019. Doi: 10.1093/jas/skz124
- Duckett, S.K. Effect of nutrition and management practices on marbling deposition and composition, University of Georgia, **Technical bulletin**, 2001.
- Edenburn, B.M.; Kneeskern, S.G.; Bohrer, B.M.; Rounds, W.; Boler, D.D.; Dilger, A.C.; Felix, T.L. Effects of supplementing zinc or chromium to finishing steers fed ractopamine hydrochloride on growth performance, carcass characteristics, and meat quality. **J Anim Sci.**, 2016. Doi: 10.2527/jas.2015-9979.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations **Fats and fatty acids in human nutrition: A report of an expert consultation**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010.
- Gandemer, F. Lipids and meat quality. Lypolysis oxidation and flavour. In: Proceedings **44th ICoMST**, Barcelona, 106-119, 1998.
- Genther-Schroeder, O. N.; Branine, M.E.; Hansen, S.L. Effects of increasing supplemental dietary Zn concentration on growth performance and carcass characteristics in finishing steers fed ractopamine hydrochloride. **J. Anim. Sci.** 96:1903–1913, 2018. Doi:10.1093/jas/sky094
- Gilmore, L. A.; Walzem, R. L.; Crouse, S. F.; Smith, D. R.; Adams, T. H.; Vaidyanathan, V.; Cao, X.; Smith, S. B. Consumption of high-oleic acid ground beef increases HDL-cholesterol concentration but both high- and low-oleic acid ground beef decrease HDL particle diameter in normocholesterolemic men. **Journal of Nutrition**, 141, 1188–1194, 2011.
- Goel, G.; Arvidsson, K.; Vlaeminck, B.; Bruggeman, G.; Deschepper, K.; Fievez, V. Effects of capric acid on rumen methanogenesis and biohydrogenation of linoleic and α -linolenic acid. **Animal**, 3(6), 810-816, 2009.
- Greene, L.W.; Lunt, D.K.; Byers, F.M.; Chirase, N.K.; Richmond, C.E.; Knutson, R.E.; Schelling G.T. Performance and carcass quality of steers supplemented with zinc oxide or zinc methionine. **J. Anim. Sci.** 66: 1818-1823, 1988.
- Gorocica-Buenfil, M.A.; Fluharty, F.L.; Bohn, T.; Schwartz, S.J.; Loerch, S.C. Effect of low vitamin A diets with high-moisture or dry corn on marbling and adipose tissue fatty acid composition of beef steers. **J. Anim. Sci.** 85, 3355–3366, 2007.

- Gupta, R. K.; Arany, Z.; Seale, P. et al. Transcriptional control of preadipocyte determination by Zfp423. **Nature** 464, 619–623, 2010.
- Gwartney, B. L.; Calkins, C. R.; Rasby, R. J.; et al. Use of Expected Progeny Differences for Marbling in Beef: II. Carcass and Palatability Traits. **J. Anim. Sci.** 74:1014–1022, 1996.
- Harfoot, C.G.; Hazlewood, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: Hobson, H.D. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem** New York: Elsevier Science, 285-322, 1988.
- Hunt, M. R.; Garmyn, A. J.; O'Quinn, T.G.; Corbin, C.H.; Legako, J.F.; Rathmann, R.J.; Brooks, J.C.; Miller, M.F. Consumer assessment of beef palatability from four beef muscles from USDA choice and select graded carcasses. **Meat Sci.** 98:1–8, 2014. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.04.00
- Huntington, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to bulk. **J. Anim. Sci.** 75: 852-867, 1997.
- Lawrie, R.A. **Ciência da carne**. Sexta edição. Porto Alegre: Artmed, 384, 2005.
- Lyforda, C.; Thompsonb, J.; Polkinghornec, R.; Millerd, M.; Nishimurae, T.; Neathf, K.; Alleng, P.; Belasco, E. Is willingness to pay (WTP) for beef quality grades affected by consumer demographics and meat consumption preferences? **Australasian Agribusiness Review**. v18, 2010.
- Martins, T. S.; Sanglard, L. M. P.; Silva, W.; Chizzotti, M.L.; Rennó, L.N.; Serão, N.V.L.; Silva, F.F.; Guimarães, S.E.F.; Ladeira, M.M.; Dodson, M.V.; Du, M.; Duarte, M.S. Molecular factors underlying the deposition of intramuscular fat and collagen in skeletal muscle of Nellore and angus cattle. **PLoS One**, 10:1–13, 2015. doi: 10.1371/journal.pone.0139943
- Mangrum, K.S.; Tuttle, G.; Duckett, S.K.; Sell, G.S; Krehbiel, C.R.; Long, N.M. The effect of supplementing rumen undegradable unsaturated fatty acids on marbling in early-weaned steers. **J. Anim. Sci.**, 94, 833–844, 2016.
- McAllister, T.A.; Phillippe, R.C.; Rode, L.M. et al. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. **J. Anim. Sci**, 71: 205-212, 1993.
- Mertz, W. Chromium in human nutrition: a review. **J. Nutr.** 123 (4): 626-633, 1993.
- Millen, D. D.; Pacheco, R. D. L.; Arrigoni, M. D. B. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **J. Anim. Sci.** 87:3427-3439, 2009.
- Moczowska, M.; Póltorak, A.; Wierzbicka, A. Impact of the ageing process on the intensity of post mortem proteolysis and tenderness of beef from crossbreeds. **Bull Vet Inst Pulawy**. 59:361–367, 2015.
- Moody, W.G.; Cassens, R.G. Histochemical differentiation of red and white muscle fibers. **J Anim Sci**. 27(4):961-8, 1968. doi: 10.2527/jas1968.274961x.
- Moraes, S. S. Novos microelementos minerais e minerais quelatados na nutrição de bovinos. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**, 2001.
- Muchenjea, V.; Dzamac, B.K.; Chimonyoa, M. et. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, 112: 279-289, 2009.
- Nascimento, F.A.; Silva, N.C.; Prados, L.F.; Pacheco, R.D.L.; Johnson, B.J.; Cappelozza, B.I.; Resende, F.D.; Siqueira, G.R. Calcium salts of fatty acids with varying fatty acid profiles in diets of feedlot-finished *Bos indicus* bulls: impacts on intake, digestibility, performance, and carcass and meat characteristics. **J. Anim Sci.** 98: 382, 2020. doi: 10.1093/jas/skaa382

- Ramírez-Zamudio, G.D.; Cruz W.F.G.; Schoonmaker, J.P.; Resende, F.D.; Siqueira, G.R.; Machado Neto, O.R.; Gionbelli, T.R.; Teixeira, P.D.; Rodrigue, L.M.; Gionbelli, M.P.; Ladeira, M.M. Effect of rumen-protected fat on performance, carcass characteristics and beef quality of the progeny from Nellore cows fed by different planes of nutrition during gestation. **Livestock Science**. 258.104851, 2022. doi:10.1016/j.livsci.2022.104851
- Rodrigues, V.C.; Andrade, I.F. Características físico-químicas da carne de bubalinos e de bovinos castrados e inteiros. **R. Bras. Zootec.** 33: 1839-1849, 2004.
- Rooney, L.W.; Pflugfelder, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on shorghum and corn. **J. Anim. Sci.**, 63(5):1607-1623, 1986.
- Silva, S.L.; Leme, P.R.; Putrino, S.M.; Pereira, A.S.C.; Valinote, A.C.; Filho, J.C.M.N.; Duarte Lanna, D.P.D. Fatty acid composition of intramuscular fat from Nellore steers fed dry or high moisture corn and calcium salts of fatty acids. **Livestock Science**. 122: 290–295, 2009. doi:10.1016/j.livsci.2008.09.013
- Silvestre, A.M.; Millen, D.D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists **R. Bras. Zootec.**, 50: e20200189, 2021.
- Smith, S.B.; Crouse, J.D. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. **J. Nutr.** 114: 792–800, 1984.
- Spears, J. W.; Kegley, E.B. Effect of zinc source (zinc oxide vs zinc proteate) and level on performance, carcass characteristics, and immune response of growing and finishing steers. **J. Anim. Sci.** 80:2747–2752, 2002.
- Tullio, R.R. Estratégias de manejo para produção intensiva de bovinos visando à qualidade da carne (**tese**). Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2004.
- Valadares Filho, S.C.; Magalhães, K.A.; Rocha Junior, V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. CQBAL 2.0 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Suprema Gráfica Ltda. 329p, 2006.
- Valadares Filho, S. C.; Pina, D. S. Fermentação ruminal. In. Berchielli, T. T.; Pires, A.V.; Oliveira, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, p. 161-189, 2011.
- Van Elswyk, M.E.; McNeill, S.H. Impact of grass/forage feeding versus grain finishing on beef nutrients and sensory quality: The U.S. experience. **Meat Science**. 96: 535–540, 2014.
- Vieselmeier, B. A.; Rasby, R. J.; Gwartney, B. L. Use of Expected Progeny Differences for Marbling in Beef: I. Production Traits. **J. Anim. Sci.** 74:1009–1013, 1996.
- Vellini, B.L.; Prados, L.F.; Monção, F.P.; Fireman, A.K.; Resended, F.D.; Siqueira, G.R. Zinc amino acid complex in association with chromium methionine improves the feed efficiency of finished Nellore cattle in the feedlot. **Animal Feed Science and Technology**. 262: 114430, 2020.
- Oh, Y. S.; Smith, S.B.; Choi, C.B. Zinc increases differentiation of bovine intramuscular adipocytes by suppressing nitric oxide production. **J. Anim. Sci.** 82(Suppl. 1):42. (Abstr.), 2004.
- Oliveira, E.A.; Sampaio, Henrique, A.A.M.; Pivaro, W.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** 90 28–35, 2012.

- Orskov, E.R. Starch Digestion and Utilization in Ruminantes. **Journal of Animal Science**, Champaign, 63 (5): 1624-1633, 1986.
- Owens, F.N.; Zinn, R.A.; Kim, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, 63: 1634-1648, 1986.
- Wheeler, T.L.; Savell, J.W.; Croos, H.R. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **J. Anim Sci.**, v. 68, n. 12, p. 4206-4220, 1990.
- Wood, J.D.; Richardson, R.I.; Nute, G.R.; et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Sci.** 60: 21-32, 2003.
- Wood, J. D.; Enser, M.; Fisher, A. V.; Nute, G. R.; Sheard, P. R.; Richardson, R. I.; Hughes, S. I.; Whittington, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Sci.** 78 (4): 343-358, 2008.
- Wyrwisz, J.; Moczowska, M.; Kurek, M.; Stelmasiak, A.; Półtorak, A.; Wierzbicka, A. Influence of 21 days of vacuum-aging on color, bloom development, and WBSF of beef semimembranosus. **Meat Sci.** 122:48–54, 2016.

CAPÍTULO 2

“Efeito de protocolos nutricionais para marmoreio sobre as características e qualidade da carne de bovinos Nelore confinados”