

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA
CARNE DE BOVINOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE TERMINAÇÃO**

CÂNDIDA CAMILA DOS REIS
Zootecnista / UTFPR
Mestre em Zootecnia / UTFPR

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Doutor em
Zootecnia Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Julho, 2019

CIP - Catalogação na Publicação

Reis, Cândia Camila dos
DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE
DA CARNE DE BOVINOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE
TERMINAÇÃO / Cândia Camila dos Reis. -- 2019.
131 f.
Orientador: José Fernando Piva Lobato.

Coorientador: Jaime U. Tarouco.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Qualidade de Carne. 2. Desempenho novilhos
Brançus. 3. Sistemas de terminação. 4. Protozoários
Ruminais. I. Lobato, José Fernando Piva, orient. II.
Tarouco, Jaime U., coorient. III. Título.

Cândida Camila dos Reis
Mestre em Zootecnia

TESE

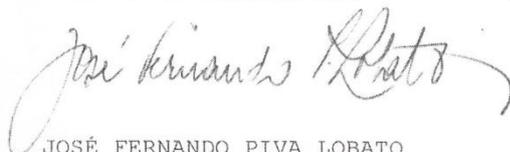
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

DOUTORA EM ZOOTECCIA

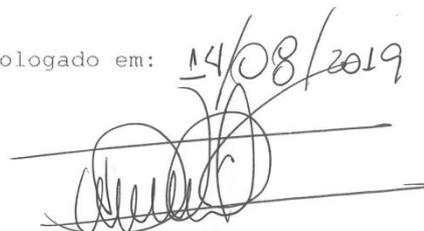
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 15.07.2019
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 14/08/2019
Por



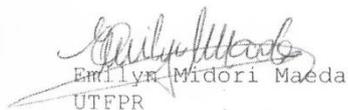
JOSÉ FERNANDO PIVA LOBATO
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador



DANILO PEDRO STREIT JR.
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



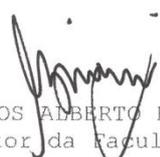
Elisa Cristina Modesto
UFRGS



Emillyn Midori Maeda
UTFPR



Saulo da Luz e Silva
USP



CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

Ao meu esposo Rafael, que esteve sempre ao meu lado, pelo amor,
companheirismo, compreensão e estímulo durante esta trajetória.
À minha filha Helena, que chegou para me mostrar o verdadeiro sentido da
vida, sobre completude e amor.

Dedico...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos proporcionadas nessa longa caminhada. Pelo dom da vida, pela saúde e proteção.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial ao departamento de Pós Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

À Miolar Alimentos Ltda por ter possibilitado as coletas e a todos os colaboradores envolvidos, pela presteza com que contribuíram para realização de todo trabalho.

Ao meu esposo, por estar ao meu lado, incondicionalmente, sempre me fazendo acreditar que chegaria ao final desta difícil, porém gratificante etapa. Sou grata por cada gesto carinhoso, cada sorriso... Por todo incentivo, não só afetivo, mas financeiro. Mais uma vez, sem você não teria sido possível.

Aos professores e orientadores, prof. Dr. Jaime Tarouco e prof. Dr. José Piva Lobato.

Ao professor Dr. Saulo pela presteza em todos os momentos em que foi solicitado e pela contribuição no desenvolvimento de todo trabalho.

Aos Alunos da USP - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, por não medirem esforços em me ajudarem. Sem esse auxílio não teria sido possível finalizar o trabalho.

Especial agradecimento ao prof. Dr. Douglas Sampaio Henrique (*in memoriam*), por ter me incentivado desde a graduação. Por ter sido um exemplo de hombridade e honestidade. Pelo seu legado. Serei eternamente grata a Deus por ter tido a oportunidade de ter convivido com os ensinamentos desse cara.

Não poderia deixar de agradecer ao Celso (*in memoriam*), que infelizmente também nos deixou no meio dessa trajetória... Sem a sua dedicação na coleta e preparação das amostras, eu também não teria conseguido.

Aos meus pais, por me apoiarem e me incentivarem a nunca desistir. Pelos sábios conselhos e palavras de carinho nos momentos necessários.

Ao meu irmão Dudu, que simplesmente pelo fato de existir me faz querer ser uma pessoa melhor. Teu amor e teu carinho são fundamentais em minha vida.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização desse trabalho, meu eterno carinho!

DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE TERMINAÇÃO¹

Autor: Cândida Camila dos Reis

Orientador: José Piva Lobato

Resumo: O trabalho foi desenvolvido para avaliar o desempenho, as características de carcaça, a qualidade da carne (pH, cor, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, comprimento de sarcômero, análise sensorial) e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de novilhos, sob três sistemas de terminação. Foram avaliados 45 novilhos Brangus com idade média de 19 meses e peso médio inicial de 396 ± 18 kg, terminados em confinamento (CON; n=15), a pasto (PAS; n=15) e com suplementação a pasto (SUP; n=15). Os animais eram pesados a cada 36 dias para obtenção do ganho diário médio (GDM) durante todo período de terminação. Durante 109 dias foram mantidos no confinamento e na pastagem com suplementação e por 144 dias na pastagem. No primeiro trabalho observou-se que os animais terminados em confinamento apresentaram maior ($P < 0,05$) peso vivo final (PVF) e ganho diário médio (GDM) em relação aos animais terminados exclusivamente a pasto (PAS), porém não diferiram ($P > 0,05$) dos animais a pasto com suplemento. O peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça quente e fria (RCQ; RCF) foram maior ($P < 0,05$) para os animais terminados em confinamento, não diferindo ($P > 0,05$) entre os animais terminados a pasto e pasto com suplemento. Os animais terminados a pasto apresentaram maior pH ($P < 0,05$) no músculo *Longissimus* após 24 horas de refrigeração, em relação aos animais confinados e a pasto recebendo suplemento, sendo que estes não diferiram entre si. A maior área de olho de lombo (AOL) foi observada para os animais terminados em confinamento ($P < 0,05$), porém não diferiu entre os outros dois tratamentos. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos para espessura de gordura subcutânea. As características de carcaça, como peso, rendimento, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e pH, podem ser influenciadas pelo sistema de terminação. No segundo trabalho, as médias gerais dos dados obtidos nas análises de composição física nas carnes frescas não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$) entre si para L* luminosidade, a* intensidade de vermelho, b* intensidade de amarelo, C* croma e também para o H* ângulo de inclinação, assim como para perda por cocção (PPC). A menor força de cisalhamento (FC) e o maior comprimento de sarcômero (CS) por observada nos animais terminados em confinamento ($P < 0,05$) em relação aos animais terminados a pasto e a pasto com suplemento, sendo que os mesmos não apresentaram ($P > 0,05$) diferença entre si para força de cisalhamento (FC). Animais terminados a pasto apresentaram menor comprimento de sarcômero em relação aos outros dois tratamentos. A maciez avaliada pelo painel de degustadores apresentou maior nota para os animais terminados em confinamento, assim como aceitação geral, sabor e suculência ($P < 0,05$), em relação aos animais a pasto e pasto com suplemento. A carne dos animais terminados exclusivamente a pasto apresentou menor maciez ($P < 0,05$), no entanto obtiveram melhor suculência ($P < 0,05$) em comparação com a carne dos animais terminados a pasto com suplementação. Na análise sensorial qualitativa, o sabor não diferiu entre os três tratamentos ($P > 0,05$). A maciez foi mais bem avaliada para a carne dos animais terminados em confinamento, não diferindo em relação a suculência para os animais terminados a pasto. No terceiro trabalho não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para o somatório dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados entre os três tratamentos, assim como para o somatório dos ácidos graxos poliinsaturados *n-3* e *n-6*. Em relação aos ácidos graxos

monoinsaturados, apenas o ácido graxo transvaccênico (C18:1 *trans* 1) apresentou diferença ($P<0,05$), sendo sua maior concentração nos animais terminados a pasto, seguido dos animais terminados a pasto recebendo suplemento e confinados. Em relação aos ácidos graxos poliinsaturados, o ácido Dihomo- γ -linolênico (20:3 *n*-6) apresentou maior concentração ($P<0,05$) nos animais a pasto recebendo suplemento, não diferindo entre os outros dois tratamentos. Os animais a pasto apresentaram menor concentração ($P<0,05$) do ácido C20:2 *n*-6, diferindo da carne dos novilhos confinado e dos a pasto com suplementação. O ácido linoleico conjugado (CLA) também apresentou maiores concentrações nos animais terminados exclusivamente a pasto ($P<0,05$), assim como a relação *n*-6/*n*-3, sendo que os animais a pasto também apresentaram menor relação *n*-6/*n*-3 ($P<0,05$) em relação aos animais confinados e/ou a pasto com suplemento. No quarto trabalho não foram observadas diferença ($P>0,05$) para protozoários da família Isotrichidae (*Dasytricha* e *Isotricha*) nos animais confinados, à pasto e a pasto recebendo suplemento. Os ciliados pertencentes à ordem Entodiniomorphida, *Diplodinium*, *Entodinium*, *Eudiplodinium* e *Polyplastron* apresentaram maior prevalência ($P<0,05$) nos animais terminados exclusivamente a pasto, sendo que o mesmo grupo apresentou maior densidade de ciliados em relação aos animais confinados e/ou a pasto recebendo suplemento. O sistema de alimentação influenciou ($P<0,05$) na população total de ciliados no rúmen.

Palavras-chave: desempenho; análise sensorial; ácidos graxos; protozoários ruminais.

¹ Tese de doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (133p.) Julho, 2019.

PERFORMANCE, CARCASS CHARACTERISTICS AND BEEF QUALITY IN DIFFERENT TERMINATION SYSTEMS²

Author: Cândida Camila dos Reis

Advisor: José Piva Lobato

Abstract: The study was developed to evaluate the performance, carcass characteristics, meat quality (pH, color, shear force, water retention capacity, sarcomere length, sensory analysis) and *Longissimus* muscle fatty acid profile of steers, fewer than three termination systems. A total of 45 Brangus steers with a mean age of 19 months and initial mean weight of 396 ± 18 kg, finishing in confinement (CON; n = 15), pasture (PAS; n = 15) and pasture supplementation (SUP; n = 15). The animals were weighed every 36 days to obtain the mean daily gain (GDM) throughout the termination period. During 109 days, it was kept in confinement and pasture with supplementation and for 144 days in the pasture. In the first study, it was observed that the animals finished in confinement presented higher ($P < 0.05$) final live weight (PVF) and average daily gain (GDM) in relation to the exclusive pasture (PAS) animals, but did not differ ($P > 0.05$) of the grazing animals with supplement. The warm carcass weight (PCQ), cold carcass weight (PCF), warm and cold carcass yield (WHR) were higher ($P < 0.05$) for animals finishing in confinement, not differing ($P > 0.05$) between the finished animals the pasture and pasture with supplement. The pasture-fed animals presented higher pH ($P < 0.05$) in the *Longissimus* muscle after 24 hours of cooling, in relation to the confined animals and the pasture receiving the supplement, and these did not differ from each other. The largest loin eye area (AOL) was observed for animals finishing in confinement ($P < 0.05$), but did not differ between the other two treatments. There were no differences ($P > 0.05$) between treatments for subcutaneous fat thickness. Carcass characteristics, such as weight, yield, loin eye area, subcutaneous fat thickness, and pH, may be influenced by the termination system. In the second study, the general averages of the data obtained in the analyses of physical composition in the fresh meat did not present statistical difference ($P > 0.05$) among themselves for L * luminosity, * intensity of red, b * intensity of yellow, C * chroma and also for the H * slope angle as well as for bake loss (PPC). The lower shear force (FC) and the longer sarcomere length (CS) were observed in the animals finishing in confinement ($P < 0.05$) in relation to the pasture and pasture supplemented animals, which did not present ($P > 0.05$) difference for shear force (FC). Animals finishing pasturing presented a smaller length of the sarcomere in relation to the other two treatments. The softness evaluated by the panel of testers presented a higher score for the animals finished in confinement, as well as general acceptance, flavor and succulence ($P < 0.05$), in relation to the animals to pasture and pasture with supplement. The meat of the exclusive pasture animals presented lower softness ($P < 0.05$), however, it obtained better succulence ($P < 0.05$) compared to the meat of the pasture animals with supplementation. In the qualitative sensorial analysis, the taste did not differ between the three treatments ($P > 0.05$). The softness was better evaluated for the meat of the animals finished in confinement, not differing in relation to the succulence for the animals finished to pasture. In the third study, no differences were observed ($P > 0.05$) for the sum of the saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids among the three treatments, as well as for the sum of *n*-3 and *n*-6 polyunsaturated fatty acids. In relation to the monounsaturated fatty acids, only *trans*-vaccenic fatty acid (C18: 1 *trans* 1) presented a difference ($P < 0.05$), is the highest concentration in the animals finished to pasture, followed by animals finishing the pasture receiving supplement and confined. In relation to polyunsaturated fatty acids, Dihomo- γ -linolenic acid (20: 3 *n*-6) had a higher concentration ($P < 0.05$) in the

animals fed the supplement, not different between the other two treatments. The animals on pasture presented a lower concentration ($P < 0.05$) of C20: 2 $n-6$ acid, differing from the meat of confined steers and supplemented pastures. Conjugated linoleic acid (CLA) also showed higher concentrations in the exclusively pasture-treated animals ($P < 0.05$), as well as the $n-6 / n-3$ ratio, while the pasture animals also had a lower ratio $n-6 / n-3$ ($P < 0.05$) relative to confined animals and/or supplemented pasture. In the fourth study, no difference ($P > 0.05$) was observed for protozoa of the family Isotrichidae (*Dasytricha* and *Isotricha*) in confined animals, pasture and pasture receiving the supplement. The ciliates belonging to the order Entodiniomorphida, *Diplodinium*, *Entodinium*, *Eudiplodinium* e *Polyplastron* presented a higher prevalence ($P < 0.05$) in the exclusive pasture animals, and the same group had a higher density of ciliates in relation to the confined animals and/or pasture receiving the supplement. The feeding system influenced ($P < 0.05$) the total population of ciliates in the rumen.

Keywords: performance; sensory analysis; fatty acids; ruminal protozoa.

² Doctoral thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (133 p.) Julho, 2019.

Sumário

Lista de Tabelas	11
Lista de Figuras	12
Lista de abreviaturas e siglas.....	13
CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. <i>Caracterização do abate de bovinos no Brasil</i>	18
2.2 <i>Sistemas de terminação e influência na qualidade da carne</i>	19
2.3 <i>Características de carcaça e qualidade da Carne</i>	24
2.4 <i>Perfil de ácidos graxos</i>	27
3. Protozoários ruminais.....	29
3.1 <i>Efeito do sistema de alimentação nas populações de protozoários ruminais e perfil de ácido graxo na carne</i>	31
3.2 <i>Protozoários ruminais x Perfil de ácidos graxos</i>	35
4. Hipóteses e objetivos	38
5. CAPÍTULO II.....	39
6. CAPÍTULO III	59
7. CAPÍTULO IV	84
8. CAPÍTULO V	100
9. REFERÊNCIAS.....	116

Lista de Tabelas

CAPÍTULO II

Tabela 1 Composição química (% da material seca) da dieta oferecida a novilhos Brangus terminados em diferentes sistemas de alimentação 43

Tabela 2 Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores P (P) peso inicial, peso final, ganho diário médio (GDM), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) de novilhos Brangus terminados em confinamento, pasto recebendo suplemente e a pasto.....47

CAPÍTULO III

Tabela 1 Composição química (% da material seca) da dieta oferecida a novilhos Brangus terminados em diferentes sistemas de alimentação..... 63

Tabela 2 Médias e erros padrões para pH24 e cor da carne de novilhos Brangus terminados em confinamento, a pasto com suplemento e a pasto..... 71

Tabela 3 Médias e erros padrões para perda por cocção, força de cisalhamento, comprimento de sarcômero, características sensoriais quantitativas e qualitativas da carne de novilhos Brangus terminados em confinamento, a pasto com suplemento e a pasto.....72

CAPÍTULO IV

Tabela 1 Composição química (% da material seca) da dieta oferecida a novilhos Brangus terminados em diferentes sistemas de alimentação..... 87

Tabela 2 Médias por sistema de alimentação para ácidos graxos^(a) do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos Brangus..... 92

CAPÍTULO V

Tabela 1 Composição química (% da material seca) da dieta oferecida a novilhos Brangus terminados em diferentes sistemas de alimentação.....103

Tabela 2 Protozoários ciliados registrados em novilhos brangus submetidos a diferentes dietas (n= 45)105

Tabela 3 ($\times 10^4$ mL) estimadas para os gêneros de protozoários mantidos em confinamento, à pasto e à pasto com suplementação.....107

Lista de Figuras

CAPÍTULO I

Figura 1. Desenhos esquemáticos de protozoários ciliados encontrados em ruminantes domésticos. Ordem Vestibuliferida: Gêneros **A:** *Isotricha* (**A'**- *Isotricha prostoma*; **A''**- *Isotricha intestinalis*), **B:** *Dasytricha*. Ordem Entodiniomorphida: Gêneros: **C:** *Charonina*; **D:** *Entodinium*; **E:** *Diplodinium*; **F:** *Eodinium*; **G:** *Eremoplastron*; **H:** *Ostracodinium*; **I:** *Eudiplodinium*; **J:** *Diploplastron*; **K:** *Metadinium*; **L:** *Enoploplastron*; **M:** *Polyplastron* (**M'**: Lado esquerdo; **M''**: Lado direito); **N:** *Epidinium* e **O:** *Ophryoscolex*. Desenhos: D'AGOSTO (1995).....28

CAPÍTULO III

Figura 1 – Ficha de avaliação do teste sensorial de aceitação do consumidor acoplado ao teste *just-about-right*.....67

Lista de abreviaturas e siglas

AG	Ácido graxo
AGI	Ácido graxo insaturado
AGMI	Ácido graxo monoinsaturado
AGPI	Ácido graxo poliinsaturado
AGS	Ácido graxo saturado
AOL	Área de olho de lombo
C*	Cromo
C14:0	Ácido mirístico
C16:0	Ácido palmítico
C16:2 n-7	Ácido palmitoléico
C18:0	Ácido esteárico
C18:1 <i>cis</i> -9	Ácido oleico
C18:1 <i>trans</i> -11	Ácido transvacênico
C18:2	Ácido linoleico
C18:3	Ácido linolênico
C20:4n-6	Ácido araquidônico
C20:5 n-3	Ácido eicosapentanóico
C22:6 n-3	Ácido docosahexanóico
CLA	Ácido linoleico conjugado
EE	Extrato etéreo
EGS	Espessura de gordura subcutânea
FC	Força de cisalhamento
FG	Fibra de contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração branca
FOG	Fibra de contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico e coloração intermediária
GDM	Ganho diário médio
H*	Ângulo de inclinação
PCF	Peso de carcaça fria
PCQ	Peso de carcaça quente
PPC	Perda por cocção

PV	Peso vivo
RCF	Rendimento de carcaça fria
RCQ	Rendimento de carcaça quente
SO	Fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e colocação vermelha

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, com 221,81 milhões de cabeças e uma produção aproximada de 9,71 milhões de toneladas de equivalente carcaça por ano, sendo que 20,9% deste total são exportados para diversos países (ANUALPEC, 2018), demonstrando assim a importância que pecuária de corte nacional representa para o cenário de produção de carne. Embora apresente posição de destaque no cenário de produção de carne mundial, o Brasil apresenta grande variação nos sistemas empregados para criação de bovinos, principalmente na fase de terminação (Menezes et al., 2008), além da variabilidade genética das raças utilizadas na produção de carne (Bonin et al., 2014), influenciando diretamente os atributos relacionados a qualidade da carne.

Conforme descrito por Lawrie (1985), existe uma grande variação individual na qualidade de carne entre animais da mesma e de diferentes raças, sexo e ambiente, o que ainda gera uma série de discussões e pesquisas para que essas disparidades sejam esclarecidas. Esta variação é causada por fatores intrínsecos (genéticos) e extrínsecos (ambiente), os quais interagem e determinam os resultados dos processos metabólicos no período pré e *postmortem* (Klont et al., 1998).

Alem da redução da idade, o sistema de alimentação tem influência direta sobre a eficiência do sistema de acabamento e qualidade da carcaça (Maggioni et al., 2009). Sendo o plano nutricional considerado o fator mais importante que afeta a composição da carcaça, pois está intimamente relacionado com a quantidade de gordura corporal (Luchiarri Filho et al., 1997). De acordo com Block et al. (2001), o manejo alimentar pode ser utilizado como uma ferramenta para alterar a composição da carcaça de acordo com os objetivos propostos. Neste mesmo sentido, a importância de se estudar os gêneros de protozoários dentre de animais da mesma espécie e sob diferentes sistemas de terminação, podem nos fornecer importantes informações sobre seu papel na determinação dos atributos sensoriais relacionados a qualidade da carne, visto que os protozoários podem atuar ativamente na biohidrogenação de ácidos graxos insaturados e na fermentação do lactato produzido pelas bactérias. Quanto à proteína consumida pelos ciliados, mais da metade desta retorna para o fluido ruminal após ser excretada na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos (Kozloski, 2002).

O principal substrato de ácidos graxos para biohidrogenação em animais de pasto é ácido linolênico, porque é o ácido graxo mais abundante presente em glicolipídios e fosfolipídios de gramíneas e outras forragens, enquanto suplementos de ácido linoleico em forma de triacilgliceróis são geralmente o principal substrato para biohidrogenação (LOURENÇO et al., 2010). Os ácidos graxos poli-insaturados são mais tóxicos para as bactérias que participam da biohidrogenação em relação aos ácidos graxos monoinsaturados. Quando ácidos graxos poli-insaturados são ingeridos por ruminantes, a biohidrogenação acontece para permitir a sobrevivência da bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*, que é a maior responsável por este processo (MAIA et al., 2007; MAIA et al., 2010). Neste sentido, dietas que forneçam ácidos graxos insaturados são interessantes, pois podem mudar o perfil de ácidos graxos da carne, além de melhorar a qualidade da carne quando fontes

lipídicas protegidas da degradação ruminal são oferecidas para bovinos em terminação (PALMQUIST e MATTOS, 2006).

Desta forma, pode-se observar que a manipulação da dieta é a principal ferramenta para melhorar a produção e a produtividade dos rebanhos de corte nos diferentes sistemas em que são criados. Dentro desse contexto o estudo das relações existentes entre sistema de terminação e os atributos relacionados à qualidade da carne, bem como informações referente a importância dos protozoários ruminais em relação ao perfil de ácidos graxos na carne, é de grande interesse para seleção e melhoramento animal, se tornar uma importante fonte de informação para produção de carne de qualidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Caracterização do abate de bovinos no Brasil

No Brasil, em 2017 foram abatidas 30,83 milhões de cabeças de bovinos sob algum tipo de serviço de inspeção sanitária (Federal, Estadual ou Municipal), representando um aumento de 3,6% em relação a 2016. Deste total, 59,5% é representado por machos e 40,5% por fêmeas. Seguindo o mesmo comportamento, a produção de carcaças bovinas aumentou de 4,3% em relação ao ano anterior, sendo produzido 7,67 milhões de toneladas de carcaças bovinas. As exportações de carne bovina *in natura* sofreram retração de 0,3% no comparativo 2016/2015. As maiores quedas ocorreram para Venezuela, Rússia e Egito, sendo compensadas principalmente por aumentos nos volumes exportados para outros países, como China, Arábia Saudita, Chile e Hong Kong, este último, destacando-se como principal destino das exportações em 2016 (IBGE, 2017).

Embora a produção em toneladas de carcaça tenha apresentado um pequeno aumento, após três quedas consecutivas, o Brasil apresenta posição de destaque no cenário econômico. A pecuária nacional, caracterizada por apresentar baixa produtividade e uma grande variação dos sistemas de produção e da qualidade da carne produzida, tem evoluído nos últimos 50 anos (Luchiari Filho et al., 2000) e passa por um momento de grande importância, atravessando a barreira de uma pecuária produtora de *commodities* para uma pecuária de maior produtividade, produtos diferenciados, padronizados e com qualidade, tornando-se mais competitiva no que se diz respeito à produção de carne com qualidade.

Dentre os fatores que contribuem para características negativas na produção de carne de qualidade, destacam-se a variabilidade genética das raças bovinas utilizadas na produção de carne e a grande variação dos sistemas de produção adotados (Bonin et al., 2014). O rebanho de corte brasileiro é composto principalmente por animais da subespécie *Bos indicus* e por produtos de seu cruzamento com animais da subespécie *Bos taurus*. Apesar da proximidade filogenética destas duas subespécies, as características fenotípicas são bastante distintas, com reflexos marcantes na eficiência produtiva, reprodutiva e na qualidade da carne produzida. Os cruzamentos não aleatórios entre elas surgem como forma de aprimorar a produção destes animais, porque permite gerar heterose e combinar características desejáveis desses grupos genéticos.

Os zebuínos são caracterizados por apresentarem grande rusticidade, pela fácil adaptação às condições climáticas e forrageiras das regiões tropicais e subtropicais, pela resistência e maior tolerância as infestações de endo e ectoparasitas. Os taurinos apresentam maior suscetibilidade às doenças e infestações parasitárias, em função da menor adaptação ao clima tropical. Em contrapartida, são reconhecidos pela maior eficiência em relação aos parâmetros produtivos, quando os mesmos se encontram em ambiente favorável ao seu desempenho (CARDOSO et al., 2014).

Dentre as raças oriundas dos cruzamentos entre raças zebuínas e taurinas, a raça Brangus se destaca tanto em sistemas intensivos como

extensivos por sua maior precocidade e pela produção de carne de melhor qualidade em relação as raças zebuínas. Originária dos EUA, criada em 1912 a partir da raça Aberdeen Angus com a raça Brahman, trazida ao Brasil na década de 70, a Embrapa Pecuária Sul começou investir na raça, sendo desenvolvida na cidade de Bagé (Associação Brasileira de Criadores de Brangus - ABCB). Busca-se nesse cruzamento o encurtamento do ciclo de produção, por consequência animais mais precoces e melhor qualidade de carcaça e de carne (Maciel, 2000).

Sistemas pecuários intensivos requerem animais precoces quanto ao acabamento, adaptados e que apresentem bom ganho de peso. A combinação de raças de origem europeia, adaptadas ou não, com raças zebuínas, resulta, em animais com boa capacidade produtiva em ambientes tropicais e subtropicais (Euclides Filho, 2001a).

Para alcançar os índices tão desejados por pecuaristas e garantir a qualidade do produto junto ao consumidor, a pecuária precisa mostrar-se eficiente em todos os segmentos envolvidos na produção, combinando fatores como: a raça ideal para o sistema em que necessita produzir e alimentação adequada, garantindo a máxima eficiência do rebanho. A otimização do ponto final de abate, seja ela pela idade, grau de acabamento, peso corporal ou peso de carcaça, também exerce influência direta sobre a resposta biológica dos animais (Berg & Butterfield, 1976). O consumo e a eficiência alimentar tem grande influência sobre peso de abate e desempenho, interferindo também nas características da carcaça e na qualidade da carne produzida (Costa et al., 2002).

2.2 Sistemas de terminação e influência na qualidade da carne

O Brasil apresenta grande variação nos sistemas empregados para criação de bovinos, principalmente na fase de terminação. Embora a terminação de animais em confinamento ou semi-confinamento tenha aumentado gradativamente nos últimos anos, a grande maioria dos animais são terminados em sistemas extensivos (Menezes et al., 2008), influenciando diretamente os atributos relacionados a qualidade da carne.

A eficiência biológica animal varia de acordo com o peso, condição corporal, idade, sexo, potencial genético e qualidade nutricional da dieta (Gottschall et al., 2009). Baseado nisso, pode-se dizer que a produção animal é função do consumo e valor nutritivo do alimento (Illius e Jessop, 1999), sendo que o consumo é determinante para o atendimento dos requisitos de manutenção e de produção (NRC, 1996). Os alimentos oferecidos durante a recria e terminação têm efeito significativo no rendimento de carcaça em bovinos. A fase da recria é determinante para o tempo em que o animal permanecerá na fase de terminação. Estratégia, como a suplementação concentrada nesta fase, em animais em pastejo, favorece com que os animais cheguem mais pesados na fase de terminação (Rezende et al., 2009). Na fase de terminação, busca-se o acabamento da carcaça, através da maior deposição de tecido adiposo. É uma fase em que o consumo de alimento é maior e a conversão alimentar é menos eficiente quando comparado a outras fases da produção.

Neste sentido, a delimitação da quantidade de carne produzida, associada a adequada terminação da carcaça, é fundamental na determinação da eficiência biológica de animais de diferentes tamanhos à maturidade e taxas de crescimento, em sistemas intensivos de produção de carne (Silveira, 2003). Conforme descrito por Arrigoni et al. (2004), animais de tamanhos corporais diferentes apresentam diferença de crescimento e deposição tecidual em relação ao peso vivo de abate, área e espessura de gordura do músculo *longissimus dorsi* e tamanho de fibra muscular esquelética. Conhecendo a composição corporal e da carcaça em animais de diferentes tamanhos, em relação à maturidade e à taxa de crescimento, é possível otimizar os recursos alimentares para cada genótipo, ponto crítico para a eficiência do processo de produção de bovinos superprecoces (Boin e Tedeschi, 1996).

Ainda não são claras as informações a respeito do desenvolvimento do tecido muscular de bovinos. Taylor (1994) relatou que animais com maior grau de sangue de grupo genéticos de tamanho corporal pequeno ou médio, como Brangus, tendem a atingir a maturidade e acabamento mais precocemente. Por outro lado, Neto et al. (2009) não encontraram diferença significativa ($p < 0,05$) para área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea em animais Nelore e Brangus terminados a pasto.

Estudos de longa data demonstram a preocupação em avaliar o regime alimentar e suas implicações do desenvolvimento do tecido muscular em diferentes raças de bovinos, conforme demonstrado por Waldman et al. (1971), os quais trabalhando com níveis de consumo de EM de 0,6; 0,7 e *ad libitum*, verificaram que, enquanto o teor de proteína nos tecidos moles não variou, o teor de umidade diminuiu e o de gordura aumentou com o aumento energético na ração. O regime alimentar não influenciou a deposição óssea, porém, o percentual de músculos foi maior naqueles animais que receberam menos energia, concluindo que com menos energia a velocidade de deposição de tecido adiposo foi semelhante à taxa de desenvolvimento muscular.

Segundo Jorge et al. (1998), esse conhecimento nos dá informações e possibilidades de adequar a disponibilidade de nutrientes às exigências do animal em cada fase do crescimento, aproveitando, assim, todo o seu potencial. A manipulação que busca eliminação ou atenuação das fases negativas do crescimento, possibilitando que este seja sempre crescente ou mantido durante todo o ano, é fundamental para que possamos alcançar condições de abate, peso e ou terminação desses animais mais precocemente (REIS et al., 2009).

Embora os alimentos concentrados desempenhem papel fundamental para reduzir a idade de abate dos novilhos e melhorar a qualidade da carne bovina (Vaz & Restle, 1998), ainda é a fração volumosa a que participa em maior proporção na dieta dos animais. A eficiência na pecuária de corte está relacionada à redução na idade de abate, ao potencial genético do animal e à qualidade da alimentação (Restle e Vaz, 2003).

Animais mais jovens apresentam melhor conversão alimentar (kg de alimentos/ kg de ganho em peso), uma vez que o ganho se dá principalmente pelo crescimento da massa muscular (Silva et al., 2009). Baseado nisso, o conhecimento da curva de crescimento de bovinos de corte é importante, pois fornece informações para a busca de planejamento estratégico da alimentação.

O maior objetivo em relação à composição da carcaça é buscar maior quantidade de músculo com proporção de gordura e ossos desejáveis.

A curva de crescimento durante a vida do animal segue um modelo sigmóide, sendo composta por uma fase de crescimento lento, um período de autoaceleração, atingindo o ponto máximo da taxa de crescimento quando o animal atinge puberdade, e seguida de uma fase de desaceleração (Berg e Butterfield, 1976). É importante considerar também, que cada tecido possui velocidade diferente de crescimento, sendo os componentes corporais do animal de crescimento alométrico em relação ao todo (Roth et al., 2012). A busca por abate de animais mais jovens nada mais é do que a busca pela eficiência do sistema produtivo, uma vez que quando há aumento na idade do animal, há decréscimo na eficiência de transformação do alimento em ganho de peso (Arrigoni, 2003).

Existe uma grande variação individual na qualidade de carne entre animais da mesma e de diferentes raças, sexo e ambiente, o que ainda gera uma série de discussões e pesquisas para que essas disparidades sejam esclarecidas (Lawrie, 1985). Esta variação é causada por fatores intrínsecos (genéticos) e extrínsecos (ambiente), os quais interagem e determinam os resultados dos processos metabólicos no período pré e *postmortem* (Klont et al., 1998). Dentre esses fatores, podemos citar a composição da fibra muscular, a área de fibra e a quantidade de capilares dos músculos, sendo que essas diferenças podem ocorrer entre diferentes músculos de um mesmo animal ou entre animais. Outras variáveis como localização do músculo, idade, peso e a raça, podem influenciar na qualidade de carne (CASSENS e COOPER, 1971; ÉSSEN-GUSTAVSSON, 1995).

Koohmaraie (2003), estudando diferentes raças de bovinos observaram que aproximadamente 46% das variações na maciez da carne são devido à genética, enquanto que 54% das variações são explicadas pelo efeito de ambiente. Quando a análise é feita dentro de uma mesma raça, a genética explica 30% das variações na maciez, enquanto que 70% são dependentes do efeito de ambiente. Os fatores *post mortem* tem sido bastante estudados e considerados os mais relevantes na maciez do produto final. Dessa maneira, é necessário que os pontos críticos de controle relacionados a produção de carne com atributos de qualidade sejam observados e controlados (Koohmaraie, 2003).

A pecuária de corte nacional é caracterizada pela produção quase que exclusiva em sistemas baseados em pastagens (Lobato et al., 2014). Nestes sistemas, pode-se dividir a produção de carne em dois períodos: o período de primavera/verão, quando a alta produção forrageira resulta em elevado desempenho animal, e o período de outono/inverno, quando a produção limitada de pastagens retarda o crescimento animal ou provoca, até mesmo, perdas de peso durante este período (Prado et al., 2003). Essa variação na produção e qualidade da pastagem durante o ano pode ser considerada um fator limitante para expressão do potencial genético do animal, afetando a sua capacidade de expressar sua taxa de crescimento, resultando em um abate tardio de bovinos e com qualidade de carne inferior, tornando assim o setor ineficiente no ponto de vista técnico e econômico (Fernandes et al., 2010).

Nos últimos anos ocorreram grandes avanços na alimentação do nosso rebanho, a partir do melhoramento das pastagens existentes, e principalmente os avanços na suplementação alimentar a pasto e em tecnologias de terminação intensivas, como semi-confinamento e confinamento, agregando maior produtividade, sendo decisivos para diminuição na idade de abate, estando intimamente ligado ao incremento da qualidade da carne brasileira (EMBRAPA, 2017). Animais precoces e com alta taxa de desenvolvimento muscular têm exigência de manutenção menor do que animais de grande porte. No entanto, apresentam exigências para produção mais elevadas (NRC, 1996).

As exigências de animais confinados são supridas através do alimento fornecido no cocho, cuja quantidade e qualidade são homogêneas ao longo do ano. Por tanto, as características da carcaça e qualidade de carne são homogêneas. Contrário a isto, animais em pastejo enfrentam uma distribuição espaço-temporal da quantidade e qualidade da pastagem (Andrade, 2003), o que pode resultar em baixos rendimentos de carcaça com qualidade inferior (Machado et al., 2008). A combinação de raças, bem como uma alimentação adequada, é indispensável para aumentar a eficiência animal e qualidade dos produtos derivados (Paulino & Ruas, 1988), tornando o sistema mais rentável.

Müller et al. (1994), trabalhando com três sistemas alimentares distintos durante a terminação, observaram maior quebra ao resfriamento (2,87%) nos animais mantidos em pastagem nativa de baixa qualidade, em relação àqueles mantidos em pastagens cultivadas de melhor qualidade (2,00%), fator que os autores relacionaram ao menor acabamento das carcaças dos primeiros. Restle et al. (2000) observaram maior grau de acabamento nas carcaças dos animais terminados em confinamento do que em pastagem temperada. Vaz et al. (2007), não encontraram diferença na porcentagem de gordura na carcaça de novilhos Aberdeen Angus terminados em confinamento ou pastagem de azevém. Estes autores explicam uma pequena diferença numérica de 2,1% a favor dos animais terminados em pastagem de azevém pela influência da relação molar ácido acético – ácido propiônico ser maior nessa dieta. Macedo et al. (2001) observaram que os animais de mesma idade terminados em pastagem tropical apresentaram maior área de *Longissimus* (67,13 cm²) do que os alimentados em confinamento (63,14 cm²). Estes autores atribuem essa diferença ao maior peso de abate dos animais terminados a pasto.

Restle et al. (2000) e Vaz et al. (2007) não observaram diferença na maciez da carne de bovinos terminados em confinamento ou pastagem temperada, medida pelo painel de degustadores. No entanto, estes últimos autores constataram que a força de cisalhamento foi menor nos animais terminados em confinamento. Macedo et al. (2001) também observaram maior maciez (medida pelo Shear) nos animais terminados em confinamento do que quando terminados em pastagem tropical. Vaz et al. (2007) justificaram esse resultado afirmando que a força de cisalhamento, em carnes não maturadas, é influenciada diretamente pelo teor de colágeno. Os autores continuam presumindo maior conteúdo de colágeno na carne de animais mantidos em pastagem, o qual poderia sofrer influência da dieta ou das diferenças de manejo durante a terminação. Macedo et al. (2001) atribuem a menor força de

cisalhamento na carne de animais terminados em confinamento ao maior estresse pré-abate que animais em pastagem sofrem. Hadlich et al. (2006) observaram que animais da raça Brangus diferiram dos Nelores em relação as características físico-químicas para área de olho de lombo ($P < 0,05$), sugerindo uma diferença na taxa de crescimento e deposição de tecido muscular entre as raças.

A existência de uma relação entre a taxa de crescimento pré-abate e dos efeitos metabólicos relacionados a maciez, conforme sugerido por diversos autores, possibilitaria empregar rápidas taxas de ganho durante a vida do animal, melhorando a maciez da carne (Fishell et al., 1985; Thomson et al., 1997). A multiplicação do número de fibras musculares (hiperplasia) ocorre na fase fetal, e o número de fibras está completo ao nascimento do animal. O crescimento pós-natal da massa muscular ocorre pela hipertrofia das células pré-existentes. Esse crescimento ocorre inicialmente no sentido longitudinal, resultando no aumento do número de sarcômeros e, posteriormente, pelo aumento no diâmetro das fibras, pelo aumento na deposição de proteínas miofibrilares (BRIDI A. M. et al., 2016).

De maneira geral, vários estudos relatam pH final mais elevado em animais alimentados a pasto, quando comparados a dietas com grãos, enquanto nenhuma diferença na concentração de glicogênio muscular foi encontrada (Vestergaard et al., 2000; Frylinck et al., 2009). Valores elevados de pH provoca aumento da repulsão dos miofilamentos e com isso maior espaçamento entre as ligações cruzadas, resultando em maior capacidade de retenção de água, apresentando maiores proporções de carne DFD (*dark, firm and dry*). Animais zebuínos tem maior propensão em apresentar problema de carne DFD, podendo estar relacionada a maior frequência de fibras SO na composição de sua musculatura, quando comparado com animais cruzados (LIEBER, 2002).

De acordo com McKeith et al. (1985), animais com alimentação de alta qualidade tendem a aumentar a solubilidade do colágeno, resultando no aumento da maciez do músculo. Estes mesmos pesquisadores observaram que apenas a solubilidade do colágeno explicou somente 35% e 25% das variações na força de cisalhamento e maciez sensorial, respectivamente. Segundo Crouse et al. (1986) o rápido crescimento muscular proporciona a formação de colágeno mais solúvel. No mesmo sentido, Ferrari et al. (2016) constataram que animais confinados apresentavam valores de colágeno superior aos animais terminados a pasto, confirmando que a maciez pode ser afetada por uma série de outros fatores intrínsecos e extrínsecos a carne e que, se identificados e controlados, teremos maior garantia da qualidade da carne que está sendo produzida. Renand et al (2001) relataram que animais com maior taxa de crescimento apresentaram uma tendência em produzir carne mais macia, sem que se alterasse o sabor e a suculência, e carne com pH final próximo de $5,6 \pm 0,1$, apresentam características de qualidade mais desejáveis (Van Laak et al., 2000), sendo essa relação estabelecida pelo aumento da fragmentação miofibrilar no *postmortem*, apresentada por animais com maior taxa de crescimento (Therkildsen et al., 2001). Neste sentido, a associação destes fatores, pode contribuir para o esclarecimento dos principais mecanismos envolvidos na maciez da carne.

Alem da redução da idade, o sistema de alimentação tem influência direta sobre a eficiência do sistema de acabamento e qualidade da carcaça (Maggioni et al., 2009). Sendo o plano nutricional considerado o fator mais importante que afeta a composição da carcaça, pois está intimamente relacionado com a quantidade de gordura corporal (Luchiari Filho et al., 1997). De acordo com Block et al. (2001), o manejo alimentar pode ser utilizado como uma ferramenta para alterar a composição da carcaça de acordo com os objetivos propostos. Leme et al. (2003), obtiveram elevado desempenho de bovinos Nelore submetidos a dietas com alto concentrado, com ganho médio diário de 1,46 kg durante o período experimental.

Segundo Cruz et al. (2007a), as estratégias de alimentação e de manejo e a genética são os principais fatores determinantes da qualidade da carne bovina e da eficiência de conversão alimentar. No Brasil, a terminação de animais é feita em maior proporção em regime de pastagens. As forrageiras tropicais possuem limitação no valor nutritivo e, quando usadas adequadamente na produção de bovinos, o abate ocorre por volta de 26 meses de idade (TULLIO et al., 2006). Estudo de longa data demonstram os potenciais benefícios da adoção do modelo precoce de produção, sendo as primeiras iniciativas datadas ainda na década de 60 e 70, por meio de associações e a com organização de produtores (BRASIL, 1977, Luchiari Filho, 2013). A partir da década de 1980, a Embrapa iniciou suas contribuições por meio de pesquisas em sistemas de produção e em cruzamentos entre raças e, mais recentemente, vem buscando dar continuidade a essa história, por meio do desenvolvimento de soluções para demandas identificadas junto ao setor produtivo (EMBRAPA, 2018).

A maneira mais prática e eficiente de se terminar um animal, é providenciando quantidades adequadas de alimentos de qualidade durante a fase de crescimento acelerado, onde a eficiência de utilização das dietas é máxima (Luchiari Filho, 2000).

2.3 Características de carcaça e qualidade da Carne

O Brasil é um país continental, que apresenta grande potencial pecuário em todo seu território. No entanto, devido a grande extensão, vários sistemas de criação são empregados nas diferentes regiões na pecuária bovina (ANUALPEC, 2006). Devido a essa heterogeneidade nos sistemas, existem grandes variações na qualidade da carcaça e da carne.

O estudo das características da carcaça tem importância quando o objetivo é avaliar a qualidade do produto final de um sistema pecuário. O peso de carcaça, rendimento de carcaça e dos cortes comerciais são medidas de interesse dos frigoríficos na avaliação do valor do produto e nos custos operacionais, visto que carcaças com pesos diferentes demandam a mesma mão-de-obra e o mesmo tempo de processamento (COSTA et al., 2002).

Segundo Restle et al. (1999), dois pontos são importantes quando se busca a produção de novilho superprecoce: o peso de abate e o grau de acabamento de carcaça. Sendo que esses fatores estão associados de forma geral ao sucesso pro produto final quando se diz respeito a qualidade de carne, independente do sistema de produção.

O ponto crítico, que está intimamente ligado a eficiência do sistema de terminação, é a espessura de gordura de cobertura da carcaça. O tecido adiposo e sua distribuição no corpo influenciam o valor comercial da carcaça (Santos et al., 2002). Neste sentido a gordura subcutânea da carcaça bovina tem sido enfatizada como importante indicador de qualidade final, sendo um dos principais fatores que afetam a qualidade da carne (Igarasi et al., 2008). Abaixo de 3 mm, ocorre o escurecimento da parte externa dos músculos que recobrem a carcaça, depreciando o seu valor comercial, aumentando a quebra ao resfriamento, em função da maior perda de água, e pode ocorrer encurtamento das fibras musculares pelo frio, comprometendo a maciez da carne, resultando em menor maciez (Lawrie, 1981). Por outro lado, cobertura de gordura superior a 6 mm representa excesso de gordura de cobertura, resultado maior *toilette* antes da pesagem da carcaça, acarretando maior custo operacional para o frigorífico e perda de peso da carcaça para o produtor (Costa et al., 2002).

Os efeitos da variação do peso de abate sobre as características de carcaça têm sido estudados em variadas condições de ambiente, grupos genéticos, sexo e idade. Em um mesmo nível nutricional, a composição da carcaça varia em maior amplitude na proporção de gordura e menor de músculo, e a percentagem do osso apresenta pequena variação. De acordo com Berg e Buterfield (1976), o músculo é considerado o tecido mais importante, por ser o mais desejado pelo consumidor, sendo assim, uma carcaça superior para qualquer mercado deve ter quantidade máxima de músculo, mínima de osso e quantidade ótima de gordura, que varia de acordo com a preferência do consumidor. Dentro de um adequado plano nutricional, a fase de engorda se acelera e a gordura é depositada em taxa mais rápida. A gordura é o tecido mais variável do corpo e a manipulação da composição da carcaça por aspectos genéticos e nutricionais dependem, em grande parte, do controle da deposição de gordura (SANTOS et al., 2002).

Com o objetivo de atender os mercados cada vez mais exigentes, os bovinos devem ser abatidos ao atingir o grau de gordura de cobertura na carcaça adequado ao processo de resfriamento empregado (3 a 6 mm), além de apresentar uniformidade quanto ao grau de acabamento.

2.3.1 Cor

A cor da carne é a primeira avaliação que o consumidor realiza no momento da compra. Carne vermelha escura, normalmente, é rejeitada pelo consumidor, que associa a cor escura com possível deterioração (Vaz & Restle, 2002). Os principais pigmentos responsáveis pela cor característica da carne são a mioglobina e a hemoglobina, que são formadas em sua maior parte por proteínas. A mioglobina é o pigmento muscular que retém oxigênio nos tecidos e a hemoglobina responsável pelo transporte de O₂ na corrente sanguínea. (MACDOUGALL, 1994).

A cor da carne indica a concentração de mioglobina e seu estado de oxigenação ou oxidação na superfície do músculo (Cornforth, 1994). Existem vários fatores que podem determinar a quantidade de mioglobina e por consequência afetar a coloração da carne, dentre eles podemos citar a

espécie, raça, sexo, idade do animal, tipo de músculo, tipo de fibra muscular e sistema de alimentação. Ainda, como sendo um dos fatores mais estudados nos últimos tempos, o estresse pré abate ao qual o animal é submetido também pode alterar os atributos da carne, como a cor, pH e a capacidade de retenção de água (Ferguson & Warner, 2008). Animais estressados apresentam maior consumo de glicogênio muscular antes do abate, resultando em menor queda de pH *post mortem* (Pösö e Puolanne, 2005; Jeleníková et al., 2008) e escurecimento da carne.

A carne de um bovino recém abatido apresenta cor vermelho púrpura, devido principalmente à mioglobina. Quando exposta em contato com o ar, os pigmentos reagem com oxigênio molecular e formam um pigmento relativamente estável, denominado oximioglobina. Esse pigmento é responsável pela cor vermelha brilhante, proporcionando um aspecto atraente para o consumidor. A oximioglobina é formada após 30-40 minutos de exposição ao ar, sendo uma reação reversível (desoxigenação), causada pela dissociação do oxigênio devido ao baixo pH, aumento da luz ultravioleta e baixa tensão de oxigênio. As mesmas condições que causam desoxigenação da oximioglobina, também são responsáveis pela oxidação, formando a metamioglobina – colocação marrom (MacDougall, 1994).

2.3.2 Maciez

O conhecimento dos fatores interferentes na qualidade, tanto pré abate como no pós morte, são ferramentas auxiliares no conhecimento das causas da variação dos atributos relacionados a aceitação da carne pelo consumidor. Além da cor, a maciez apresenta grande impacto sobre a qualidade (Santos et al., 2002; Jeleníková et al., 2008) e exerce grande influência na aceitabilidade do produto pelos consumidores (Miller, 2001). Fatores como o estado de *rigor mortis*, a capacidade de retenção de água, a gordura intramuscular, o tecido conjuntivo, o comprimento de feixes musculares e os tipos de fibras também contribuem para definição da maciez da carne (Otto et al., 2006).

As propriedades das fibras musculares podem afetar a maciez, indiretamente pela velocidade de queda de pH, capacidade de retenção de água, teor de lipídios, além de influenciar a cor da carne (Picard et al., 2006). Além disso, o diâmetro da fibra muscular também pode alterar a maciez, uma vez que fibras com menor diâmetro aumentam a maciez do músculo (Lepetit, 2008).

A característica de maciez constitui-se o fator mais importante ligado a remuneração da carne de melhor qualidade, já que os consumidores identificam diferenças nesse parâmetro e optam por um produto de melhor maciez. Juntamente com esse parâmetro, o marmoreio tem caído no gosto do consumidor, sendo associada a carne mais macia (IGARASI, et al., 2008).

O marmoreio é uma característica importante, pois está intimamente relacionado às características sensoriais da carne possíveis de serem percebidas e apreciadas pelo consumidor (Costa et al., 2002b). Estudos de longa data demonstram que a gordura de marmoreio se desenvolve quando o animal ganha peso a elevadas taxas ou quando avança em idade ou peso corporal. É a última a ser depositada e a primeira a ser mobilizada quando o

animal sofre restrição alimentar (Di Marco, 1998). E que o nível alimentar durante a recria influencia na quantidade de gordura de marmorização na carne, já que a gordura de marmorização é a primeira a ser mobilizada para o fornecimento de energia ao animal nos períodos de carência alimentar (Muller & Primo, 1986).

Andrae et al. (2001), trabalhando com novilhos Angus cruzados em dietas com alto concentrado com óleo de milho, em substituição ao milho comum, obtiveram aumentos da deposição de gordura intramuscular e aumento na instauração dos ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*.

2.4 Perfil de ácidos graxos

A importância de se estudar a composição e a concentração dos diferentes ácidos graxos na carne bovina é uma preocupação crescente da sociedade mundial (ARRIGONI et al., 2007). Tal fato se dá porque a carne bovina apresenta maiores teores de ácidos graxos saturados (AGS) que, em geral, elevam os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no sangue, quando comparadas com proteínas, carboidratos ou ácidos graxos insaturados, em substituição isoenergéticas (OLIVEIRA et al., 2008). Além disso, existem também estudos que evidenciam a importância do conteúdo de ácidos graxos essenciais que estão presentes na carne e a presença do ácido linoleico conjugado (CLA), oriundos de animais ruminantes (COSTA et al., 2009).

Entre os principais fatores que influenciam a qualidade da carne dos bovinos e a composição dos ácidos graxos presentes na carne estão: a dieta (FRENCH et al., 2000; PRADO et al., 2008a; MAGGIONI et al., 2009; 2010), o sexo (ARICETTI et al., 2008), a castração (PRADO et al., 2009b), a raça (PRADO et al., 2008b, c, d; PRADO et al., 2009a, c), ROTTA et al., 2009a, b) e o grau de acabamento (ALDAI et al., 2007). Embora a gordura de cobertura (ácidos graxos saturados) seja pouco desejável, ela é necessária para proteção da carcaça no momento de congelamento e cocção. Além disso, a presença da gordura intramuscular na carne proporciona melhor aroma e sabor. Essa abordagem é bastante complexa uma vez que o perfil de ácidos graxos da dieta pode sofrer modificações marcantes em função da bio-hidrogenação realizada pelos microrganismos ruminantes.

Segundo Freitas (2006), na carne são encontrados inúmeros ácidos graxos que compõem o tecido lipídico, sendo que seis deles são os mais representativos, correspondendo a aproximadamente 90% do total. São eles: ácido mirístico (C14:0), palmítico (16:0), esteárico (18:0), palmitoleico (C16:ω7), oleico (C18:1 ω9) e linoleico (18:2 ω 6).

A composição lipídica dos diferentes depósitos de gordura apresenta diferença entre si. A gordura intramuscular apresenta concentrações menores de gordura saturada e monoinsaturada e maiores de gordura poli-insaturada, ômega-6 e ômega-3, quando comparada com gorduras intermuscular e subcutânea (ALDAI et al., 2007). Três fatores devem ser levado em consideração, quando se é avaliado o valor nutricional da gordura do alimentos: o conteúdo total do lipídeo; a relação ácidos graxos insaturados:saturados, que deve ser menor que 0,4; e a relação ω6:ω3, que deve ser menor que 4 (ESNER et al., 1999).

Animais mantidos em pastagem, quando comparado a animais em confinamento, produzem relações mais favoráveis entre ácidos graxos poli-insaturados (AGP) e saturados (AGS) (AGP:AGS), maiores níveis de CLA (ácido linoleico conjugado) e uma relação mais favorável entre AGP ω 6: ω 3 (LOPES, 2010). O tempo que o animal é submetido a alimentação, como em um confinamento, também ocasiona aumento dos ácidos graxos monoinsaturados, em virtude do depósito do ácido oleico (C18:1 cis-9) na fração dos triglicerídeos, que indicaria uma possível alteração na bio-hidrogenação ou na atividade da enzima Δ^9 dessaturase com o tempo de alimentação (DUCKETT; ANDRAE, 2000).

Medeiros (2002) observou maiores níveis de ácidos graxos saturados (AGS) para animais em pastejo e uma maior proporção de AGP para animais em confinamento com maior proporção de grãos. Ainda, neste mesmo estudo, animais confinados apresentaram maior proporção de ácidos graxos monoinsaturados (AGM) em relação aos animais em pastejo. Os ácidos graxos saturados (AGS), sobretudo os ácidos mirístico (14:0) e palmítico (16:0) apresentam potencial para elevar o LDL colesterol sanguíneo nos humanos (Li et al., 2005), e conseqüentemente desencadear doenças coronarianas (WOOD et al., 2003). Por outro lado, os ácidos graxos monoinsaturados e principalmente, os poliinsaturados proporcionam benefícios à saúde humana (SCOLLAN et al., 2006). Os ácidos graxos ômega 3 apresentam funções anti-carcinogênica e evitam a formação de trombos, o que reduz os riscos de problemas cardíacos (ENSER, 2001; HU, 2001).

Realini et al. (2004) obtiveram maiores concentrações de gordura intramuscular em animais recebendo concentrado durante a terminação e uma composição de gordura menos desejável em relação a animais terminados em pastagem. Sendo que os animais mantidos em pastagem, também apresentaram relação ω 6: ω 3 inferior (1,44 x 3,00) ($P < 0,05$) e maior conteúdos de AGP e CLA (4,1 a 2,3 mg/g) ($P < 0,05$) em relação aos confinados.

Estudo de longa data demonstra a preocupação em avaliar o perfil de ácidos graxos na carne bovina, conforme demonstrado por Cutrignelli et al. (1996), que encontraram teores de 49,0; 42,2 e 8,8% para os AGS, AGMI e AGP respectivamente. Os ácidos graxos mais representativos na carne bovina foram o palmítico, o esteárico e o oleico. De todos os ácidos graxos, o oleico é o que apresenta maior concentração na carne bovina, representando 40% do total e 88% dos ácidos graxos monoinsaturados, em sua forma *cis*, tem ação hipocolesterolêmica, com a vantagem de não reduzir o HDL, atuando na prevenção de doenças cardíacas, visto que atua diminuindo o LDL (MELTON et al., 1982).

Oliveira et al. (2008) não encontraram diferença para os ácidos graxos mirístico, palmítico, linoleico e linolênico no músculo *Longissimus thoracis* de animais Nelore Canchim terminados em confinamento. Sendo que os animais Nelore apresentaram maiores níveis de ácido graxo oleico e CLA (34,84 e 0,52% respectivamente). Gil (2003) comparou animais terminados a pasto com confinados, e observou melhor relação entre os AGP:AGS (0,537 x 0,402, $P < 0,001$) para os animais em pastagem.

French et al. (2000) trabalharam com animais confinados ou suplementados em pastagem de boa qualidade com diferentes níveis de

concentrado, abatidos após 85 dias, não encontraram diferença quanto ao desempenho, assim como para os teores de gordura intramuscular (*Longissimus dorsi*). Observaram ainda que o aumento no nível de concentrado na dieta produziu incremento linear na proporção de ácidos graxos saturados e redução na relação AGP:AGS. Menores níveis de concentrado igualmente produziram decréscimo na relação $\omega 6:\omega 3$, ao que os autores contribuíram ao menor consumo de ácido linolênico do volumoso em relação ao concentrado.

Os trabalhos comparando diferentes sistemas de terminação, níveis de concentrados na dieta e grupos raciais, trazem resultados inconsistentes, muitas vezes em função do confundimento entre o sistema de terminação, idade, taxa de crescimento, peso de carcaça e percentual de gordura dos animais.

3. Protozoários ruminais

Os protozoários ciliados, em conjunto com os fungos e bactérias constituem uma importante fração microbiana do ecossistema ruminal, desempenhando funções bioquímicas e fisiológicas importantes para os ruminantes, principalmente no metabolismo dos nutrientes (DEHORITY, 2003).

Os protozoários são classificados como micro-organismos unicelulares, anaeróbios, não patogênicos, que variam em tamanho de 20 a 200 μm (portanto de 10 a 100 vezes maior que as bactérias) (Dehority, 1984) e seu estabelecimento depende especialmente do contato com outros animais que possuam protozoários no seu rúmen. Sua população é de 100.000 a 1.000.000 células/mL de conteúdo ruminal (TEIXEIRA, 1991).

No rúmen, os protozoários foram observados pela primeira vez por Gruby & Delafond (1843), e devido a sua aparência foram considerados importantes para o metabolismo e nutrição do hospedeiro. Colin (1886) mencionou a existência desses micro-organismos trazendo figuras de algumas espécies. Stein, (1858, 1859) descreveu algumas espécies de ciliados encontrados no estômago de bovinos e carneiro, sendo descritas como *Isotricha intestinalis*, *Ophryoscolex purkynjei*, *Ophryoscolex inermis*, *Entodinium bursa*, *Entodinium dentatum* e *Entodinium caudatum*. Mais tarde, o mesmo autor, completando o estudo sobre *Isotricha*, identificou mais uma espécie e a classificou como *Isotricha prostoma*. Com o passar do tempo novas pesquisas surgiram e os estudos em relação aos protozoários foram se aperfeiçoando. Schuberg (1888), além de estudar minuciosamente as espécies já descobertas, criou os novos gêneros *Buetschlia* e *Dasytricha*, além de desdobrar o gênero *Entodinium* em *Entodinium* e *Diplodinium*.

Os protozoários ciliados do rúmen (Alveolata, Ciliophora) são classificados no filo Ciliophora, e estão presentes na classe Litostomatea, subclasse Trichostomatia e distribuídos em duas ordens: Vestibuliferida e Entodiniomorpha:

A ordem Vestibuliferida compreende cinco famílias de ciliados endossimbiontes, sendo que, em mamíferos ruminantes está representada

principalmente pela família Isotrichidae, que inclui três gêneros de ciliados: *Dasytricha*, *Isotricha* e *Oligoisotricha*. (LYNN, 2008).

A ordem Entodiniomorphida compreende três subordens. As duas primeiras, Archistomatina e Blepharocorythina são representadas pelas famílias Buetschliidae e Blepharocorythidae que incluem os gêneros *Buetschlia* e *Charonina*, respectivamente (LYNN, 2008).

A terceira subordem, Entodiniomorphina, compreende 10 famílias de ciliados endossimbiontes, incluindo a família Ophryoscolecidae. Os membros desta família são muito comuns em ruminantes e caracterizam-se por apresentar zonas de ciliatura retrátil e um macronúcleo alongado. Compreende os gêneros: *Entodinium*, *Eodinium*, *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Eremoplastron*, *Eudiplodinium*, *Ostracodinium*, *Metadinium*, *Enoploplastron*, *Elytroplastron*, *Polyplastron*, *Epidinium* e *Ophryoscolex* (LYNN, 2008).

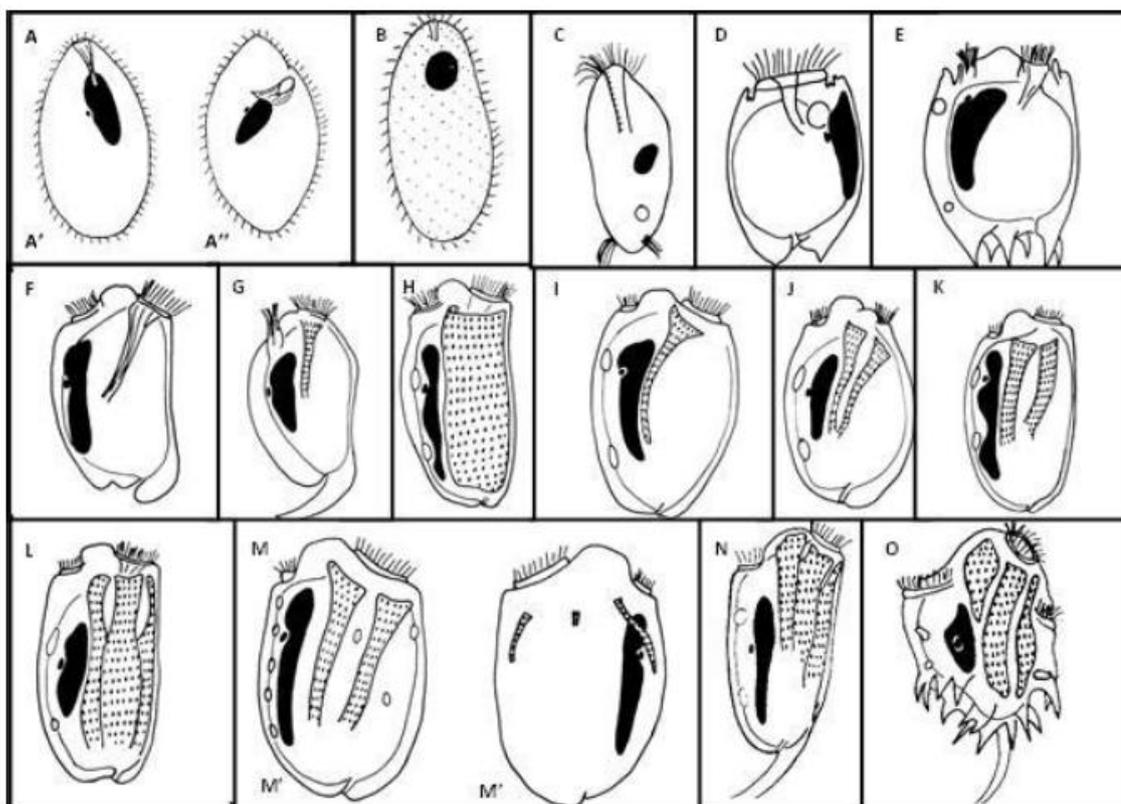


Figura 1. Desenho 1. Desenhos esquemáticos de protozoários ciliados encontrados em ruminantes domésticos. Ordem Vestibuliferida: Gêneros **A:** *Isotricha* (**A'**- *Isotricha prostoma*; **A''**- *Isotricha intestinalis*), **B:** *Dasytricha*. Ordem Entodiniomorphida: Gêneros: **C:** *Charonina*; **D:** *Entodinium*; **E:** *Diplodinium*; **F:** *Eodinium*; **G:** *Eremoplastron*; **H:** *Ostracodinium*; **I:** *Eudiplodinium*; **J:** *Diploplastron*; **K:** *Metadinium*; **L:** *Enoploplastron*; **M:** *Polyplastron* (**M'**: Lado esquerdo; **M''**: Lado direito); **N:** *Epidinium* e **O:** *Ophryoscolex*. Desenhos: D'AGOSTO (1995).

3.1 Efeito do sistema de alimentação nas populações de protozoários ruminais e perfil de ácido graxo na carne

Dentre os fatores que interferem sobre a quantidade e proporções relativas das distintas espécies de protozoários no rúmen, a dieta parece ser um dos principais. Mudanças na dieta impõem ao animal um período de transição na população microbiana do rúmen, com mudanças nas proporções entre as distintas espécies, prevalecendo as que melhor se adaptam a nova dieta (WILLIAMS, 1986).

Em geral, a presença de protozoários aumenta diretamente a digestão da celulose e hemicelulose (Fondevila & Dehority, 2000). Protozoários ciliados da ordem Entodiniomorpha, principalmente das subfamílias Diplodiniinae e Ophryoscolecinae tem preferência por dietas fibrosas. São muito suscetíveis a reduções no pH ruminal, promovido por dietas ricas em concentrado, sendo prejudicial aos ciliados dessas subfamílias, por isso são encontrados em maior número em dietas fibrosas (WILLIAMS e COLEMAN, 1992).

Hungate (1966) relatou que protozoários da família Isotrichidae são encontrados em grande número no rúmen de animais em regime de pastejo, ou em dietas contendo quantidades consideráveis de feno, pois tem capacidade de degradar os polissacarídeos não estruturais e carboidratos solúveis das plantas, ao passo que os da família Ophryoscolecidae não são detectados em quantidades maciças em animais ingerindo elevada quantidade de grãos.

Bonhomme-Florentin *et al.* (1978) estudaram os efeitos de variações sazonais sobre a populações de ciliados do rúmen de *Bos indicus* e verificaram que estas populações apresentam maior densidade durante a estação úmida. Estas variações entre as estações foram atribuídas à estreita relação que há entre os fatores sazonais e alimentares, já que a qualidade nutritiva das pastagens oscila em função da estacionalidade.

O fornecimento de forragem em diferentes estádios de crescimento vegetativo também influencia as populações de protozoários ciliados no rúmen de bovinos, conforme demonstrado por Nogueira Filho *et al.* (1992) que verificaram que o número total de ciliados, bem como os dos gêneros *Entodinium* spp., *Diplodinium* spp. e *Polyplastron* spp. diminuíram com o avançar da idade da planta forrageira. Atribuindo a redução dos protozoários à diminuição de açúcares solúveis e ao aumento da fibra conforme a maturação da planta.

O principal efeito das variações estacionais sobre os protozoários ciliados está relacionado às modificações das características da vegetação (Manella & Lourenço, 2004; Martinele *et al.*, 2010). Tais modificações podem resultar em alterações no valor nutritivo das espécies utilizadas como forragem, o que está associado a variações no seu ciclo fenológico, podendo ocorrer flutuações no conteúdo de nutrientes e de matéria seca (ARAUJO FILHO *et al.*, 2002).

O alimento ingerido pelo ruminante passa inicialmente pelos pré-estômagos, sendo os nutrientes primeiramente disponibilizados à microbiota desses órgãos, gerando compostos que serão posteriormente utilizados pelo animal hospedeiro em uma relação reciprocamente benéfica. Essas reações ocorrem com maior intensidade no interior do rúmen, assim, toda e qualquer

modificação na dieta pode alterar a interação entre os micro-organismos ruminais e destes com o animal hospedeiro, afetando assim os processos digestivos, a eficiência alimentar e a produção animal. Um dos parâmetros de elevado interesse científico e grande potencial modificador dos processos fermentativos é a quantidade e as espécies de protozoários ruminais (VIEIRA, 1986).

De acordo com Franzolin & Dehority (1996), a densidade das populações de ciliados amilolíticos, como por exemplo, *Entodinium*, aumenta à medida que o concentrado é adicionado à dieta em ruminantes, enquanto a densidade das populações de ciliados celulolíticos decresce expressivamente. D'Agosto *et al.* (1998) observaram que em dieta para bovinos à base de silagem de milho com 30% de concentrado o número total de ciliados aumentou significativamente, principalmente *Entodinium*.

Entretanto, Martinele *et al.* (2008) verificaram que as populações de *Entodinium* não se alteraram com a adição de concentrado em dietas à base de capim-elefante em níveis de 20 e 40% para vacas mestiças holandês-zebu. Contudo, podem ocorrer mudanças nas populações de ciliados no rúmen de bovinos submetidos à mesma quantidade de concentrado e, segundo Michalowski (1977), isto se deve a outros fatores, tais como o tempo de retenção da digesta, pH e até mesmo a características metabólicas individuais do hospedeiro. Sob condições normais, o pH ruminal apresenta valores médios em torno de 5,5 a 7,0, sendo que seus menores valores são observados de duas a seis horas após a alimentação, correspondendo ao pico de produção de ácidos resultantes da atividade fermentativa, a qual desencadeia decréscimo na concentração de protozoários (Dehority, 2003). De acordo com Oliveira *et al.* (1987), a concentração de ciliados no rúmen de ovinos mantidos em pastagem tende a se tornar estável com pH em torno de 6,9.

O pH do conteúdo ruminal está estreitamente ligado a composição química da dieta, sendo que em dietas com grande quantidade de amido ou carboidratos solúveis, o valores de pH diminuem (Coalho *et al.*, 2003; Guan *et al.*, 2006). Quando se adiciona concentrado a dieta, ocorre aumento de micro-organismos amilolíticos, principais responsáveis pela produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, provocando redução nos valores do pH ruminal (Burger *et al.*, 2000). Já em dietas com maior quantidade de celulose e outros carboidratos insolúveis, a redução do pH não é tão acentuada devido ao fato do crescimento das principais bactérias celulolíticas ser comprometido em pH ruminal em torno 6,0 a 6,1, e totalmente inibido em valores abaixo de 5,9 (RUSSEL & DOMBROWSKI, 1980).

Outro fator importante que influencia diretamente o número e a composição dos protozoários ciliados do rúmen é o tempo de amostragem após a alimentação (Marinho, 1983). Segundo Nogueira Filho *et al.* (1998) e Franzolin Neto *et al.* (1991), as populações de ciliados no rúmen de bovinos e bubalinos apresentam aumento de densidade no momento do fornecimento do alimento, seguido de um decréscimo nas horas subsequentes e tornando a aumentar antes do fornecimento da próxima alimentação. As populações de protozoários ciliados no rúmen de ovinos e caprinos apresentaram menor número de protozoários logo após a alimentação, entretanto há um abrupto aumento de protozoários isotríquideos duas horas após a alimentação, o que é

atribuído ao comportamento de escape e migração apresentado por estes ciliados (SANTRA & KARIM, 2002).

A importância desses ciliados e o papel que desempenham na fisiologia dos ruminantes são controversos. Clarke *et al.* (1982) sugeriram que a densidade e biomassa características de cada espécie de protozoários, provavelmente indicam diferenças na contribuição destes organismos para a fermentação ruminal.

A defaunação - que nutricionalmente é definida como a eliminação dos protozoários do rúmen - pode trazer alguns benefícios. Em alguns programas de alimentação, como em dietas com alta energia e ricas em nitrogênio não protéico a ausência dos protozoários resulta numa melhoria da performance do animal. No entanto, a presença de protozoários no rúmen pode ser um fator fundamental para o processo fermentativo, pois através da ingestão de partículas alimentares e pelo armazenamento de amido, eles podem controlar o nível de substrato disponível, uniformizando a fermentação entre os intervalos de alimentação. Os protozoários podem servir também como uma fonte contínua de nitrogênio para as bactérias após sua morte e degradação, pois grande parte da proteína do protozoário é formada a partir da proteína das bactérias (TEIXEIRA, 1991).

Em ovinos defaunados foi observado que as taxas de acetato, butirato e amônia decrescem, enquanto as taxas de propionato e ácido láctico aumentam, bem como a eficiência na síntese de proteína microbiana (Kayouli *et al.*, 1984; Orpin & Letcher, 1984). Além das alterações citadas, pode ainda ocorrer redução na digestibilidade de fibras, o que está relacionado ao decréscimo na atividade de degradação atribuída aos micro-organismos (Kayouli *et al.*, 1984; Santra & Karim, 2002) e ao menor tempo de retenção da digesta no rúmen (KAYOULI *et al.*, 1984).

Santra & Karim (2002) observaram que há maior eficiência na utilização de energia e proteína em ovinos defaunados quando comparados aos faunados, devido ao aumento de AGV e nitrogênio total. Lopes *et al.* (2002) ressaltaram que os protozoários podem desempenhar um importante papel ecológico no ambiente ruminal por controlarem a intensidade da fermentação, mantendo a estabilidade necessária para o processo de digestão *in situ* dos componentes da parede celular. Isto resultaria em aumento da taxa de passagem e redução do efeito das fibras em detergente neutro sobre a repleção ruminal, permitindo maior consumo de nutrientes e de carboidratos solúveis.

A defaunação pode ser também relacionada com o aumento da eficiência da síntese microbiana, o fluxo de proteína de origem microbiana para o duodeno, a produção de propionato, a degradação ruminal de amido, o volume do conteúdo ruminal e as populações fúngicas no rúmen. Há relatos da redução da metanogênese e da degradação de fibras, além de alterações no fluxo de saída de partículas e/ou líquidos ruminais (JOUANY *et al.*, 1988; JOUANY, 1991; WILLIAMS & COLEMAN, 1992; WILLIAMS *et al.*, 1993).

Em contra ponto aos benefícios mostrados nos estudos sobre defaunação, Nargaraja *et al.*, (1992) ressaltam a importância dos protozoários por exercerem efeito moderador na fermentação do amido, contribuindo para elevação do pH ruminal e decréscimo de AGV. A moderação da atividade

fermentativa do amido resulta em benefícios para o hospedeiro, quando consideramos, por exemplo, a redução nos quadros de acidose ruminal comum em animais submetidos a dietas ricas em grãos e concentrados (RUSSEL & RYCHLIK, 2001).

Os protozoários podem ainda atuar ativamente na biohidrogenação de ácidos graxos insaturados e na fermentação do lactato produzido pelas bactérias. Quanto à proteína consumida pelos ciliados, mais da metade desta retorna para o fluido ruminal após ser excretada na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos (Kozloski, 2002).

O principal substrato de ácidos graxos para biohidrogenação em animais de pasto é ácido linolênico, porque é o ácido graxo mais abundante presente em glicolipídios e fosfolipídios de gramíneas e outras forragens, enquanto suplementos de ácido linoleico em forma de triacilgliceróis são geralmente o principal substrato para biohidrogenação (LOURENÇO et al., 2010). Os ácidos graxos poli-insaturados são mais tóxicos para as bactérias que participam da biohidrogenação em relação aos ácidos graxos monoinsaturados. Quando ácidos graxos poli-insaturados são ingeridos por ruminantes, a biohidrogenação acontece para permitir a sobrevivência da bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens*, que é a maior responsável por este processo (MAIA et al., 2007; MAIA et al., 2010).

Sendo assim, dietas que forneçam ácidos graxos insaturados são interessantes, pois podem mudar o perfil de ácidos graxos da carne, além de melhorar a qualidade da carne quando fontes lipídicas protegidas da degradação ruminal são oferecidas para bovinos em terminação (PALMQUIST e MATTOS, 2006).

O consumo de grãos diminui o pH do rúmen, reduzindo a atividade da *B. fibrisolven*, ao contrário das dietas à base de capim que prevê um ambiente ruminal mais favorável para a síntese bacteriana subsequente (Bessa et al., 2000). Já em relação aos protozoários, pode-se afirmar que cerca de metade da biomassa microbiana ruminal é composta por estes microorganismos (Williams & Coleman, 1992) e que aproximadamente 75% dos ácidos graxos microbianos ruminais estão contidos neles, representando assim uma importante fonte de ácidos graxos poliinsaturados, ácido linoleico conjugado e ácido vaccênico.

Experimentos *in vitro* e *in vivo* mostraram que protozoários são sensíveis aos ácidos graxos insaturados C18:3, C18:2 e C18:1, nesta ordem de influência (Machmüller et al., 1998; Hristov et al., 2005), e aos ácidos saturados C8:0 a C14:0 (Dohme et al., 1999), com maior efeito defaunatório para os lipídios saturados (Machmüller et al., 1998). O efeito negativo de lipídios sobre os protozoários depende da composição da gordura e da forma como é liberada no rúmen (VALINOTE et al., 2005).

A gordura da carne bovina é o componente que apresenta maior variação, e as quantidades depositadas normalmente são resultados entre o balanço de energia da dieta e requerimentos metabólicos (ERIKSSON & PICKOVA, 2007). A microbiota ruminal possui elevada atividade metabólica, tendo como efeito final a degradação contínua, em extensão variável, do alimento ingerido pelo animal hospedeiro (Russel & Mantovani, 2002). Se considerado a importância de cada espécie de microorganismo no rúmen e suas

afinidades específicas na ação dos substratos para fermentação ruminal, o estudo aprofundado sobre os gêneros de protozoários que compõem a microbiota do rúmen, assim como sua correlação com a deposição de ácidos graxos na carne de bovinos, se torna de extrema importância, a fim de aperfeiçoar o uso dos recursos disponíveis na alimentação animal e por consequência a composição em ácidos graxos que resultará de tal sistema de alimentação.

3.2 Protozoários ruminais x Perfil de ácidos graxos

A deposição de gordura em animais ruminantes ocorre principalmente por dois processos: incorporação dos ácidos graxos pré-formados, transportados pelas lipoproteínas do plasma e por meio da síntese de ácidos graxos. Cerca de 90% da síntese de ácidos graxos ocorre no tecido adiposo, onde o principal precursor é o acetato (VERNON, 1981; KOZLOSKI, 2009).

Os AGV são a principal fonte de energia para os ruminantes (BERCHIELLI et al., 2006). Os principais ácidos graxos voláteis produzidos por micro-organismos do rúmen são acetato, propionato, e butirato, e servem como os precursores principais para glicose e gordura em ruminantes (BERCHIELLI et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2008; VERNON et al., 2001). O acetato é o principal produto de digestão de carboidratos em ruminantes, uma vez que é o único ácido graxo volátil encontrado no sangue em quantidades significativas (OSORIO & VINAZO, 2010). Segundo MOTA et al. (2010) a degradação da celulose e hemicelulose produz maior proporção de acetato, enquanto que a degradação dos carboidratos solúveis (amido e açúcares), eleva a produção de propionato, diminuindo a proporção de acetato e de butirato. A diminuição na proporção de acetato em dietas com alto teor de carboidratos de rápida fermentação ocorre por conta da morte das bactérias fibrolíticas e dos protozoários (principais produtores de acetato), ocasionada pela diminuição do pH ruminal.

Todos os protozoários utilizam bactérias como principal fonte de aminoácidos e de ácidos nucléicos, sendo que o engolfamento é mais intenso em dietas ricas em grãos. Em dietas ricas em forragens, as bactérias constituem sítios de aderência e dificultam o engolfamento pelos protozoários (Kozloski, 2002). O material ingerido pelos protozoários é digerido em vacúolos presentes no interior do protoplasma. Grânulos de amido ingeridos são digeridos mais lentamente que pelas bactérias, limitando a queda do pH ruminal. Entretanto, o excesso de ingestão de amido pode matar a célula. Como nas bactérias, os carboidratos são fermentados até ácidos graxos voláteis, CO₂ e metano. Os protozoários são ativos fermentadores de lactato, que também pode diminuir o efeito depressivo do pH ruminal em dietas ricas em amido (Willians, 1993). No caso de proteínas, mais da metade daquelas digeridas são excretadas novamente para o fluido ruminal na forma de amônia, aminoácidos e peptídeos. Os protozoários são, ainda, ativos na biohidrogenação de ácidos graxos insaturados. A maior parte dos protozoários são reciclados no interior do rúmen, não saindo para o abomaso.

Nargaraja *et al.*, (1992) ressaltam a importância dos protozoários por exercerem efeito moderador na fermentação do amido, contribuindo para

elevação do pH ruminal e decréscimo de AGV. A moderação da atividade fermentativa do amido resulta em benefícios para o hospedeiro, quando consideramos, por exemplo, a redução nos quadros de acidose ruminal comum em animais submetidos a dietas ricas em grãos e concentrados (RUSSEL & RYCHLIK, 2001). Os protozoários podem ainda atuar ativamente na biohidrogenação de ácidos graxos insaturados e na fermentação do lactato produzido pelas bactérias. Quanto à proteína consumida pelos ciliados, mais da metade desta retorna para o fluido ruminal após ser excretada na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos (KOZLOSKI, 2002).

Os protozoários no processo ruminal dos lipídeos não é muito claro. De acordo com Harfoot e Hazlewood (1988) o envolvimento dos protozoários na hidrólise dos lipídeos dietéticos não é convincente, uma vez que a contribuição na biohidrogenação parece ser somente o de engolfar bactérias capazes de realizá-la, não sendo necessária a presença de protozoários para ocorrer a biohidrogenação.

Pequenas quantidades de lipídeos são incorporadas por microrganismos. Alguns protozoários, principalmente holotrichas, ingerem ácidos graxos de cadeia longa para incorporar aos lipídeos intracelulares, e em pequena parte são catabolizados. A maior parte dos lipídeos ingeridos pelos ruminantes passa para o duodeno (JENKINS, 1993; HARFOOT & HAZLEWOOD, 1988).

A quantidade e composição de ácidos graxos da dieta variam conforme os alimentos utilizados (VAN SOEST, 1994). De maneira geral, os lipídeos presentes na alimentação animal estão na quantidade de 1 a 4% da matéria seca. Nas forragens estão presentes principalmente na forma de fosfolipídeos e glicolipídeos, enquanto que nos grãos na maioria como triglicerídeos (VAN SOEST, 1994). A composição de ácidos graxos de produtos de origem animal (ovos, leite e carne) leva a refletir tanto na síntese de ácidos graxos do tecido quanto na composição de ácidos graxos dos lipídeos ingeridos pelos animais. Essa relação é mais forte em monogástricos (suínos, aves domésticas e coelhos) do que em ruminantes, que sofrem biohidrogenação no rúmen (KOUBA & MOUROT, 2011).

Os ácidos graxos saturados possuem pequeno ou nenhum efeito no ambiente ruminal, embora tenha também, menores níveis de absorção intestinal. Para que haja menor efeito negativo da gordura no ambiente ruminal e por consequência na degradabilidade da fibra, têm-se aprofundado os estudos das fontes de lipídeos e seus efeitos na cinética ruminal (DOMINGUES, 2006).

Os lipídeos quando entram no rúmen fazendo parte dos constituintes vegetais terão sua liberação conforme vai ocorrendo o processo fermentativo dos demais componentes como carboidratos, proteínas e fibra. Como não sofrem processo de fermentação, poderá em algumas situações passarem sem grandes alterações pelo rúmen, mas grande parte destes sofrerá ação por parte das bactérias ruminais num processo chamado de hidrólise e outro denominando biohidrogenação. Esses eventos ocorrem em sequência sendo primeiro a hidrólise e posteriormente a biohidrogenação (BERCHIELLI, et al., 2011).

Níveis crescentes de concentrado na dieta produzem alterações no tempo de retenção ruminal das partículas as quais estão menos sujeitas à biohidrogenação ruminal, aumentando a proporção de ácidos graxos absorvidos com as mesmas características com que foram ingeridos. Efeitos semelhantes poderão ser produzidos com a redução do tamanho de partícula do volumoso. Kucuk et al. (2001) trabalharam com ovinos alimentados com níveis crescentes de volumoso em dietas contendo 6% de gordura bruta, obtida através da inclusão de óleo de soja, e observaram efeito linear do aumento de volumoso na dieta sobre o grau de saturação dos ácidos graxos amostrados no duodeno. Observaram também incremento linear sobre a passagem para o duodeno do ácido oleico (C18:1 c9) e rumênico (C18:2 c9t11). Porém os demais isômeros do CLA foram reduzidos pela utilização de níveis crescentes de volumoso.

O fornecimento de grandes quantidades de lipídeos, especialmente ácidos graxos insaturados, pode prejudicar o funcionamento ruminal, comprometendo a degradação da fibra dietética. Há dois mecanismos que geram esse distúrbio: o químico é que os ácidos graxos insaturados possuem grande reatividade com as membranas celulares das bactérias, o que pode afetar a integridade da barreira seletiva, principalmente bactérias gram-positivas, maiores responsáveis pela degradação fibrolítica. Sendo considerado o mais importante no que se diz respeito ao efeito deletério da gordura na degradação da fibra. O outro fator, é que os lipídeos possuem capacidade de se adsorverem as partículas dos alimentos, fato que acarreta impedimento físico a adesão dos microrganismos e atuação das enzimas microbianas na degradação dos alimentos (JENKIS, 1993).

O nível de AGS e AGM aumenta rapidamente relativo ao conteúdo de AGP com o aumento do grau de terminação dos animais (De Smet et al., 2004). O efeito do grau de terminação sobre a relação AGP:AGP da gordura intramuscular pode ser explicado principalmente pela natureza das diferentes frações da gordura intramuscular. Os lipídeos polares (fosfolipídios), localizados nas membranas celulares das células adiposas, tem seu conteúdo relativamente independente do grau de acabamento e são particularmente ricos em AGP, ao passo que os lipídios neutros (triglicerídeos), se elevam conforme o grau de acabamento, possuem relativamente maior volume de ácidos graxos saturados, embora possam ser afetados pela dieta. No entanto a relação 6:3 está mais ligada à composição da dieta do que ao grau de acabamento (De Smet et al., 2004).

Desta forma, pode-se observar que a manipulação da dieta é a principal ferramenta para melhorar o perfil de ácidos graxos na carne. E que as informações referente a importância dos protozoários ruminais em relação a deposição de gordura ainda é escassa na literatura, visto a importância que desempenham na regulação do ambiente ruminal e no processo de biohidrogenação. Dentro desse contexto, a associação dos protozoários ruminais com o perfil de ácidos graxos, pode se tornar uma importante fonte de informação para produção de carne de qualidade.

4. Hipóteses e objetivos

A hipótese do trabalho é que animais terminados a pasto apresentam carne de menor maciez e pH final mais elevado em relação à animais terminados em confinamento e/ou a pasto recebendo suplemento. Neste sentido, o objetivo geral foi avaliar o efeito do sistema de terminação sobre as características de carcaça e qualidade da carne de novilhos Brangus.

Objetivos específicos:

1. Avaliar o efeito do sistema de terminação sobre as características sensoriais da carne.
2. Avaliar o efeito do sistema de terminação sobre a população de protozoários ruminais.
3. Avaliar o perfil de ácidos graxos na carne de novilhos Brangus e sua correlação com protozoários ruminais.

5. CAPÍTULO II

Este capítulo é apresentado de acordo com as normas de publicação da PAB – Pesquisa Agropecuária Brasileira.

Qualis CAPES: B1

Desempenho e características de carcaça de novilhos Brangus abatidos em diferentes sistemas de terminação

Resumo - O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho e as características de carcaça de novilhos Brangus (n=45) terminados em confinamento (CON; n=15), a pasto (PAS; N=15) ou com suplementação a pasto (n=15; SUP). Os animais foram pesados após jejum de sólidos por 12 horas a cada 36 dias para obtenção do ganho médio diário (GDM) durante todo período de terminação. Durante 109 dias os novilhos foram mantidos no confinamento e nas pastagem recebendo suplemento, e por 144 dias na pastagem. Ao abate foram avaliadas características de carcaça como área de olho de lombo (AOL), pH e espessura de gordura subcutânea (EGS). O peso de abate dos animais mantidos em confinamento (526,6 kg) foi superior ($P<0,05$) ao dos animais mantidos exclusivamente a pasto (456,6 kg), porém ambos não diferiram do peso de abate dos animais mantidos a pasto recebendo suplemento (510,9 kg). O peso de carcaça quente (277,9 kg) e o peso de carcaça fria (272,90 kg) dos animais a pasto recebendo suplementação não diferiu dos animais mantidos na pastagem, mas diferiu em relação aos animais confinados. Os animais terminados a pasto apresentaram maior pH (5,68; $P<0,05$) no músculo *Longissimus* após 24 horas de refrigeração, em relação aos animais confinados e a pasto recebendo suplemento (5,57 e 5,54, respectivamente) sendo que estes não diferiram entre si. Os animais terminados em confinamento apresentaram maior área de olho de lombo (73,1 cm²; $P<0,05$), porém a área de olho de lombo não diferiu entre os outros dois tratamentos. Não houve diferença entre os animais dos tratamentos para espessura de gordura subcutânea. As características de carcaça, como peso, rendimento, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e pH, podem ser influenciadas pelo sistema de terminação.

Palavras-chave: Bos tauros, qualidade carne, confinamento, pasto com suplemento.

Abstract – The aim of the present study was to evaluate the performance and carcass characteristics of Brangus steers (n = 45) termination in confinement (CON; n = 15), pasture (PAS; N = 15) or pasture supplementation (n = 15; SUP). The animals were weighed after fasting of solids for 12 hours every 36 days to obtain the average daily gain (GDM) throughout the termination period. For 109 days the steers were kept in

feedlot and pasture receiving the supplement, and for 144 days in the pasture. At slaughter, carcass characteristics such as loin eye area (AOL), pH and subcutaneous fat thickness (EGS) were evaluated. The slaughter weight of the animals kept in feedlot (526.6 kg) was higher ($P < 0.05$) than those kept exclusively on pasture (456.6 kg), but both did not differ from the slaughter weight of the animals kept at pasture receiving supplement (510.9 kg). The warm carcass weight (277.9 kg) and the cold carcass weight (272.90 kg) of the animals receiving supplementation pasture did not differ from the animals kept in the pasture but differed from the confined animals. The pasture-fed animals presented higher pH (5.68, $P < 0.05$) in the *Longissimus* muscle after 24 hours of cooling, in relation to the confined animals and the pasture receiving supplement (5.57 and 5.54, respectively), that they did not differ. The confinement finished animals had a larger loin eye area (73.1 cm²; $P < 0.05$), but the loin eye area did not differ between the other two treatments. There was no difference between treatments for subcutaneous fat thickness. Carcass characteristics, such as weight, yield, loin eye area, subcutaneous fat thickness, and pH, may be influenced by the termination system.

Keywords: *Bos tauros*, beef quality, confined, pasture with supplement.

Introdução

Os padrões de consumo atuais exigem alimentos de melhor qualidade no que se diz respeito a saúde humana e, neste contexto, várias estratégias vêm sendo exploradas para atender as exigências dos consumidores. A produção de carne de melhor qualidade vem crescendo à medida que ocorre a expansão, intensificação e modernização dos sistemas de produção. A utilização de alimentos de maior valor nutritivo, raças mais precoces e com bom potencial de crescimento e, por consequência com a redução na idade de abate dos animais, contribuíram para que a pecuária de corte brasileira alcançasse maiores ganhos em produtividade nos últimos anos (EMBRAPA, 2017).

A pecuária nacional, caracterizada por apresentar baixa produtividade e uma grande variação dos sistemas de produção e da qualidade da carne produzida, tem evoluído nos últimos 50 anos (LUCHIARI FILHO, 2000) e passa por um momento

de grande importância, atravessando a barreira de uma pecuária produtora de *commodities* para uma pecuária de maior produtividade. Neste sentido, a suplementação em pastagens pode melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes para síntese de tecidos ou produtos de origem animal (DIXON & STOCKDALE, 1999), amenizando o desequilíbrio nutricional (relação proteína/energia), especialmente nas fases extremas de utilização de pastagem, incrementando a taxa de ganho de peso e as características da carcaça (ARELOVICH et al., 2003). Entre 2010 e 2018, o número de animais confinados aumentou 8,9% (ABIEC 2018) e, segundo Euclides Filho et al. (2003), com o aumento da prática de confinamento como alternativa para terminação de animais, cresceu também o abate de animais jovens, denominados novilhos precoces (abatidos aproximadamente aos 24 meses, com até dois dentes incisivos permanentes), possibilitando a manutenção da oferta regular de produtos de qualidade.

Dentre os inúmeros fatores que influenciam a qualidade da carne, além da nutrição e do genótipo animal, a espessura de gordura subcutânea, também conhecida como grau de acabamento, é outra variável que interfere no produto final, pois atua como isolante térmico durante o resfriamento, para evitar o encurtamento das fibras musculares, que resultariam em carne dura (FELÍCIO, 1998; FERNANDES et al., 2006). A falta de acabamento adequado de gordura também aumenta a perda de peso da carcaça (desidratação) e influencia a cor da carne durante o resfriamento (PRADO et al., 2009a;b). No entanto, mesmo com o cruzamento industrial e o abate de animais com adequado grau de acabamento, ainda é possível observar diferenças na qualidade da carne.

O estudo das características da carcaça tem importância quando o objetivo é avaliar a qualidade do produto final de um sistema. O rendimento e o peso da carcaça são medidas de interesse dos frigoríficos na avaliação do valor do produto adquirido e nos custos operacionais, visto que carcaças com pesos diferentes demandam a mesma mão-de-obra e tempo de processamento (COSTA et al., 2002).

A busca por abate de animais mais jovens nada mais é do que a busca pela eficiência do sistema produtivo (Beretta et al., 2002), uma vez que quando há aumento na idade do animal, há decréscimo na eficiência de transformação do alimento em ganho de peso (ARRIGONI, 2003). O ganho de peso e a composição do ganho de peso influenciam o crescimento e desenvolvimento dos tecidos corporais dos animais, além das proporções e velocidade com que esses acumulam no corpo. A manipulação destas variáveis durante a fase de terminação, através do manejo alimentar é uma ferramenta importante para melhorar a produção e a produtividade dos rebanhos de corte nos diferentes sistemas em que são criados (ARRIGONI et al., 2013).

Este trabalho foi conduzido para avaliar o desempenho, as características de carcaça e qualidade da carne de novilhos Brangus terminados em confinamento, a pasto e/ou recebendo suplementação energética.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Progresso, localizada no município de São Jorge D'Oeste, PR (25° 42' 20" S 52° 55' 06" W). O clima da região é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média de 18,1 e 16,9 °C (máxima e mínima) e precipitação acumulada em

2016 foi de 1488,6 mm (GEBIOMET, 2016), durante os meses de Março e Agosto de 2017.

Foram utilizados 45 bezerros brangus, machos imunocastrados, desmamados aos sete meses de idade com peso médio de 204 kg, oriundo de um mesmo grupo de contemporâneos. Os bezerros foram recriados em pastagem de estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) e suplementados com concentrado proteico a 1% do PV. Ao início do experimento, todos os animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas e, durante o período experimental, quando necessário, foram realizados os combates contra infestações de carrapatos.

Quando atingiram o peso médio de 396 ± 18 kg e idade média de 19 meses, foram distribuídos em três grupos, em um delineamento inteiramente casualizado, com três sistemas de terminação (confinamento, pastagem e pastagem com suplementação) com 15 repetições por tratamento. Para imunocastração dos animais, utilizou-se a vacina Bipriva (Pfizer Saúde Animal), sendo que a primeira dose da vacina foi feita 30 dias antes da entrada no confinamento, e a segunda dose de imunização foi feita nos animais ao entrarem no confinamento, onde permaneceram até o abate.

Os animais terminados em confinamento foram alojados em baias individuais de aproximadamente 50 m², com cinco animais/baia, recebendo concentrado e volumoso na relação 30:70 quatro vezes ao dia. O ajuste da oferta de alimento foi realizado diariamente, com base na avaliação das sobras de cocho do dia anterior, para assegurar que não houvesse falta ou sobra de alimento no cocho. O grupo terminado exclusivamente a pasto (estrela africana) foi mantido em piquete com área de 7,2 ha, dividido em três. O manejo adotado foi o de pastejo contínuo e o ajuste da carga animal era realizado de acordo com a disponibilidade de forragem em cada piquete. Os animais

terminados a pasto e recebendo suplemento a 1% do peso vivo (%PV) foram mantidos em piquete de 4,8 ha, recebendo suplemento energético de 1% PV, em cochos de bombona plástica, localizados no início do piquete. A alimentação foi oferecida duas vezes ao dia (às 9 horas e às 17 horas). Cada tratamento era constituído por três piquetes. O manejo da pastagem foi realizado de acordo com a oferta de forragem disponível em cada piquete. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de bovinos na terminação, de acordo com NRC (1996). A análise das dietas oferecidas foram de terminadas segundo procesimentos analísticos citados por Silva e Queiroz (2002), conforme descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química (% da material seca) da dieta oferecida a novilhos Brangus terminados em diferentes sistemas de alimentação.

Nutrientes* (% MS)	Confinamento		Pasto+Suplemento		Pasto
	Concentrado	Silagem Milho	Capim estrela	Suplemento	Capim estrela
MS	88.67	25.61	30.04	87,96	38.44
PB	18,81	10.33	18,95	17,95	13,74
EE	4,26	3.61	2.12	3,65	2.51
MM	7.14	4.28	9.35	5.76	7.95
FDN	25.85	44.90	75.23	25.81	65.16
FDA	14.06	18.63	31.20	14.03	33.02

*MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido

Os novilhos terminados em confinamento e a pasto com suplementação, foram avaliados durante 109 dias. Os terminados a pasto permaneceram 145 dias na terminação, até que atingissem o mínimo de EGS necessária exigido pelo frigorífico, através de avaliação visual. Sendo todos pesados em intervalos de aproximadamente 35 dias. Ao final do período de terminação os animais foram abatidos em frigorífico

comercial, distante 25 km da fazenda, após jejum de sólidos de 12 horas, de acordo com procedimentos conforme exigido pela legislação brasileira.

Os animais foram insensibilizados através do atordoamento com pistola pneumática penetrante e imediatamente realizado a sangria pela seção dos grandes vasos do pescoço, seguida dos procedimentos de esfolagem, evisceração e lavagem das carcaças. As meias-carcaças foram mantidas em câmara fria a 2°C durante 24 horas.

O pH e a temperatura do músculo *Longissimus* na região entre a 12ª e a 13ª costelas foram determinados em 1h e 24h após o abate, por meio de peôgmetro digital, com termômetro acoplado (RS232 interface/AKSO). Uma secção do músculo *Longissimus* foi feita na região entre a 12ª e a 13ª costelas para determinações da espessura de gordura subcutânea, utilizando-se um paquímetro digital (Zaas Precision – Digital Caliper 0-150 mm) e área de olho de lombo, que foi desenhada em uma transparência obtida a partir da superfície do corte, utilizando-se o gabarito padrão transparente quadriculado (1 cm²) para obtenção da medida da AOL.

Análise estatística

Os dados de desempenho e as características de carcaça foram analisados como um delineamento inteiramente casualizados (DIC), com 15 repetições por tratamento. O sistema de terminação foi considerado como efeito fixo e cada animal foi considerado como unidade experimental. Todos os dados foram analisados utilizando o proc MIXED SAS 9.3. A média dos quadrados mínimos foi utilizada para calcular as médias ajustadas por tratamento. Conforme modelo:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = observação do animal j submetido ao tratamento i;

μ = constante geral;

S_i = efeito do sistema de terminação i ; $i=1;2;3$;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij}

Quando verificado efeito significativo dos fatores principais ou da interação com $\alpha=5\%$, as médias foram comparadas pelo teste T de Student.

Resultados e Discussão

Os animais terminados em confinamento apresentaram maior peso final ($P<0,05$) em relação aos animais terminados exclusivamente a pasto (*Tabela 2*), não diferindo estatisticamente dos terminados a pasto recebendo suplemento ($P>0,05$). O mesmo foi observado para o GDM, onde os animais confinados apresentaram maior ganho diário (1,25 kg/dia), estando de acordo com o encontrado na literatura, pois animais com dieta de elevada densidade energética tendem a apresentar maior eficiência de ganho de peso (NRC, 1996; PAULINO, 2001). Os novilhos terminados em confinamento apresentaram maior peso de carcaça quente e fria ($P<0,05$). No entanto, não houve diferença ($P>0,05$) entre os animais terminados a pasto e a pasto recebendo suplemento, mesmo estes apresentando maior peso final de carcaça. O peso da carcaça é uma característica importante (Kuss et al., 2010), pois está diretamente associada com o valor comercial do animal, sendo que, atualmente a forma de comercialização mais utilizada pelos frigoríficos no sul do país é pelo peso de carcaça resfriada (COSTA et al., 2002). Em relação ao rendimento de carcaça, os animais confinados apresentaram maior rendimento de carcaça quente ($P<0,05$) e fria ($P<0,05$), 56,30 e 55,17% respectivamente. Os animais a pasto recebendo suplemento, mesmo tendo apresentado peso final maior, não diferiram dos animais terminados a pasto (*Tabela 2*) em relação ao rendimento de carcaça quente e fria ($<0,05$). Como se trata do mesmo grupo racial e

todos os animais sendo oriundos do mesmo grupo de contemporâneos, fica evidente o efeito do sistema de terminação sobre o rendimento de carcaça. A eficiência na produção animal está incondicionalmente relacionada à melhoria das condições de alimentação, sendo a suplementação uma das alternativas mais práticas para adequar o suprimento de nutrientes (Silva et al., 2009), de acordo com as exigências do sistema de produção existente. Mesmo os animais terminados a pasto tendo apresentado peso semelhante de carcaça quente aos animais suplementados, esses permaneceram maior tempo (35 dias) na terminação. Neste sentido, a suplementação é uma boa alternativa para adiantar o abate dos animais, conseguir melhor cobertura de gordura e melhor valor de comercialização da carcaça (Menezes et al. 2014), ou mesmo por antecipação da data de abate (REIS et al., 2012).

Hirai et al. (2014) trabalhando com cruzados das raças Marchigiana x Aberdeen Angus x Nelore, mantidos durante 72 dias na terminação em pastagem de aveia, aveia mais leguminosa e aveia mais suplemento, não encontraram diferenças significativas ($P>0,05$) para os rendimentos de carcaça quente e fria entre os diferentes tratamentos, onde o peso de carcaça fria variou de 55,74% a 55,14%. Estes resultados foram superiores aos observados nesse trabalho para os animais terminados a pastou e/ou a pasto recebendo suplemento (52,61% e 53,51%, respectivamente). Também superiores também aos 54,6% observados por Lopes et al. (2008) trabalhando com novilhos oriundos do cruzamento entre as raças Angus, Hereford e Nelore terminados em pastagem de aveia e azevém. Os alimentos oferecidos durante a terminação têm efeito significativo nas diferenças observadas no rendimento de carcaça em bovinos, em virtude das diferenças que ocorrem no desenvolvimento do trato digestório (Macitelli et al., 2007), podendo explicar assim as diferenças observadas entre os rendimentos,

tendo em vista que pastagens temperadas, devido a suas características estruturais, apresentam alta digestibilidade da matéria orgânica e alta velocidade de passagem pelo trato digestório e, conseqüentemente, menor enchimento do trato gastrointestinal (Feijó et al., 2001). Ainda, segundo Di Marco (1998), o rendimento diminui em animais submetidos a dietas compostas por alimentos de baixa velocidade de passagem pelo trato digestório ou que necessitem de maior consumo de alimento para suprir as exigências fisiológicas, resultando assim em animais com maior peso do trato digestório cheio e vazio.

Tabela 2. Médias, erros padrões das médias (EPM) e valores P (P) peso inicial, peso final, ganho diário médio (GDM), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) de novilhos Brangus terminados em confinamento, pasto recebendo suplemente e a pasto

Característica	Tratamento			EPM	Pr > F
	Confinamento	Pasto + suplemento	Pasto		
Peso inicial, kg	390.8	396.7	404.4	5.76	0.2723
Peso final, kg	526.6 ^a	510.9 ^a	456.6 ^b	8.39	<0.0001
GMD, kg/d	1.25 ^a	1.05 ^a	0.68 ^b	0.064	<0.0001
PCQ, kg	296.5 ^a	277.9 ^b	270.22 ^b	4.63	<0.0009
RCQ (%)	56.30 ^a	54.50 ^b	53.61 ^b	0.045	0.0006
PCF, kg	290.63 ^a	272.90 ^b	265.17 ^b	6.62	0.0018
RCF (%)	55.17 ^a	53.51 ^b	52.61 ^b	3.33	0.0015
pH (24 horas)	5.57 ^{ab}	5.54 ^b	5.68 ^a	0.034	0.0181
AOL, cm ²	73.1 ^a	64.8 ^b	62.2 ^b	1.58	<0.0001
EGS, mm	5.2	5.8	3.6	0.63	0.0599

GMD = ganho médio diário; PCQ = peso de carcaça quente; RCQ = rendimento de carcaça quente; PCF = peso de carcaça fria; RCF = rendimento de carcaça fria; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea.

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Fonte: Elaboração dos autores.

O pH das carcaças após 24 horas em câmara fria 2°C apresentou valor mais baixo para os animais terminados a pasto recebendo suplemento (5,54; P<0,05),

diferindo dos animais a pasto e confinados, que apresentaram valores de 5,68 e 5,57, respectivamente. Fiorentini et al. (2012) encontraram valores de pH de carcaça após 24 horas de 5,7 a 5,8, para novilhas Brangus terminadas em confinamento, muito próximos dos valores obtidos para os animais em confinamento neste estudo. Por outro lado, Polizel Neto et al. (2009), observaram valores de pH₂₄ de 5,73 para animais F₁ Brangus terminados em pastagem de aveia, estando acima dos valores observados neste estudo para os animais terminados em pastagem e/ou pasto recebendo suplemento. Aferri et al. (2005), trabalhando com animais mestiços e terminados sob diferentes fontes de suplementação, encontrou pH de 5,63, estando bem próximo do valor encontrado para os animais terminados a pasto neste trabalho. Os valores de pH devem se situar entre 5,5 e 5,8 para as carcaças 24 horas *post mortem* (Roca 2001), demonstrando assim que foram obtidas carcaças dentro dos padrões recomendados de pH ideal.

De maneira geral, vários estudos relatam pH final mais elevado em animais alimentados a pasto, quando comparados a dietas com grãos (Vestergaard et al., 2000; Frylinck et al., 2009; Cattellam et al., 2013), estando de acordo com o observado no presente estudo, onde os animais terminados a pasto apresentaram valores médios de pH de 5,68 e os confinados 5,57. No entanto, foi observado menor pH para os animais terminados a pasto recebendo suplemento (5,54). Estudos de longa data demonstram que a concentração de glicogênio muscular aumenta em níveis diferenciados em relação a dieta dos bovinos. McVEIGH & TARRANT (1982), comparando grupos de bovinos alimentados com cevada ou feno e grupos que jejuaram, constataram que os níveis de glicogênio do músculo *L. dorsi* diminuíam com o aumento do tempo de jejum, principalmente em relação a dieta de cevada. O tempo de restrição alimentar, quando relacionado ao pH final da carcaça, apresentou resultados controversos (WITTMANN

et al. 1994). Nos animais, as privações de alimentos por mais de 24 horas têm ação estressora (WARRIS et al. 1987; LYON et al. 1990; APPLE et al. 1993). Bovinos em jejum ainda podem manter o glicogênio em níveis suficientes para proporcionar acidificação *post mortem* normal, sendo um fator, segundo JONES et al. (1988), pouco predisponente para formação de carne escura (DFD). Entretanto, em condições inadequadas, o jejum sempre vem acompanhado de outros fatores estressores e esta associação contribuiria para reduzir a qualidade da carne. Quando bovinos são acometidos a situação de estresse pré-abate, a reserva de glicogênio dos músculos pode ser parcial ou totalmente exaurida. Como consequência o *rigor mortis* se estabelece na primeira hora, porque a reserva energética não é suficiente para sustentar o metabolismo anaeróbico, que produz ácido lático capaz de baixar o pH a 5,5 na 24^a hora *post mortem*. A carne resultante desse processo terá pH >5,8, proporcionando ao músculo coloração escura (FELÍCIO, 1993). E está em desacordo com o observado neste estudo, tendo em vista que os animais mesmo passando por um longo período de jejum, apresentaram menor pH. Como a distância entre a fazenda e o frigorífico é de apenas 40 minutos, os animais normalmente são abatidos no mesmo dia, respeitando o período mínimo de seis horas, de acordo com o artigo 110 do RIISPOA, que admite a redução do tempo de permanência dos animais no frigorífico quando o tempo de viagem não ultrapassar 2 horas, estabelecendo permanência mínima de seis horas no frigorífico. Durante este período, objetiva-se a redução do conteúdo do trato gastrointestinal, o que minimiza o risco de ruptura do mesmo e de contaminações da carcaça durante o processo da evisceração (PARDI et al., 2005; WARRISS, 2010; POINTON et al., 2012). Além disso, a prática do descanso e dieta hídrica nos currais de abate destinam-se, respectivamente, a recuperação dos substratos energéticos do músculo que possam ter

sido consumidos (ENGLAND et al., 2013) e a reidratação dos animais (PIGHIN et al., 2015), influenciando de forma direta os valores de pH na carne.

Os animais terminados em confinamento apresentaram maior AOL (73,1cm²; P>0,05), diferindo dos outros dois grupos, enquanto que os terminados a pasto e a pasto com suplemento não apresentaram diferença entre si (*Tabela 2*). Mesmo os animais terem permanecido o mesmo tempo em confinamento e na pastagem recebendo suplemento, os animais confinados apresentaram maior AOL. A AOL está diretamente correlacionada ao peso da carcaça (Costa et al., 2002), como os animais confinados apresentaram maior peso de carcaça quente e fria, era esperada essa diferença para os valores da AOL. Maggioni et al. (2009) encontraram valores médios de 66,9 cm² para animais ½ e ¾ de sangue europeu terminados em confinamento com silagem de sorgo. Os animais foram abatidos com menor peso, podendo justificar assim o maior valor encontrado neste estudo. Em outro estudo, Pereira et al. (2009), encontraram valores médios de 73,1±1,6 cm² para AOL para animais ½ Aberdeen Angus ½ Nelore, terminados após 143 dias de confinamento. Dados da literatura indicam uma correlação direta entre AOL e rendimentos de corte de alto valor comercial, além de estar diretamente relacionada a quantidade de músculo do animal (LUCHIARI FILHO, 2000; CRUZ, et al., 2007; BIANCHINI et al., 2008). Mesmo os animais terminados a pasto terem permanecido por um período mais longo de tempo, não comprometeram o potencial de crescimento, ficando evidenciado pelo valor da AOL encontrada (62,2 cm²). Estando de acordo com o observado por Polizel Neto et al. (2009), que encontrou AOL média de 63,88, para animais Brangus terminados em pastagem. Elzo et al. (2012), trabalhando com animais da raça Brangus, recriados em pastagem e terminados em confinamento, observaram valores de 82,60 cm² para AOL e também maior peso de

carcaça quente, sendo maiores que os valores observados neste estudo, para os animais na mesma condição de recria e terminação.

Não houve diferença significativa para EGS, no entanto pode-se observar uma tendência ($P=0.056$), visto que os animais terminados a pasto, mesmo abatidos 36 dias mais tarde, apresentaram valores mais baixos em relação aos outros dois grupos (*Tabela 2*). Tal fato pode ter ocorrido devido a grande amplitude dentro da EGS. Mesmo os animais terminados exclusivamente a pasto, também apresentaram níveis de EGS desejáveis pela indústria frigorífica brasileira, que segundo Costa et al. (2002), deve ser de 3 a 6 mm de cobertura de carcaça, pois valores inferiores a 3 mm prejudicam a carcaça, por não protegerem os músculos externos do escurecimento pelo frio, enquanto que valores superiores a 6 mm representam prejuízo ao produtor, uma vez que o excesso é eliminado durante a limpeza na carcaça pelos frigoríficos. Silva et al. (2003), trabalhando com tourinhos Brangus, com diferentes níveis de concentrado na dieta, observaram valores médio de 4,4 cm para EGS. A suplementação em pastagem influenciou positivamente a deposição de gordura subcutânea, se sobressaindo em relação aos animais confinados. Em áreas de pastagem de pequena extensão, o gasto de energia dos bovinos é reduzido (CAÑAS; GASTÓ, 1974), e a manipulação da dieta por meio da suplementação, pode ter modificado o metabolismo lipídico e por consequência a deposição de gordura subcutânea. Restle et al. (1999), trabalhando com novilhos terminados aos 24 meses de idade em pastagem de aveia + azevém + trevo, encontraram valor de espessura de gordura entre 2,27 e 2,56 mm, sendo inferiores aos valores encontrados neste estudo, para os animais terminados exclusivamente a pasto.

Segundo Muller (1987) e Arboitte et al. (2004), menores perdas por resfriamento são verificadas em carcaças com maior grau de acabamento, já que a EGS funciona

como isolante, evitando assim as perdas por desidratação. Ficando evidente, a importância de atingir a espessura de gordura mínima nas carcaças, evitando a perda por resfriamento nas primeiras 24 horas, é uma das características qualitativas da carne que tem grande valor para o frigorífico (Menezes et al., 2010). Arboitte et al. (2011) relataram que uma boa cobertura de gordura subcutânea em animais jovens, proporciona uma maior proteção da carne, e essa proteção está diretamente relacionada a menor perda por resfriamento e cocção, resultando em carne com maior suculência e palatabilidade. O melhor grau de acabamento das carcaças dos animais terminados em confinamento e/ou a pasto recebendo suplemento pode ser reflexo da alteração na composição de ganho de peso, devido ao maior aporte energético recebido quando comparado com animais exclusivamente a pasto, estando em concordância com o descrito por Hirai et al. (2014).

Conclusão

As características de carcaça de novilhos brangus, como peso, rendimento de carcaça e área de olho de lombo, podem ser afetadas pelo sistema de terminação. Ficou evidenciado a influência do sistema de terminação sobre o pH final da carne, onde animais terminados em regime exclusivo de pastejo apresentaram pH superior aos demais sistemas. A terminação de animais a pasto recebendo suplementação demonstra ser uma importante alternativa de manejo na terminação de novilhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFERRI, G.; LEME, P.R.; SILVA, S. da L. e; PUTRINO, S.M.; PEREIRA, A.S.C. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1651-1658, 2005.

ARBOITTE, M.Z.; RESTLE J.; FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PACHECO, P.S.; MENEZES, L.F.G.; PEROTTONI, J. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo longissimus dorsi de novilhos 5/8 nelore - 3/8 charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.959-968, 2004.

ARBOITTE, M.Z.; BRONDANI, I.L.; DESCHAMPS, F.C.; BERTOLDI, F.C.; FILHO, D.C.A.; SEGABINAZZI, L.R. Qualidade da carne do músculo longissimus dorsi de novilhos superjovens Aberdeen Angus de biótipo pequeno e médio abatidos com o mesmo estágio de acabamento na carcaça. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. vol. 33, núm. 2, pp. 191-198, 2011.

ARELOVICH, H. M.; ARZADÚN, M. J.; LABORDE, H. E. et al. Performance of beef cattle grazing oats supplemented with energy, escape protein or high quality hay. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 105, p. 29-42, 2003.

ARRIGONI, M. D.B. Eficiência produtiva de bovinos de corte: modelo biológico superprecoce. Botucatu: FMVZ/UNESP, 428p, 2003.

ARRIGONI, M. D. B.; MARTINS, C. L.; SARTI, L. M. N.; BARDUCCI, R. S.; FRANZÓI, M. C. da S.; VIEIRA JÚNIOR, L. C.; PERDIGÃO, A.; RIBEIRO F. A.; FACTORI, M. A. Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 2, p. 539-551, 2013.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. *New concepts of cattle growth*. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240 p.

BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P.; MIELITZ NETO, C. G. Produtividade e Eficiência Biológica de Sistemas de Recria e Engorda de Gado de Corte no Rio Grande de Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 696-706, 2002.

CANÃS, C. R.; GASTÓ, C. J. Costo de cosecha y eficiencia de producción em ecosistemas ganaderos. *Ciência e Investigación Agrária*, Santiago, v. 1, n. 4, p. 179-185, 1974.

CATTELAM, J.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SEGABINAZZI, L. R.; CALLEGARO, A. M.; COCCO, J. M. Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos confinados em diferentes espaços individuais. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 14, n.2, p.185-198, 2013.

COSTA, E. C.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. L. C.; KUSS, F. Características da carcaça de novilhos red angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. *Revista Brasileiro de Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 119-128, 2002.

COSTA, E. C.; RESTLE, J.; VAZ, F. N. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus suprepoces abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.1, 9. 119-128, 2002.

DI MARCO, O. N. **Crecimiento de vacunos para carne**. Mar Del Plata: Oscar N. Di Marco 1998. 246p.

DIXON, R. M.; STOCKDALE, R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 50, n. 5, p. 757-773, 1999.

ELZO, M. A., JOHNSON, D. D., WASDIN, J. G., DRIVER, J. D. Carcass and meat palatability breed differences and heterosis effects in an Angus-Brahman multibreed population. **Meat Science**, v. 90, p. 87-92, 2012.

EMBRAPA – Gado de Corte – Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira. Nota Técnica 2017.

ENGLAND, E. M.; SCHEFFLER, T. L.; KASTEN, S. C.; MATARNEH, S. K.; GERRARD, D. E. Exploring the unknowns involved in the transformation of muscle to meat. **Meat Science**, v.95, n.4, p.837-843, 2013.

EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R.; EUCLIDES, V. P. B. et al. Desempenho de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1117-1122, 2003.

FEIJÓ, G. L. D.; EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V. P. B.; FIGUEIREDO, G. R. Avaliação das carcaças de novilhos F1 Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 1015-1020, 2001. Suplemento 1.

FELICÍO, P. E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne vermelha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p. 43-52.

FELÍCIO, P. E. Desdobramento da qualidade da carne bovina. *Higiene Alimentar*, Itapetininga, v. 12, n. 54, p. 16-22, 1998.

FERNANDES, J. M. P. F. G.; PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; ALMEIDA, A. P. S.; ABREU, U. G. P.; LARA, J. A. F. Encurtamento pelo frio de fibras musculares oxidativas de bovinos pela técnica de NADH-TR. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n.6, p.1879-1882, 2006.

FIORENTINI, G.; SANTANA, M.C.A.; SAMPAIO, A.A.M.; REIS, R.A.; RIBEIRO, A.F.; BERCHIELLI, T.T. Intake and performance of confined crossbred heifers fed different lipid sources. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.6, p.1490-1498, 2012.

HIRAI, M. M. G.; MENEZES, L. F. G. De.; KUSS, F.; VONZ, D.; RONSANI, R.; MARTINELLO, C.; NAZÁRIO, D.; SEGABINAZZI, L. R. Características de carcaça e

qualidade da carne de novilhos terminados em pastagem de aveia branca. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 4, suplemento, p. 2617-2628, 2014.

KUSS, F.; LÓPEZ, J.; RESTLE, J.; BARCELLOS, J. O. J.; MOLETTA, J. L.; PAULA-LEITE, M. C. Qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 924-931, 2010.

LEPETIT, J. Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. **Meat Science**, n. 80, p. 960-967, 2008.

LUCHIARI FILHO, A. Pecuária da carne bovina. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 13 p.

MACITELLI, F.; BERCHIELLI, T. T.; MORAIS, J. A. da S.; SILVEIRA, R. N. da; CANESIN, R. C. Desempenho e rendimento de carcaça de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes proteicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p.1917-1926, 2007.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J. A.; PEROTTO, D.; ROTTA, P. P.; DUCATTI, T.; MATCUHITA, M.; SILVA, R. R.; PRADO, I. N. Bermuda Grass hay or sorghum silage with or without yeast addition on performance and carcass characteristics of croobred Young bulls finished in feedlot. **Asian-Aust J. Ani. Sci.**, v. 22, p. 206-215, 2009.

MENEZES, L.F.G. RESTLE, J. BRONDANI, I.L. SILVEIRA, M.F.; FREITAS, L.S.; PIZZUTI, L.A.D. Características da carcaça e da carne de novilhos super-jovem da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.667-676, 2010.

MENEZES, L. F. de. et al. Aspectos qualitativos da carcaça e carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados em pastagem tropical, recebendo diferentes níveis de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1557-1568, 2014.

MÜLLER, L. Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos. 2.ed. Santa Maria: UFSM, Imprensa Universitária. 31p., 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washington, D.C. 158p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. Ciência, higiene e tecnologia da carne. 2.ed. v.1, Goiânia: Editora da UFG, 2005. 624p.

PAULINO, P.V.R. Exigências nutricionais e validação da seção HH para predição da composição corporal de zebuínos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 158p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

PEREIRA, P. M. R. C.; PINTO, M. F.; ABREU, U. G. P. de; LARA, J. A. F. Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1520-1527, 2009.

PIGHIN, D. G.; DAVIES, P.; PAZOS, A. A.; CECONI, I.; CUNZOLO, S. A.; MENDEZ, D., BUFFARINI, M.; GRIGIONI, G. Biochemical profiles and physicochemical parameters of beef from cattle raised under contrasting feeding systems and pre-slaughter management. *Animal Production Science*, 2015. Disponível em: . Acesso em: 15 jul. 2015.

POINTON, A.; KIERMEIER, A.; FEGAN, N. Review of the impact of pre-slaughter feed curfews of cattle, sheep and goats on food safety and carcass hygiene in Australia. *Food Control*, v.26, p.313-321, 2012.

POLIZEL NETO, A.; JORGE, A. M.; MOREIRA, P. S. A.; GOMES, H. F. B.; PINHEIRO, R. S. B. Desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 Brangus × Nelore recebendo suplemento com cromo complexado à molécula orgânica na terminação a pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.4, p.737-745, 2009.

PRADO, I. N.; PRADO, R. M.; ROTTA, P. P.; VISENTAINER, J. V.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the Longissimus muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. *Journal of Animal Feed Science*, Jablonna, v. 17, p. 295-306, 2008a.

PRADO, I. N.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; VISENTAINER, J. V.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the Longissimus muscle of Purunã and ½ Puruna vs. ½ Canchin bulls. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, Seoul, v. 21, n. 9, p. 1296-1302, 2008b.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; OLIVEIRA, A. A.; AZENHA, M. V.; CASAAGRANDE, D. R. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n.3, p.642-655, 2012.

RESTLE, J.; VAZ, F. N.; PASCOAL, L. L.; SENNA, D. B.; VAZ, R. Z.; FEIJÓ, G. L. D. Efeito do desmame precoce na carcaça de novilhos terminados em pastagem e abatidos aos 24 meses. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v. 34, n. 11, p. 2129-2136, 1999.

SILVA, F. F. da; SÁ, J. F. de; SCHIO, A. R.; ITAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 371-389, 2009.

WARRISS, P.D. Meat Science: an introductory text. 2.ed. Wallingford: CABI Publishing, 2010.

6. CAPÍTULO III

QUALIDADE DA CARNE DE NOVILHOS BRANGUS PRECOSES ABATIDOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE TERMINAÇÃO

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os atributos de qualidade da carne de novilhos Brangus (n=45), sob três sistemas de terminação (confinamento=Conf., a pasto=Past. e a pasto recebendo suplemento=Past.+Supl.). Durante 109 dias os novilhos foram mantidos em confinamento e em pastagem recebendo suplemento, e por 144 dias em pastagem, sendo abatidos ao atingirem o peso médio de 490 kg \pm 33.4, em frigorífico comercial. Após 24 horas de refrigeração foi retirada uma amostra do músculo *Longissimus* para avaliação dos atributos de qualidade de carne. O pH da carne diferiu entre todos os tratamentos, sendo que os animais terminados a pasto apresentaram maior pH (5,68) no músculo *Longissimus*. As médias gerais dos dados obtidos nas análises de composição física nas carnes frescas não apresentaram diferença estatística entre si para L* luminosidade, a* intensidade de vermelho, b* intensidade de amarelo, C* croma e também para o H* ângulo de inclinação. A perda por cocção (PPC) não diferiu entre os três tratamentos. A força de cisalhamento foi menor para os animais terminados em confinamento (81.8 N), assim como a maior média para comprimento de sarcômero (1.88 μ m). Os animais terminados em pastagem e pastagem com suplemento não diferiram entre si para força de cisalhamento (110.5 e 116.8 N respectivamente), no entanto os animais terminados só a pasto apresentaram menor média para comprimento de sarcômero (1.77 μ m). A maciez avaliada pelo painel de degustadores apresentou maior nota para os animais terminados em confinamento (7.1), assim como aceitação geral (6.9), sabor (6.7) e suculência (6.7). A carne dos animais terminados exclusivamente a pasto apresentou menor maciez (5.7), no entanto obtiveram melhor suculência (6.3) em comparação com a carne dos animais terminados a pasto com suplementação (6.0). Na análise sensorial qualitativa, o sabor não diferiu entre os três tratamentos. A maciez foi mais bem avaliada para a carne dos animais terminados em confinamento, não diferindo em relação a suculência para os animais terminados a pasto.

Palavras-chave: qualidade de carne, terminação, sensorial, bos taurus.

Abstract - The aim of the present study was to evaluate the quality attributes of Brangus steers (n = 45) under three finishing systems (confinement = Conf., Pasture = Past., And pasture receiving supplement = Past. + Suppl.). During 109 days, the steers were kept in confinement and pasture receiving the supplement, and for 144 days in the pasture, being slaughtered when reaching the average weight of 490 kg \pm 33.4, in a commercial refrigerator. After 24 hours of cooling, a sample of the *Longissimus* muscle was taken to evaluate the meat quality attributes. The pH of the meat differed among all the treatments, and the pasture finished animals had a higher pH (5.68) in the *Longissimus* muscle. The general averages of the data obtained in the analysis of the physical components in the fresh meat did not show a statistical difference

between them for L * luminosity, * intensity of red, b * intensity of yellow, C * chroma and also for H * slope angle. The cooking loss (CPP) did not differ between the three treatments. The shear force was lower for the finished animals in confinement (81.8 N), as well as the higher mean for sarcomere length (1.88 μm). The pasture and pasture animals supplemented did not differ between them for shear force (110.5 and 116.8 N respectively), however, the pasture-only animals showed a lower mean for sarcomere length (1.77 μm). The softness evaluated by the panel of testers presented a higher score for the animals ^{finished} in confinement (7.1), as well as general acceptance (6.9), taste (6.7) and succulence (6.7). The meat of the exclusive pasture animals presented lower softness (5.7), however, it obtained better succulence (6.3) compared to the meat of the animals finished with pasture with supplementation (6.0). In the qualitative sensorial analysis, the taste did not differ between the three treatments. The softness was better evaluated for the meat of the finished animals in confinement, not differing in relation to the succulence for the animals finished to pasture.

Keywords: meat quality, finishing, sensory , Bos taurus.

INTRODUÇÃO

O Brasil exportou 1,53 milhões de toneladas no ano de 2017, se mantendo como principal exportador da carne bovina no mundo (ABIEC, 2017). No entanto, em termos de valores comercializados, está em terceiro lugar no ranking, ficando atrás dos Estados Unidos e Austrália (ABIEC, 2017). Isso porque há uma grande variação nos sistemas de criação no Brasil, principalmente na fase de terminação, o que proporciona uma maior variabilidade dos atributos de qualidade da carne (USDA, 2014), sendo também atribuída ao genótipo do gado brasileiro, constituído principalmente por zebuínos, conhecidos pela produção de carne com menor maciez em relação aos taurinos (RESTLE et al., 2003).

O perfil dos consumidores de carne tem passado por mudanças, principalmente em relação a busca por melhor qualidade. Entre as principais características que influenciam a qualidade do produto final, a maciez ocupa posição de destaque (JELENÍKOVÁ et al., 2008; RODRIGUES & SILVA et al., 2016). De modo geral, nem todos os atributos de qualidade podem ser avaliados pelos consumidores no momento da compra, mas o fazem com base em várias percepções (selos de certificação, marca, aparência e tipo de corte), as quais por sua vez, interferem sobre os atributos de qualidade (maciez,

sabor, palatabilidade, suculência e valor nutricional) (TROY & KERRY, 2010; MAGGIONI et al., 2012).

Com o objetivo de melhorar a qualidade da carne bovina, diversas tecnologias têm sido desenvolvidas, entre elas o cruzamento entre bovinos *Bos taurus* vs. *Bos indicus* (PRADO et al. 2008, 2009). No Brasil, esta técnica vem sendo utilizada com o objetivo de melhorar o desempenho dos zebuínos, já adaptados às condições climáticas do país, e melhorar a deposição de gordura subcutânea e maciez da carne, uma vez que algumas raças taurinas podem também apresentar maior deposição de gordura intramuscular e, portanto, maior marmorização da carne (ROTTA et al., 2008). Lepetit (2008), relaciona a maciez da carne obtida pelo cruzamento industrial à atividade enzimática do músculo, ao tipo e ao diâmetro das fibras musculares. Quando comparado com zebuínos, animais de raças taurinas podem apresentar maior atividade de calpaínas, principais responsáveis pela proteólise de estruturas miofibrilares (Linha Z), pois nos miócitos destes animais usualmente há menor quantidade de calpastatina, inibidor enzimático das calpaínas (LEPETIT, 2008).

Outro fator bastante estudado e que apresenta influência direta sobre os atributos de qualidade é o sistema de terminação. Em sistema de produção intensiva, a busca por maior eficiência biológica, em conjunto com a rápida deposição muscular, são as principais variáveis para se determinar o sucesso produtivo (WILLIAMS et al., 1995). Por outro lado, a base da criação e engorde de bovinos de corte no Brasil é realizada em pastagens (FREITAS et al., 2003), que em determinadas épocas paralisam seu crescimento, reduzindo a disponibilidade e a qualidade da matéria seca, retardando a idade de abate, determinando baixos rendimentos de carcaça e menor qualidade da carne (FEIJÓ et al., 2001). Neste sentido, a suplementação de animais em pastagem surge como uma alternativa de melhorar a eficiência do sistema de produção e a qualidade do produto final (SILVA et al., 2009).

Sabe-se que o crescimento animal é um fator de extrema importância quando o assunto é a produção, pois caracteriza o processo de desenvolvimento corporal dos animais de acordo com a eficiência do sistema de produção em que está inserido. Sendo assim, a intensificação na velocidade

de crescimento muscular, aliado a um rápido período de terminação dos animais se apresenta como a maneira mais eficiente de se obter um produto de melhor qualidade e, assim, maior competitividade no atual mercado consumidor de carne e entre as fontes de proteína animal (CHARDULO et al., 1998). A influência do estado nutricional e da taxa de crescimento antes do abate no processo de amaciamento da carne tem sido muito estudado, mas ainda sendo muito questionado (THERKILDSEN et al., 2002).

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi analisar as características de qualidade da carne de novilhos da raça Brangus submetidos a três sistemas de terminação (confinamento, a pasto e a pasto com suplemento) em um mesmo período de terminação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos usados para esse experimento envolvendo animais foram conduzidos de acordo com o Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFRGS número 32320). O protocolo foi aprovado pelo comitê do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O protocolo do Comitê de Ética em Experimentos com Seres Humanos (CEPH) é 81964317.4.0000.5222.

2.1 Animais e tratamento

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Progresso, localizada na cidade de São Jorge D'Oeste, PR (25° 42' 20" S 52° 55' 06" W). O clima da região é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média de 19,9°C (30,1°C máxima e 9,8 °C mínima) e precipitação acumulada de 1488,6 mm para o ano de 2016, sendo que os meses mais chuvoso foram janeiro, fevereiro, maio e outubro com 195,2; 191,2; 192,0 e 185,6 mm, respectivamente. O mês de menor precipitação foi o de setembro com 42,8 mm. (GEBIOMET, 2016).

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e as da carne no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, São Paulo, Brasil.

Foram utilizados 45 novilhos Brangus, castrados imunologicamente, desmamados aos sete meses com peso médio de 204 kg. Todos os animais do mesmo grupo de contemporâneos, oriundos de uma fazenda localizada na cidade de Autônia, PR. Após o desmame foram recriados em pastagem de estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) e suplementados com concentrado proteico a 1% do PV, até que atingissem o peso determinado pela fazenda para entrarem na terminação. Quando atingiram o peso médio de 396 ± 18 kg e idade média de 19 meses, foram distribuídos em três grupos, de acordo com os sistemas de terminação aqui pesquisados.

Os animais terminados em confinamento foram alojados em baias individuais de aproximadamente 50 m², com cinco animais/baia, recebendo concentrado e volumoso na relação 30:70 quatro vezes ao dia. O ajuste da oferta de alimento foi realizado diariamente, com base na avaliação das sobras de cocho do dia anterior, para assegurar que não houvesse falta ou sobra de alimento no cocho. O grupo terminado exclusivamente a pasto (estrela africana) foi mantido em piquete com área de 7,2 ha, dividido em três. O manejo adotado foi o de pastejo contínuo e o ajuste da carga animal era realizado de acordo com a disponibilidade de forragem em cada piquete. Os animais terminados a pasto e recebendo suplemento a 1% foram mantidos em piquete de 4,8 ha, recebendo suplemento energético de 1% PV. A alimentação foi oferecida duas vezes ao dia (às 9 horas e às 17 horas). Cada tratamento era constituído por três piquetes. O manejo da pastagem foi realizado de acordo com a oferta de forragem disponível em cada piquete. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de bovinos na terminação, de acordo com NRC (1996). A análise das dietas oferecidas estão na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química (% da material seca) da dieta oferecida a novilhos Brangus terminados em diferentes sistemas de alimentação

Nutriente* (% MS)	Confinamento		Pasto+Suplemento		Pasto
	Concentrado	Silagem milho	Gramma estrela	Suplemento	Gramma estrela
MS	88,67	25,61	30,04	87,96	38,44
PB	18,81	10,33	18,95	17,95	13,74
EE	4,26	3,61	2,12	3,65	2,51
MM	7,14	4,28	9,35	5,76	7,95
FDN	25,85	44,90	75,23	25,81	65,16
FDA	14,06	18,63	31,20	14,03	33,02

*MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido

2.2 Desempenho animal

Os animais foram pesados no início (dia 1, 23/03/2017), a cada 35 dias, e ao fim do período experimental (109 e 114 dias, 10/07/2019 e 15/08/2019, respectivamente) após 12 horas de jejum alimentar. O GDM foi calculado utilizando os dados de todas as pesagens.

2.3 Coleta de dados de carcaça

Os animais terminados em confinamento e a pasto recebendo suplemento foram abatidos aos 109 dias, enquanto os terminados a pasto foram abatidos aos 144 dias, momentos em que alcançaram os pesos e espessuras de gordura mínima desejadas pelo frigorífico. Após esse período os animais foram transportados e abatidos no Frigorífico Miolar Alimentos Ltda, município de Dois Vizinhos, PR, à 25 km da fazenda. Os novilhos tiveram jejum de sólidos de no mínimo 12 horas, com acesso livre à água, e foram abatidos de acordo com os procedimentos humanitários exigidos pela legislação brasileira.

Ao abate os animais foram insensibilizados através do atordoamento com pistola pneumática penetrante, foram suspensos pelo tendão e logo após realizada a sangria pela seção dos grandes vasos do pescoço. Não houve estimulação elétrica. Após os procedimentos de esfolagem, evisceração e lavagem das carcaças, as meia carcaças foram pesadas, peso carcaça quente (PCQ). O

rendimento de carcaça quente (RCQ) foi calculado por meio da divisão do PCQ pelo peso final de abate dos animais. Posteriormente, as meia-carcaças esquerdas foram identificadas e levadas para câmara fria mantida a 2°C durante 24 horas.

O pH e a temperatura do músculo *Longissimus dorsi* na região entre a 12ª e a 13ª costelas foram determinados 1 e 24 horas após o abate. Posteriormente, foi realizada uma secção do músculo *Longissimus* entre a 12ª e a 13ª costelas para posterior determinação da área de olho de lombo (AOL) e espessura em mm de gordura subcutânea (EGS), através de uma imagem digital obtida a partir da superfície do corte. Em seguida foram retiradas três amostras (2,5 cm de espessura cada), no sentido caudocranial, a partir da 12ª costela, para realização de análises de qualidade instrumental, sensorial e perfil morfométrico.

2.4 Determinação da cor

A determinação da cor foi feita em amostras de 1,5 cm de espessura deixadas expostas ao oxigênio por 30 minutos e com 4 °C a 6 °C. Foi realizada uma avaliação objetiva da cor utilizando o sistema CIELab (CIE, 1986), através de um espectrofotômetro portátil, modelo CM2500d (Konica Minolta Brasil, São Paulo, Brasil) com iluminante padrão D65, ângulo de observação de 10° e abertura do obturador de 30 mm. A partir do uso das coordenadas L*, a* e b*, obtidas nas determinações colorimétricas, foram calculados o croma (C*) e o ângulo de inclinação (H*) de acordo com MacDougal (1994).

2.5 Força de cisalhamento (FC)

Para avaliar as força de cisalhamento as amostras foram primeiramente retiradas das embalagens, pesadas e assadas em um forno equipado com um termostato ajustado a 170 °C (Fornos Elétricos Flecha de Ouro Ind. – Modelo F130/L, São Paulo, Brasil). A temperatura interna dos bifes foi monitorada por meio de termômetros individuais (Gulton Instrumentos de Medição e Automação Indústria e Comércio LTDA – Modelo Gulterm 700-10s, São Paulo, Brasil). Ao alcançar 40 °C, as amostras foram viradas e permaneceram no

forno até alcançar a temperatura de 71 °C conforme as normas da AMSA (2015).

Posteriormente, as amostras permaneceram em temperatura ambiente até resfriarem a 25 °C, quando foram novamente pesadas para determinar as perdas por cocção (PC). Após isso, as amostras foram envolvidas em papel filme e foram resfriadas a 4 °C por 12 horas. Após esse período, foram retirados seis cilindros (1,27 cm de diâmetro) de cada amostra, no sentido paralelo ao das fibras, para determinação da força de cisalhamento (FC) por meio do texturômetro TMS-PRO (Food Technology Corporation, Sterling, Virginia, EUA) acoplado a um dispositivo de cisalhamento do Warner-Bratzler com velocidade fixada em 200 mm/min (AMSA, 2015). A FC de cada amostra foi considerada como o valor médio dos seis cilindros.

2.6 Comprimento de sarcômero

A determinação do comprimento do sarcômero foi feita com a retirada de seis cilindros (1,27 cm de diâmetro) de cada amostra crua, no sentido paralelo ao das fibras, colocados dentro de um recipiente plástico contendo 0,2 M de solução de sacarose e fixados por 12 horas a 4 °C. Para tal, a técnica de difração a laser proposta por Cross et al. (1981) foi utilizada por meio do laser Helium Neon modelo 05-LHR-021 (Melles Griot, Carlsbad, CA, EUA). De cada cilindro obtido foram realizadas seis mensurações de comprimento de sarcômero, de modo que o comprimento de sarcômero de cada amostra foi considerado como o valor médio dos 36 comprimentos de sarcômeros mensurados.

2.7 - 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.

Os bifes foram assados usando o mesmo procedimento citado para as análises de FC, sendo as amostras cortadas em cubos de 1 cm³ e disponibilizadas aos painelistas, de forma monádica (1 amostra de cada tratamento/painelista), em copos plásticos codificados com números de três

dígitos. Um copo de água e uma bolacha tipo *cracker* foram entregues junto com as amostras, de modo que os painelistas os consumissem entre as amostras a fim de limpar o paladar. Os painelistas permaneceram em cabines individuais, com luz vermelha, sem comunicação com outros painelistas.

Foi aplicado um teste sensorial de aceitação do consumidor (n = 100) acoplado a um teste *just-about-right* (do inglês, sob medida), as quais são caracterizadas como uma análise qualitativa e quantitativa, respectivamente, para determinar a percepção sensorial do consumidor (Figura 1). No teste de aceitação do consumidor foi utilizada uma escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (nota 1) a “gostei extremamente” (nota 9), enquanto que no teste *just-about-right* foi utilizada uma escala hedônica de cinco pontos (AMSA, 2015).

Figura 1 – Ficha de avaliação do teste sensorial de aceitação do consumidor acoplado ao teste *just-about-right*.

Nome: _____ Amostra: _____ Provedor: _____

Antes de provar a amostra, por favor coma um pedaço da bolacha e tome um gole de água.

PROVE A AMOSTRA – Obs: marque as respostas com um X dentro do balão referente à sua opinião.

1. De um modo GERAL de satisfação, o quanto você gostou ou desgostou da amostra?

Detestei	Desgostei muito	Desgostei moderado	Desgostei ligeiramente	Nem gostei Nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderado	Gostei muito	Adorei
<input type="checkbox"/>								

2. O quanto você gostou ou desgostou do SABOR da amostra?

Detestei	Desgostei muito	Desgostei moderado	Desgostei ligeiramente	Nem gostei Nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderado	Gostei muito	Adorei
<input type="checkbox"/>								

3. Você diria que o SABOR da amostra é:

Muito fraco	Fraco	Nem fraco Nem forte	Forte	Muito forte
<input type="checkbox"/>				

4. O quanto você gostou ou desgostou da MACIEZ da amostra?

Detestei	Desgostei muito	Desgostei moderado	Desgostei ligeiramente	Nem gostei Nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderado	Gostei muito	Adorei
<input type="checkbox"/>								

5. Você diria que, com relação à MACIEZ, a amostra é:

Muito dura	Dura	Nem macia Nem dura	Macia	Muito macia
<input type="checkbox"/>				

6. O quanto você gostou ou desgostou da SUCULÊNCIA da amostra?

Detestei	Desgostei muito	Desgostei moderado	Desgostei ligeiramente	Nem gostei Nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderado	Gostei muito	Adorei
<input type="checkbox"/>								

7. Você diria que a SUCULÊNCIA da amostra é:

Muito seca	Seca	Nem seca Nem úmida	Úmida	Muito úmida
<input type="checkbox"/>				

Fonte: Adaptado de AMSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat**. 2. ed. Champaign, Illinois: American Meat Science Association, 2015.

2.8 Análise estatística

Os dados de desempenho, as características de carcaça e da qualidade da carne, avaliadas no abate foram analisados como um delineamento inteiramente casualizados (DIC), com 15 repetições por tratamento. O sistema de terminação foi considerado como efeito fixo e cada animal foi considerado como unidade experimental. Os provadores foram incluídos como um efeito aleatório no modelo de análise dos dados do teste sensorial de aceitação do consumidor. Todos os dados foram analisados utilizando o proc MIXED SAS 9.3. A média dos quadrados mínimos foi utilizada para calcular as médias ajustadas por tratamento.

$$Y_{ij} = \mu + S_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = observação do animal j submetido ao tratamento i;

μ = constante geral;

S_i = efeito do sistema de terminação i; i=1;2;3;

ε_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij}

Quando verificado efeito significativo dos fatores principais ou da interação com $\alpha=5\%$, as médias foram comparadas pelo teste T de Student.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas para cor L^* , a^* e b^* entre os tratamentos, havendo apenas uma tendência para cor b^* (*Tabela 2*), onde os animais terminados a pasto recebendo suplemento apresentaram menor intensidade para vermelho (11,7) em relação aos animais confinados e a pasto (15,5 e 13,2, respectivamente). Conforme Muchenje et al.(2009), a cor da carne é o primeiro critério utilizado pelo consumidor no momento da compra, uma vez que os consumidores utilizam a coloração como indicador de frescor e saudabilidade (JOO et al., 2013) e, mesmo que incorretamente, associam carnes de cores mais claras com animais mais jovens (KUSS et al., 2010; GONZALEZ et al., 2014).

Os valores dos parâmetros L^* , a^* , b^* no músculo *Longíssimus* foram menores ($P<0,05$) para os animais a pasto recebendo suplemento, em relação aos animais terminados a pasto e confinados. Esta tendência para cor

vermelha mais escura também foi observada por Silveira Barbosa et al. (2006) para novilhos castrados $\frac{1}{2}$ Nelore + $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus, terminados em pastagem e suplementados com 0,5% PV, quando comparados aos da raça Aberdeen Angus.

Os resultados indicam menor luminosidade nas carnes de novilhos terminados em confinamento e/ou a pasto recebendo suplemento, Sendo que apenas os terminados a pasto apresentaram valor de luminosidade ($L^*=30.2$) entre os limites de cor considerados normais para carne bovina descritos por Abularach et al. (1998). De modo geral, as médias de luminosidade encontradas nas carnes foram baixas, indicando que essas carnes eram mais escuras que as médias normalmente descritas na literatura. Abularach et al. (1998), avaliando bovinos entre 23 e 29 meses de idade, classificaram carnes escuras quando $L^*<29,68$ e carnes claras quando $L^*>38,51$; em relação à intensidade de vermelho, consideraram $a^*<11,1$ como baixa e $a^*>23,6$ como alta; e, para a intensidade de amarelo, $b^*<3,40$ como baixa e $b^*>8,28$ como alta. Conforme descrito por Mancini & Hunt (2005), o efeito da dieta sobre a cor da carne pode ser atribuído a diferentes níveis de glicogênio muscular e à velocidade de resfriamento, influenciada principalmente pelo grau de acabamento, relacionando carne mais escura em animais com menor espessura de gordura (Bruce et al., 2004), estando em desacordo com o observado nesse estudo, visto que os animais apresentaram EGS dentro dos limites estabelecidos.

A cor da carne é principalmente influenciada pela natureza e conteúdo do pigmento mioglobina (Mb). A variação na cor da mioglobina é intrínseca ao músculo e depende de vários fatores como espécie, idade do animal, localização anatômica do músculo e sistemas de alimentação. Outras variáveis como condições pré-abate, estado de oxigenação e oxidação do músculo também interferem na coloração final da carne (ABRIL et al. 2001), assim como a quantidade de gordura e pH final (MUCHENJEA et al., 2009). Normalmente, maiores valores de pH estão associados a carne mais escura, porém neste estudo, a carne dos animais terminados a pasto apresentou maior pH e maior valor de luminosidade, conforme já descrito anteriormente, tal fato pode ser

explicado devido aos animais a pasto terem apresentado espessura de gordura dentro do desejado para proteger a carcaça durante o resfriamento. Rodrigues & Andrade (2004), observaram que animais não-castrados apresentaram carnes com menor luminosidade em comparação à de animais castrados, associando tal fato em virtude da menor quantidade de gordura intramuscular, indo em desacordo ao observado neste estudo, uma vez que mesmo os animais castrados e com boa cobertura de gordura, apresentaram valores baixos de luminosidade.

Tabela 2. Médias e erros padrões para pH24 e cor da carne de novilhos Brangus terminados em confinamento, a pasto com suplemento e a pasto

Característica ¹	Tratamento			EPM	Pr > F
	Confinamento	Pasto + suplemento	Pasto		
pH24	5.57 ^{ab}	5.54 ^b	5.68 ^a	0.034	0.0181
L*	27.9	27.4	30.2	0.99	0.1305
a*	14.6	13.2	13.5	0.69	0.3747
b*	15.5	11.7	13.2	1.17	0.0811
H*	46.5	39.8	42.8	3.22	0.1431
C*	21.4	17.9	19.1	1.15	0.1067

¹L*- luminosidade (preto a branco); a* - intensidade de vermelho (verde a vermelho); b* - intensidade de amarelo (azul a amarelo); C* - croma; H* - ângulo de inclinação.

Fonte: Elaboração dos autores

As médias para intensidade de vermelho se mantiveram dentro dos valores descritos por Muchenje et al. (2009) entre todos os tratamentos, sendo considerados normais para carne bovina. Maggioni et al. (2012) trabalhando com bovinos ½ Angus x ½ Nelore, terminados em confinamento com 3,0 e 5,0 mm de espessura de gordura de cobertura, encontraram valores médios de 15,09 e 11,76, respectivamente, para o índice de vermelho (a*), valores próximos aos observados neste estudo para os novilhos terminados em confinamento (14,6). Mazzuco et al, (2010) trabalhando com novilhos Brangus terminados em pastagem, encontraram valores superiores para intensidade de vermelho para o primeiro dia de maturação (37,78) e valores semelhantes para

intensidade de amarelo (11,19) para os terminados a pasto e a pasto recebendo suplemento (Tabela 2). As carnes mais escuras e com menor intensidade de vermelho normalmente estão associadas a carnes com pH final mais elevado (MUCHENJEA et al., 2009).

As médias do teor de amarelo não diferiram entre os tratamentos. No entanto, foram observados valores bem mais elevados dos que os descritos por diversos autores em diferentes sistemas de terminação e com diferentes grupos raciais: Chambaz et al. (2003) em amostras de novilhos da raça Angus terminados em sistema semiextensivo determinaram 4,3, em Charolês 4,7, Simental 4,1 e Limousin 4,9; Rodriguez & Andrade (2004) em animais da raça Nelore 1,50 e Nelore x Sindi 1,76 mantidos em confinamento; e Silveira et al. (2006) em animais Angus 4,65 e Angus x Nelore 4,47 terminados exclusivamente em pastagem. Animais terminados a pasto tendem a apresentar carne com elevadas quantidade de β -caroteno e elevado teor de amarelo (KERTH et al., 2007). Os valores relatados neste estudo, podem estar associados à concentração de β -caroteno na dieta oferecida aos animais terminados a pasto, conforme descrito anteriormente.

As informações para avaliação de cor em carne se constituem de cálculos que utilizam as informações das coordenadas L^* , a^* e b^* , como o croma (C^*) e o ângulo Hue (H^*). Os valores de C^* e H^* , que são funções de a^* e b^* , permitem determinar a intensidade da cor, a saturação ou estimar o real escurecimento da carne. Normalmente o processo de descoloração das carnes é acompanhado por aumento nos valores de C^* e H^* ao longo do tempo (Lee et al., 2005). Neste sentido, os valores de C^* e H^* indicam uma maior descoloração na carne para os animais terminados em confinamento, podendo ser um importante indicador, visto que afetam diretamente na escolha do consumidor (Tabela 2).

Não foi observada diferença significativa em relação à perda por cocção entre os três tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Médias e erros padrões para perda por cocção, força de cisalhamento, comprimento de sarcômero, características sensoriais quantitativas e qualitativas da carne de novilhos Brangus terminados em confinamento, a pasto com suplemento e a pasto

Característica ¹	Tratamento			EPM	Pr > F
	Confinamento	Pasto + suplemento	Pasto		
PPC, %	30.2	31.1	31.3	0.58	0.3544
FC, N	81.8 ^b	110.5 ^a	116.8 ^a	6.53	0.0012
Sarcômero, µm	1.88 ^a	1.79 ^{ab}	1.77 ^b	0.032	0.0488
<i>Sensorial quantitativa²</i>					
Aceitação geral	6.9 ^a	6.4 ^{ab}	6.2 ^b	0.17	0.0039
Sabor	6.7 ^a	6.4 ^{ab}	6.3 ^b	0.16	0.0432
Maciez	7.1 ^a	6.2 ^b	5.7 ^b	0.20	<0.0001
Suculência	6.7 ^a	6.0 ^b	6.3 ^{ab}	0.18	0.0131
<i>Sensorial qualitativa³</i>					
Sabor	3.1	3.2	3.1	0.08	0.6714
Maciez	3.9 ^a	3.4 ^b	3.2 ^b	0.10	<0.0001
Suculência	3.4 ^a	3.2 ^b	3.5 ^a	0.09	0.0027

¹PPC – perdas por cocção; FC – força de cisalhamento.

² Para a análise sensorial qualitativa foi utilizada uma escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (nota 1) a “gostei extremamente” (nota 9).

³ Para a análise sensorial quantitativa foi utilizada uma escala hedônica estruturada de cinco pontos variando de “muito fraco ou muito seco” (nota 1) a “muito forte ou muito úmido” (nota 5) de acordo com o sabor e a suculência da carne, respectivamente.

Maior força de cisalhamento pode estar relacionada ao sarcômero mais curto (Hwang; Park; Cho & Lee, 2004), estando de acordo com o observado neste trabalho, onde animais com menor comprimento de sarcômero apresentaram maior força de cisalhamento e carne de menor maciez. A carne dos animais terminados em confinamento apresentou maior comprimento de sarcômero (1.88 µm; P<0,05) e foi avaliada como a mais macia, estando em conformidade com Koohmaraie et al. (2002), os quais correlacionaram

positivamente o comprimento de sarcômero com a maciez da carne. O comprimento de sarcômero não diferiu entre os animais terminados a pasto e/ou a pasto recebendo suplemento (1,77 μm e 1,79 μm , respectivamente).

O maior valor para força de cisalhamento corresponde a maior força necessária para romper a amostra, e assim, menor a maciez apresentada pelo corte de carne (Alves et al. 2005; Ramos & Gomide, 2007). Neste trabalho, as médias de força de cisalhamento foram influenciadas pelo tratamento ($P < 0.05$), onde animais terminados a pasto apresentaram maior força de cisalhamento (116.8 N), não diferindo estatisticamente dos animais terminados a pasto recebendo suplemento (110.5 N), sendo que para ambos, a força de cisalhamento foi maior em relação a carne dos animais terminados em confinamento (81,5N; $P < 0,05$). Vaz et al. (2007), avaliando novilhos Angus a pasto, também encontraram valores considerados altos para força de cisalhamento (90,5N). Indicando assim, de maneira geral, não ter os novilhos produzido carne com maciez aceitável, visto que os valores para força de cisalhamento foram superiores aos encontradas na literatura descritas para carne macia (42 N) (HUFFMAN et al., 1996). Isto pôde ser comprovado pela avaliação da maciez pela análise sensorial, a qual indicou carne menos macia ($P < 0,05$) para os animais a pasto (5.7) e a pasto recebendo suplemento (6.2), em relação aos animais terminados em confinamento (7.1). Maggion et al. (2012) avaliando diferentes grupos genéticos de animais terminados em confinamento, sob dois graus de acabamento, observaram em animais abatidos com 5.0 mm de espessura de gordura de cobertura valores semelhantes para força de cisalhamento aos abatidos com 3.0 mm, evidenciando a diminuição da diferença entre raças em sistemas que permitem a produção de animais mais homogêneos. Pereira et al. (2009) encontraram valores médios para comprimento de sarcômero (2.04 μm) e força de cisalhamento (86.5 N) superiores aos desse estudo para animais $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus $\frac{1}{2}$ Nelore, terminados em confinamento. A força de cisalhamento em carnes não maturadas é influenciada diretamente pelo teor de colágeno (Vaz et al., 2007), presumindo-se assim, maior conteúdo de colágeno na carne de animais mantidos em pastagem, que poderia ser influência da dieta ou das

diferenças de manejo durante o período de terminação. Conforme descrito por Macedo et al (2001), os quais também verificaram maior força de cisalhamento na carne de animais terminados a pasto, atribuindo tal resultado ao fato de os terminados em pastagem sofrerem maior estresse pré abate, relacionado possivelmente ao menor contato com humanos (Maffei, 2007). Por outro lado, o pH da carne neste estudo, medido após 24 horas de refrigeração, está dentro do intervalo considerado normal para carne bovina (Foegeding, Lanier & Hultin, 1996), indicando que o declínio do pH após a morte ocorreu normalmente.

Pode-se dizer que animais cruzados que apresentam carne com força de cisalhamento elevada não necessariamente passaram por situações de estresse pré abate, sendo que outros fatores, como por exemplo o processo enzimático, pode ser determinante na maciez da carne (Comparini et al., 2013), conforme relatado por Koohmaraie & Geesink (2006), que atribuíram apenas 15% da variabilidade na maciez da carne bovina às diferenças em marmoreio e colágeno, e a maior parte dos 85% restantes às variações nas alterações *post-mortem*.

Os resultados observados sugerem tendência de decréscimo na força de cisalhamento com o aumento do peso ao abate dos animais, o que pode ser atribuído, principalmente, à menor contração do tecido, evidenciado pelo maior comprimento de sarcômero, com o avanço da faixa de peso dos animais, conforme já relatado por Heinemann et al. (2003).

Na avaliação pelo painel de degustadores, os animais terminados em confinamento apresentaram carne de maior maciez que os terminados a pasto e a pasto recebendo suplemento ($P < 0,05$). Isto pode ser comprovado pelas notas da análise sensorial, visto que esse grupo de animais apresentou às melhores notas (Tabela 3). A FC e a maciez sensorial qualitativa e quantitativa foram similares entre os animais terminados a pasto, com e sem suplemento. Neste caso, a suplementação não influenciou as características de qualidade da carne, quando comparado com a carne dos animais terminados exclusivamente a pasto. Por outro lado, a carne dos animais suplementados apresentou melhor sabor e aceitação geral que a dos animais terminados exclusivamente a pasto. Em contrapartida, a carne dos animais a pasto

apresentou-se mais suculenta ($P < 0,05$; 6.3), quando comparada a dos animais suplementados (6.0). O mesmo foi observado por Vaz et al. (2007), quais encontraram carne com maior suculência para animais terminados em pastagem em comparação aos terminados em confinamento. Na avaliação quantitativa a suculência da carne dos animais terminados a pasto não diferiu da dos terminados confinados.

Em relação ao sabor, os animais terminados em confinamento apresentaram maior nota na análise sensorial quantitativa ($P < 0,05$; 6,7) em relação à carne dos animais suplementados ou não pasto (6,4 e 6,3, respectivamente), porém não diferiram entre os tratamentos na análise qualitativa ($P > 0.6714$). Além de variações na textura, pH e temperatura da carne, o sabor também é afetado pela composição química, mais especificamente pelo conteúdo de aminoácidos e, principalmente, teor e tipo de gordura armazenada no músculo (Lawrie, 2005). Conforme Lawrence & Fowler (1997), o sabor é uma característica complexa e extremamente subjetiva, estando altamente relacionada a preferências individuais e tradições de consumo.

CONCLUSÃO

O sistema de terminação influenciou nas características de qualidade da carne. Os novilhos terminados em confinamento apresentaram carne de maior maciez.

As médias de força de cisalhamento foram superiores aos 5kgf, considerados como limite de aceitação. Podendo-se dizer, que neste estudo, a idade do animal não foi o fator determinante na maciez da carne.

O ganho de peso influencia nas características relacionadas a maciez, principalmente força de cisalhamento e comprimento de sarcômero.

O sistema de terminação não influenciou nas características relacionadas a cor, embora de uma forma geral a carne dos animais tenha apresentado coloração mais escura, mesmo com pH final dentro do aceitável.

Apesar de uma diferença significativa nos aspectos sensoriais, as amostras foram igualmente aceitas pelos provadores.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio na forma de bolsa individual à pesquisa. À empresa Miolar Alimentos Ltda, pela doação dos animais, pelo acesso às instalações, dieta dos animais, pela permissão em envolver colaboradores para o andamento do experimento, assim como pela permissão de acesso as instalações de abate e às operações de abate e desossa. A UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela permissão em realizar as análises laboratoriais. Aos alunos da USP, em nome do Daniel Antonelo, pelo apoio as análises de qualidade de carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE, 2017. <Acesso em: 17 de Novembro de 2018 www.abiec.com.br>

ABRIL, M.; CAMPO, M. M.; ÖNENÇ, A.; SAÑUDO, C.; ALBERTÍ, P.; NEGUERUELA, A. I. Beef Colour evolution as a function of ultimate pH. **Meat Science**, 58:69-78. 2001.

ABULARACH, M.L.S.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, v.18, p.205-210, 1998.

AMSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat**. 2. ed. Champaign, Illinois: American Meat Science Association, 2015.

ARRIGONI, M. B.; VIEIRA, P. F.; SILVEIRA, A. C.; FURLAN, L. R.; DAL PAI, V.; COSTA, C.; CHARDULO, L. A. L.; OLIVEIRA, H. N. Estudo dos efeitos da restrição alimentar nas características das fibras musculares de bovinos jovens confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 7, p. 1121-1127, 1998.

BRUCE, H. L.; STARK, J. L.; BEILKEN, S. L. The effects of finishing diet and postmortem ageing on the eating quality of the M. longissimus thoracis of electrically stimulated Brahman steer carcasses. **Meat Science**, Barking, v. 67, p.261-268, 2004.

CHAMBAZ, A.; SCHEEDER, M.R.L.; KREUZER, M. et al. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. **Meat Science**, v.63, p.491-500, 2003.

CHARDULO, L. A. L. et al. Efeito da somatotropina bovina recombinante (rbST) no desempenho e nas características químicas da carne de bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 205-212, 1998.

COMPARINI, M. A. S.; MORAIS, M. da G.; ALVES, F. V.; COUTINHO, M. A. da S.; FERNANDES, H. J.; FEIJÓ, G. L. D.; OLIVEIRA, L. O. D. de; COELHO, R. G. Desempenho, características qualitativas da carcaça e da carne de novilhas Brangus suplementadas em pastagem recebendo diferentes aditivos nutricionais. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.14, n.3, p.574-586, 2013.

CROSS, H. R.; WEST, R. L.; DUTSON, T. R. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. **Meat Science**, v. 5, n. 4, p. 261–266, 1981.

FEIJÓ, G.L.D. et al. Avaliação das carcaças de novilhos F1 Angus-Nelore em pastagem de *Brachiara decumbens* submetidos a diferentes níveis alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n3, p.1015-1020, 2001 (Suplemento 1).

FOEGEDING, E. A., LANIER, T. C., & HULTIN, H. O. (1996). Characteristics of edible muscle tissues. In O. R. Fennema (Ed.), *Food chemistry* (pp. 879–942). New York: Marcel Dekker Inc.

FREITAS, S.G. et al. Efeito da suplementação de bezerros com blocos multinutricionais sobre a digestibilidade, o consumo e os parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1508-1515,2003.

GONZALEZ, 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. 1, p. 829–836, 2014.

HEINEMANN, R. J. B.; PINTO, M. F.; ROMANELLI, P. F. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos nelore e cruzados Limousin-Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n.8, p.963-971, 2003.

HUFFMAN, K. L.; MILLER, M. F.; HOOVER, L. C.; WU, C. K.; BRITTIN, H. C.; RAMSEY, C. B. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 1, p. 91–97, 1996.

HWANG, I. H.; PARK, B. Y.; CHO, S. H. & LEE, J. M. Effects of muscle shortening and proteolysis on Warner-Bratzler shear force in beef *longissimus* and *semitendinosus*. **Meat Science**, n. 68, p. 497-505, 2004.

JELENÍKOVÁ, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 870-874, 2008.

JOHNSTON, D. M. et al. Influence of breed type, sex, feeding system and muscle bundle size on bovine fiber type characteristics. **Journal of Food Science**, v. 46, n. 6, p. 1760-1765, 1981.

JOO, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, Y. H.; RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v. 95, n. 4, p. 828–836, 2013.

KERTH, C.R.; BRADEN, K.W.; COX, R. et al. Carcass, sensory, fat color, and consumer acceptance characteristics of Angus-cross steers finished on ryegrass (*Lolium multiflorum*) forage or on a high-concentrate diet. **Meat Science**, v.75, p.324-331, 2007.

KOOHMARAIE, M.; GEESINK, G. H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. **Meat Science**, 74:34-43, 2006.

KUSS, F.; LÓPEZ, J.; RESTLE, J.; BARCELLOS, J. O. J.; MOLETTA, J. L.; LEITE, M. C. C. P. Qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(4):924-931, 2010.

LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. Growth of farm animals. London: British Library, 1997. 330 p.

LAWRIE, R. A. Ciência da carne. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LEE, S.; DECKER, E.A.; FAUSTMAN, C. et al. The effects of antioxidant combinations on color and lipid oxidation in n-3 oil fortified ground beef patties. **Meat Science**, v.70, p.683-689, 2005.

LEPETIT, J. Collagen contribution to meat toughness: theoretical aspects. **Meat Science**, Champaign, v. 80, n. 4, p. 960-967, 2008.

MACDOUGAL, D.B. Colour meat. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Eds.). Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products - Advances in Meat Research Series. London: Blackie Academic & Professional, 1994. v.9, cap.3, p.79-93.

MACEDO, M. P.; BASTOS, J. F. P.; BIANCHINI SOBRINHO, E.; RESENDE, F. D.; FIGUEIREDO, L. A.; RODRIGUES NETO, A. J. Carcass traits and body composition of young Nellore bulls finished at different feeding regime. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1610-1620, 2001.

MAFFEI, W.E. **Estimativas de parâmetros genéticos do temperamento de animais da raça nelore quantificado por meio da reatividade do animal em ambiente de contenção móvel e suas associações com o desenvolvimento ponderal e perímetro escrotal.** 2007. 110f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária/Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

MAGGIONI, D.; PRADO, I. N. do.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; MARQUES, J. de. A.; BRIDI, A. M.; MOLETTA, J. L.; ABRAHÃO, J. J. dos S. Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 391-402, 2012.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, Barking, v. 71, p.100-121, 2005.

MAZZUCO, J. P.; MELUCCI, L. M.; VILLARREAL, E. L.; MEZZADRA, C. A.; SORIA, L.; CORVA, P.; MOTTER, M. M.; SCHOR, A.; MIQUEL, M. C. Effect of ageing and u-calpain, markers on meat quality from Brangus steers finished on pasture. **Meat Science**, n. 86, p. 878-882, 2010.

MUCHENJEA, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P. E.; HUGO, A.; RAATS, J. G. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry*, 112:279–289, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p

PEREIRA, P. M. R.; PINTO, M. F.; ABREU, U. G. P. de.; LARA, J. A. F. de. Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1520-1527, 2009.

PRADO, I. N.; PRADO, R. M.; ROTTA, P. P.; VISENTAINER, J. V.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the Longissimus muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. **Journal of Animal Feed Science**, Jablonna, v. 17, p. 295-306, 2008.

PRADO, J. M.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; ROTTA, P. P.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L.; PRADO, I. M.; DUCATTI, T. The effect of breed on chemical composition and fatty acid composition on Longissimus dorsi muscle of Brazilian beef cattle. **Journal of Animal Feed and Science**, Jablonna, v. 18, p. 231-240, 2009.

RESTLE, J.; VAZ, F. N.; BERNARDES, R. A. L. C.; PASCOAL, L. L.; MENEZES, L. F. G.; PACHECO, P. S. Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos Charolês x Nelore, terminadas em confinamento. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 345-350, 2003.

RODRIGUES, V.C.; ANDRADE, I.F. Qualidade de carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1839-1849, 2004.

ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PRADO, I.N.; VALERO, M.V.; VISENTAINER, J.V.; SILVA, R.R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: A review. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v.22, n.12, p.1718-1734, 2009.

SEIDEMAN, S. C.; CROUSE, J. D. The effects of sex condition, genotype and diet on bovine muscle fiber characteristics. **Meat Science**, Barking, v. 17, n. 1, p. 55-72, 1986.

SILVA, F. F. da; SÁ, J. F. de; SCHIO, A. R.; ITAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 371-389, 2009.

SILVEIRA BARBOSA, I. D.; FISCHER, V.; SOARES, G. J. D. Relação entre o genótipo e o temperamento de novilhos em pastejo e seu efeito na qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 519-526, 2006.

THERKILDSEN, M. et al. Effect of feeding level, grazing and finishing on growth and carcass quality of young Friesian bulls. **Acta Agriculturae Scandinavica**. Section A. Animal Science, v. 48, n. 4, p. 193-201, 1998.

THERKILDSEN, M. et al. Effect of growth rate on tenderness development and final tenderness of meat from Friesian calves. **Animal Science**, v. 74, n. 2, p. 253-264, 2002.

TROY, D. J.; KERRY, J. P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat Science**, Barking, v. 86, n. 1, p. 214-226, 2010.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service. Livestock and poultry: world markets and trade. Estados Unidos: USDA, 2014. 22 p. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/> Acesso em: 15 jan. 2017.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PADUA, J. T.; METZ, P. A. M.; MOLETTA, J. L.; FERNANDES, J. J. de R. Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 31-40, 2007.

YAMBAYAMBA, E.; PRICE, M. A. Fiber-type proportions and diameters in the *longissimus* muscle of beef heifers undergoing catch-up (compensatory) growth. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, n. 4, p. 1031-1035, 1991.

WILLIAMS, C. B.; BENNETT, G. L.; KEELE, J. W. Simulated influence of postweaning production system on performance of different biological types of cattle: II. Carcass composition, retail product, and quality. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 674-685, 1995.

7. CAPÍTULO IV

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NA CARNE DE BOVINO BRANGUS EM DIFERENTES SISTEMAS DE TERMINAÇÃO

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho e as características de carcaça de novilhos Brangus ($n=45$), terminados em confinamento (CON; $n=15$), à pasto (PAS) ou com suplementação à pasto ($n=15$; SUP). Durante 109 dias os novilhos foram mantidos em confinamento e na pastagem recebendo suplemento, e por 144 dias na pastagem. Quando atingiram o peso médio de $490 \text{ kg} \pm 33,4$, foram abatidos em frigorífico comercial. As amostras do músculo *Longissimus dorsi*, obtidas na região entre a 12^a e a 13^a costelas, foram utilizadas para a análise do perfil de ácidos graxos. O somatório dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados não diferiram entre os tratamentos, assim como o somatório dos ácidos graxos poliinsaturados $n-3$ e $n-6$. Na análise do perfil de ácidos graxos monoinsaturados, apenas o ácido graxo transvaccênico (C18:1 *trans* 1) apresentou diferença ($P<0,05$), sendo sua maior concentração nos animais terminados a pasto (0,75), seguido dos animais terminados a pasto recebendo suplemento (0,51) e confinados (0,41). Em relação aos ácidos graxos poliinsaturados, o ácido Dihomo- γ -linolênico (20:3 $n-6$) apresentou maior concentração ($P<0,05$) nos animais a pasto recebendo suplemento, enquanto que para os animais terminados exclusivamente a pasto e/ou em confinamento não diferiram entre si (0,63 e 0,60, respectivamente). As menores concentrações do ácido C20:2 $n-6$ foram observados para os animais terminados exclusivamente a pasto ($P<0,05$; 0,07), diferindo da carne dos novilhos confinado (0,12) e dos a pasto com suplementação (0,10). O ácido linoleico conjugado (CLA) também apresentou maiores concentrações nos animais terminados exclusivamente a pasto ($P<0,05$; 0,31), quando comparado aos animais a pasto recebendo suplemento (0,22) e confinados (0,18). O mesmo pode ser observado para relação $n-6/n-3$, onde os animais a pasto também apresentaram menor relação $n-6/n-3$ ($P<0,05$; 2,07) em relação aos animais confinados (2,86) e a pasto com suplemento (2,92). A carne dos animais terminados exclusivamente a pasto é nutricionalmente mais saudável, pois apresentou maiores quantidades de ácido linoleico conjugado (CLA) e menor relação $n-6/n-3$.

Palavras-chave: bovinos de corte, brangus, CLA, ômega 6, ômega 3.

Abstract - The objective of the present study was to evaluate the performance and carcass characteristics of Brangus steers ($n = 45$), finishing in confinement (CON; $n = 15$), pasture (PAS) or pasture supplementation ($n = 15$;). For 109 days the steers were kept in confinement and in the pasture receiving the supplement, and for 144 days in the pasture. When it reached the average weight of $490 \text{ kg} \pm 33.4$, it was slaughtered in a commercial refrigerator. The samples of the *Longissimus dorsi* muscle, obtained in the region between the 12th and 13th ribs, were used to analyze the fatty acid profile. The sum of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids did not differ between treatments, as did the sum of $n-3$ and $n-6$ polyunsaturated fatty acids.

In the analysis of the profile of monounsaturated fatty acids, only *trans*-vaccenic fatty acid (C18: 1 *trans* 1) showed a difference ($P < 0.05$), being the highest concentration in the finished pasture animals (0.75), followed by the finished animals the pasture receiving supplement (0.51) and confined (0.41). In relation to the polyunsaturated fatty acids, Dihomo- γ -linolenic acid (20: 3 *n*-6) had a higher concentration ($P < 0.05$) in the animals receiving supplementary pasture, whereas for the animals exclusively pasture and/or in confinement did not differ among themselves (0.63 and 0.60, respectively). The lowest concentrations of C20: 2 *n*-6 acid were observed for the exclusive pasture ($P < 0.05$; 0.07) animals, differing from confined (0.12) steers and supplemented grazing (0.10). Conjugated linoleic acid (CLA) also showed higher concentrations in the exclusive pasture-fed animals ($P < 0.05$; 0.31), when compared to the animals receiving supplement (0.22) and confined (0.18). The same can be observed for *n*-6 / *n*-3 ratio, and the pasture animals also had a lower *n*-6 / *n*-3 ratio ($P < 0.05$; 2.07) than confined animals (2.86) and pasture with supplement (2.92). Meat from exclusively grazing animals is nutritionally healthier, as it presented higher amounts of conjugated linoleic acid (CLA) and lower *n*-6 / *n*-3 ratio.

Key-words: beef cattle, Brangus, CLA, omega 6, omega 3.

INTRODUÇÃO

O perfil dos consumidores de carne tem passado por mudanças com relação aos hábitos alimentares, principalmente com o aumento da procura por alimentos de melhor qualidade e que lhes proporcionem uma vida saudável. Neste sentido, a composição dos ácidos graxos da gordura intramuscular de bovinos tem recebido atenção devido as implicações na saúde humana e nas características de qualidade da carne (Nüernberg et al., 2005; Wood et al., 2008). A carne possui elevado teor nutritivo, sendo fonte de proteína de alto valor biológico, ferro hemínico, vitaminas do complexo B, zinco e magnésio. No entanto, existem outros fatores que restringem o consumo de carne pela população, como o seu elevado custo e a associação de sua ingestão com problemas cardiovasculares e obesidade (Cosgrove et al., 2001). Os níveis de lipídeos, colesterol e ácidos graxos saturados, quando consumidos em quantidades elevadas, são fatores de risco à ocorrência de doenças cardiovasculares (Katan & Mensink, 1993). Entretanto, os ácidos graxos poliinsaturados oferecem proteção ao sistema cardiovascular (Tapiero et al., 2002) e as razões poliinsaturados/saturados, assim como o papel da relação Ômega-6/Ômega-3 sobre a patogênese de doenças cardiovasculares,

inflamatórias e autimunes tem sido objeto de bastante controvérsia nos últimos anos (ABC, 2013).

As variações nas concentrações de ácidos graxos na carne de bovinos estão relacionadas à alimentação, à biohidrogenação ruminal, a métodos de análise e corte da carne e a influências genéticas (Mulvihill, 2001). A gordura intramuscular é composta por mais de 20 ácidos graxos, sendo a maior parte (92%) composta por apenas seis desses ácidos graxos, sendo eles: mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoléico (C16:1), esteárico (C18:0), oléico (C18:1) e linoleico (C18:2) (Souza & Boin, 2003). Dessa forma, maior grau de marmoreio na carne não representa maior quantidade de colesterol (Costa et al., 2002), visto que a minoria dos ácidos graxos que compõe a gordura intramuscular apresenta efeito hipercolesterolêmico.

O aumento na proporção de forragem na dieta de bovinos, têm proporcionado decréscimo linear na concentração intramuscular de ácidos graxos saturados e aumento na relação poliinsaturados:saturados e na concentração de ácido linoleico conjugado (French et al., 2000). É de interesse do consumidor que os produtos de origem animal apresentem melhores características, promovendo assim um padrão de vida saudável e prevenindo o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Stipanuk, 2000; Teixeira, 2003).

Sabe-se que dentre os fatores que alteram a composição dos ácidos graxos na carne, a dieta está entre um dos principais. Neste sentido, o objetivo do presente estudo, foi avaliar a composição dos ácidos graxos de novilhos Brangus, sob três diferentes sistemas de terminação.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e tratamento

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Progresso, localizada na cidade de São Jorge D'Oeste, PR (25° 42' 20" S 52° 55' 06" W). O clima da região é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média de 18,1 e 16,9 °C (máxima e mínima) e precipitação acumulada de 1488,6 mm para o ano de 2016 (GEBIOMET, 2016).

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e as análises da carne realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, São Paulo, Brasil.

Foram utilizados 45 novilhos Brangus, desmamados aos sete meses com peso médio de 204 kg. Todos os animais do mesmo grupo de contemporâneos, oriundos de uma fazenda localizada na cidade de Autônia, PR. Os bezerros foram recriados em pastagem de estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) e suplementados com concentrado a 1% do PV. Quando atingiram o peso médio de 396 ±18 kg, foram distribuídos em três grupos, de acordo com os sistemas de terminação (Confinamento/pasto com suplemento/pasto), com 15 repetições por tratamento.

Os animais terminados em confinamento foram alojados em baias individuais de aproximadamente 50 m², com cinco animais/baia, recebiam relação 30:70 concentrado volumoso. A alimentação era oferecida quatro vezes ao dia. O ajuste da oferta de alimento foi realizado dia a dia, com base na avaliação das sobras de cocho do dia anterior, para assegurar que não houvesse falta ou excesso de alimento no cocho. O grupo terminado exclusivamente a pasto foi mantido em piquete com área de 7,2 ha. O manejo adotado foi o de pastejo contínuo e o ajuste da carga animal era realizado de acordo com a disponibilidade de forragem em cada piquete. Os animais terminados a pasto recebendo suplemento foram mantidos em piquete de 4,8 ha, recebendo suplemento energético de 1% PV. A alimentação foi oferecida

duas vezes ao dia (Às 9 horas e 17 horas). Cada tratamento era constituído por três piquetes. O manejo da pastagem foi realizado de acordo com a oferta de forragem disponível em cada piquete. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de bovinos na terminação, de acordo com NRC (1996). A análise da dieta oferecida se encontra na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química (% da material seca) da dieta oferecida a novilhos Brangus terminados em diferentes sistemas de alimentação.

Nutrient e* (% MS)	Confinamento		Pasto+Suplemento		Pasto
	Concentrado	Silagem milho	Gramma estrela	Ssuplemento	Gramma estrela
MS	88,67	25,61	30,04	87,96	38,44
PB	18,81	10,33	18,95	17,95	13,74
EE	4,26	3,61	2,12	3,65	2,51
MM	7,14	4,28	9,35	5,76	7,95
FDN	25,85	44,90	75,23	25,81	65,16
FDA	14,06	18,63	31,20	14,03	33,02

*MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido

Coleta de dados de carcaça

Os animais terminados em confinamento e a pasto recebendo suplemento foram mantidos por 109 dias na terminação, enquanto que os animais terminados a pasto permaneceram por 144 dias na pastagem, até que atingissem o peso e espessura de gordura mínima desejada pelo frigorífico. Após esse período os animais foram transportados para um frigorífico comercial (Dois Vizinhos-PR) localizado a 25 km da fazenda onde foi realizado o experimento. Na chegada ao frigorífico, os animais foram mantidos em descanso por aproximadamente 12 horas, com acesso livre à água, e foram abatidos de acordo com os procedimentos humanitários exigidos pela legislação brasileira.

Ao abate os animais foram insensibilizados através do atordoamento com pistola pneumática penetrante e imediatamente realizado a sangria pela seção dos grandes vasos do pescoço. As carcaças foram suspensas pelo tendão e não houve estimulação elétrica. Após os procedimentos de esfolagem, evisceração e lavagem das carcaças, as meia carcaças foram pesadas (PCQ).

Posteriormente, as meia-carcaças esquerda foram identificadas e levadas para câmara fria mantida a 2°C durante 24 horas. Após 24 horas, foi realizada uma secção do músculo *Longissimus* entre a 12ª e a 13ª costelas para posterior determinação da área de olho de lombo (AOL), sendo retiradas três amostras (2,5 cm de espessura cada), no sentido caudocranial, a partir da 12ª costela, para realização de análises de qualidade instrumental, sensorial e perfil morfométrico.

Determinação do perfil de ácidos graxos

As amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram utilizadas para a análise do perfil de ácidos graxos. Foi utilizada uma sub amostra de aproximadamente 3g do centro do m. *Longissimus*, adicionada em um tubo Falcon de 50 mL. A extração foi realizada pelo método descrito por Folch et al. (1957), onde os lipídeos foram extraídos por homogeneização da amostra com uma solução de clorofórmio e metanol 2:1 em homogenizador Ultra Turrax Marconi®. Em seguida, os lipídeos foram isolados após a adição de solução de NaCl a 1,5%.

A gordura separada foi metilada e os ésteres metílicos foram formados de acordo com metodologia descrita por Kramer et al. (1997). Os ácidos graxos foram quantificados por cromatografia gasosa (CG-2010 Plus - Shimadzu, auto injetor AOC 20i), usando coluna capilar SP-2560 (100 m × 0,25 mm de diâmetro com 0,02 mm de espessura, Supelco, Bellefonte, PA). A temperatura inicial da coluna foi de 45°C, com aquecimento progressivo até chegar a 175°C, mantendo-se por 27 minutos. Em seguida, um novo aumento de 4°C/minuto foi iniciado até 215°C, mantendo-se durante 35 minutos. Foi utilizado Hidrogênio (H₂) como gás de arraste com fluxo de 40 cm³/s. Os ácidos graxos foram identificados de acordo com o tempo de retenção dos ésteres de metil das amostras utilizando-se os padrões C4-C24 (F.A.M.E mix Sigma®), GLC 463 Reference Mixture Nu-Chek®, ácido vacênico C18:1 trans-11 (V038-1G, Sigma®), C18:2 trans-10 cis-12 (UC-61M 100mg - Nu-Chek®), C18:2 cis-9, trans-11 (UC- 60M 100mg - Nu-Chek®) e ácido tricosanóico (Sigma®). Os

ácidos graxos foram quantificados por normalização da área dos picos dos ésteres de metil, com uso do *Software GS solution 2.42*[®].

Os ácidos graxos foram expressos em porcentagem do total de metil éster quantificado e as análises foram realizadas no Laboratório de Ciência da Carne da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, Brasil.

Análise estatística

Os dados foram analisados como um delineamento inteiramente casualizados (DIC), com 15 repetições por tratamento. O sistema de terminação foi considerado como efeito fixo e cada animal foi considerado como unidade experimental. Todos os dados foram analisados utilizando o proc MIXED SAS 9.3. A média dos quadrados mínimos foi utilizada para calcular as médias ajustadas por tratamento.

$$Y_{ij} = \mu + S_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = observação do animal j submetido ao tratamento i;

μ = constante geral;

S_i = efeito do sistema de terminação i; i=1;2;3;

ε_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij}

Quando verificado efeito significativo dos fatores principais ou da interação com $\alpha=5\%$, as médias foram comparadas pelo teste T de Student.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças ($P > 0.7199$) para os ácidos graxos saturados entre os três tratamentos (*Tabela 000*). No entanto Rossato et al. (2010), comparando perfil de ácidos graxos do músculo *longissimus thoracis* de bovinos Brangus e Nelore terminados em confinamento, encontrou valores superiores para soma total de ácidos graxos saturados (49.17) em relação a carne dos bovinos terminados em confinamento deste estudo (40.69).

Os ácidos graxos saturados C16:0 (palmítico) e C14:0 (mirístico) são considerados hipercolesterolêmicos, pois enriquecem os fosfolípidios das membranas celulares, interferem com a função normal dos receptores de

lipoproteínas de baixa densidade (LDL), reduzem sua remoção e aumentam sua concentração no plasma. (WOOLLETT et al., 1992). Entre os ácidos graxos saturados, o C14:0 é considerado o mais hipercolesterolêmico, pois tem potencial para elevar de 4 a 6 vezes mais a concentração plasmática de colesterol em comparação ao C16:0 (MENSINK & KATAN, 1992), quando ambos são provenientes de gorduras naturais. Por outro lado, Khosla et al. (1997), estudando o efeito de dietas ricas em ácidos graxos saturados na alimentação humana, observaram que a dieta com C14:0 aumentou 1,5 vezes o colesterol sérico, quando comparada a dieta com C16:0, e descreveram que esse pequeno aumento foi devido à origem sintética dos ácidos graxos utilizados, considerando neste caso, que a posição de ligação dos ácidos graxos à molécula de glicerol é aleatória, enquanto que em triglicerídeos naturais essa distribuição posicional é específica. No entanto, nem todos os ácidos graxos atuam de maneira similar. O ácido esteárico (C18:0), apresenta efeito neutro sobre o colesterol plasmático em humanos (BONANOME & GRUNDY, 1988), sendo ainda responsável por muitas das características desejáveis de sabor e textura proporcionados pelos ácidos graxos de cadeia longa (MAGGIONI et al., 2012). Rule et al. (1997) e Laborde et al. (2001), relacionam maior proporção de ácidos graxos saturados C16:0 em bovinos com menor potencial de crescimento. Assim, animais com peso a maturidade maior, apresentariam menores proporções de ácidos graxos saturados C16: do que bovinos com peso à maturidade menor. Por outro lado, os mesmos autores observaram maiores proporções do ácido graxo C18:0 para gordura intramuscular de raças com maior potencial de crescimento. Em outro estudo, Metz et al. (2009) notaram maior acúmulo percentual de ácido graxos C18:0 em bovinos com maior grau de sangue zebuíno, relacionando esse fato à possível bio-hidrogenação ruminal ser maior nas raças *Bos indicus*. Tais resultados evidenciam a interação de variados fatores que podem atuar na determinação da proporção de ácidos graxos saturados da gordura intramuscular de bovinos.

Independente do sistema de alimentação avaliado, o ácido graxo encontrado em maior concentração foi o oléico (C18:1 *cis* 9). É considerado o

principal ácido graxo monoinsaturado da carne bovina, representando até 88% do total (Freitas, 2006), sendo considerado desejável na carne por reduzir o colesterol sanguíneo (ação hipocolesterolêmica), com a vantagem de não reduzirem o HDL, atuando na proteção contra doenças coronarianas. Sua participação na carne está principalmente associada ao tipo de dieta, tempo de alimentação, ao grupo genético e à idade do animal (Metz et al., 2009; Smith et al., 2009; Darley et al., 2010).

Apenas o ácido graxo monoinsaturado transvacênico (C18:1 *trans*11) apresentou diferença significativa entre os sistemas de alimentação avaliados, sendo sua maior concentração observada para os animais terminados exclusivamente a pasto ($P < 0,05$; 0,75) quando comparado com os animais terminados em confinamento e a pasto recebendo suplemento (0,41 e 0,51, respectivamente) (*tabela 000*). O ácido vacênico é um importante precursor no metabolismo intermediário do ácido linoleico conjugado (CLA), sendo responsável por 80-90% do CLA da gordura intramuscular da carne (Darley et al., 2010). Estando de acordo com o observado neste estudo, visto que animais terminados a pasto, também apresentaram maiores concentrações de CLA (0,33%). Rossato et al. (2010), encontrou valores superiores ao observados neste estudo para animais da raça Angus terminados em pastagem (2,02 %). Tal diferença pode ser atribuída pelo fato dos animais terem permanecido maior tempo na terminação, conforme descrito por Grilswold et al. (2003), onde observou que a alimentação por curto período de tempo no final do período de acabamento pode alterar a composição de ácidos graxos.

Tabela 2. Médias por sistema de alimentação para ácidos graxos^(a) do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos Brangus

Característica	Tratamento			EPM	Pr > F
	Confinamento	Pasto + suplemento	Pasto		
Ácidos graxos saturados					
C14:00 Mirístico	1.99	1.73	1.59	0.141	0.1506
C16:00 Palmítico	23.16	21.97	21.87	0.535	0.1853
C18:00 Esteárico	14.52	15.13	15.69	0.423	0.1855
ΣAGS ^b	40.67	39.78	40.35	0.777	0.7199
Ácidos graxos monoinsaturados					
C16:1 <i>cis</i> 9 Palmitoleico	2.84	2.75	2.83	0.157	0.9131
C18:1 <i>cis</i> 9 Oléico	33.13	32.72	33.27	0.827	0.8928
C18:1 <i>cis</i> 11 Vacênico	2.09	2.01	1.97	0.066	0.4240
C18:1 <i>trans</i> 10	0.29	0.10	0.34	0.101	0.2323
C18:1 <i>trans</i> 11 Transvacênico	0.41 ^b	0.51 ^{ab}	0.75 ^a	0.074	0.0091
ΣAGM ^c	42.26	41.66	43.51	0.964	0.4227
Ácidos graxos poliinsaturados					
C18:2 <i>n</i> -6 Linoléico	10.29	10.47	8.23	0.814	0.1343
C20:2 <i>n</i> -6 Eicosadienoico	0.12 ^a	0.10 ^{ab}	0.07 ^b	0.012	0.0451
C20:3 <i>n</i> -6 Dihomo-γ-linolênico	0.60 ^b	0.90 ^a	0.63 ^{ab}	0.089	0.0375
C20:4 <i>n</i> -6 Araquidônico	0.33	0.34	0.22	0.039	0.1054
C20:3 <i>n</i> -3 Dihomo-α-linolênico	2.84	3.24	2.95	0.328	0.6692
C20:5 <i>n</i> -3 Eicosapentanóico	0.34	0.41	0.53	0.063	0.1403
C22:5 <i>n</i> -3 Docosapentanóico	0.72	0.89	1.01	0.100	0.1491
C22:6 <i>n</i> -3 Docosahexaenóico	0.12	0.11	0.11	0.024	0.8861
ΣAGP ^d	15.98	17.10	14.59	1.338	0.4487
CLA <i>c</i> 9 <i>t</i> 11 ácido linoléico conjugado	0.18 ^b	0.22 ^b	0.31 ^a	0.016	<0.0001
AG não identificado	1.08	1.53	1.46	0.137	0.0547
ΣAGPI <i>n</i> -3 ^e	4.15	4.72	4.80	0.494	0.6143
ΣAGPI <i>n</i> -6 ^f	11.58	12.13	9.39	0.904	0.1088
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	2.86 ^a	2.92 ^a	2.07 ^b	0.227	0.0268
AGPI/AGS	0.40	0.44	0.37	0.041	0.5550

Médias seguida de letras diferem entre si a 5% de significância pelo teste T.

^a valores em % do total da área de ácidos graxos.

^b Somatório dos ácidos graxos saturados.

^c Somatório dos ácidos graxos monoinsaturados.

^d Somatório dos ácidos graxos poliinsaturados.

^e Somatório dos ácidos graxos poliinsaturados *n*-3.

^f Somatório dos ácidos graxos poliinsaturados *n*-6.

Os ácidos graxos poliinsaturados mais representativos na carne bovina são os ácidos linoléico (C18:2 *n*3) e o araquidônico (C20:4 *n*6). No presente estudo, o ácido graxo observado em maior concentração foi o linoléico (C18:2 *n*3), seguido do ácido dihomo-α-linolênico (C20:3 *n*-3), variando de 8.23 a

10.47 e 2.84 a 3.24, respectivamente. Nos últimos anos, os ácidos eicosapentanóico (C20:5 *n*-3) e docosahexapentanóico (C22:6 *n*-3) têm sido enfatizados nas pesquisas, devido aos seus efeitos fisiológicos benéficos a saúde humana (Willians, 2000), tendo função importante na formação, desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina (SANGIOVANNI & CHEW, 2005).

Dentre os ácidos graxos poliinsaturados, apenas os ácidos eicosadienóico (C20:2 *n*-6) e dihomo- γ -linolênico (C20:3 *n*-6) apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (*Tabela 000*). O ácido (C20:2 *n*-6) foi observado em maior concentração nos animais terminados em confinamento, não diferindo dos animais a pasto recebendo suplemento (0,12 e 0,10%, respectivamente). A carne dos animais terminados exclusivamente a pasto, apresentaram menores concentrações do ácido eicosadienóico (C20:2 *n*-6) ($P < 0,05$; 0,07), diferindo estatisticamente apenas dos animais confinados. Enquanto que para o ácido C20:3 *n*-6, a maior concentração foi observada para a carne dos animais terminados a pasto recebendo suplemento ($P < 0,05$; 0,90%), não diferindo entre os outros dois tratamentos. Grilswold et al. (2003), observaram maiores concentrações do C20:2 *n*-6, para bovinos Angus x Hereford, terminados com diferentes níveis de inclusão de óleo de soja na dieta, quando comparado com os animais que receberam forragem (0,57 e 0,21 respectivamente). No entanto foram valores menores aos observados nesse estudo. Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa no músculo encontram-se associados aos fosfolipídios das membranas celulares, cujos valores são pouco influenciados pela espécie, raça, nutrição e idade (Raes et al., 2004).

Mesmo assim, não foi observada diferença significativa para o total de ácidos graxos poliinsaturados entre os três tratamentos, assim como para os ácidos graxos monoinsaturados e saturados. No entanto, como era esperado, o ácido linoleico conjugado (CLA) apresentou maiores concentrações para carne dos animais terminados a pasto (0,31; $P < 0,05$), não diferindo entre os animais a pasto recebendo suplemento e confinados (0,22 e 0,18 respectivamente; $P > 0,05$). Demonstrando assim, que por menor que seja o nível de

suplementação na dieta dos animais, a inclusão de energia na dieta produziu alterações no perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular, reduzindo os níveis de CLA e também aumento na relação $n-6/n-3$.

A carne dos animais terminados a pasto apresentou menor relação $n-6/n-3$ (2,07; $P < 0,05$) quando comparado com a carne dos animais terminados em confinamento (2,86) e a pasto recebendo suplemento (2,92). Embora a relação $n-6/n-3$ não tenha diferido entre os animais confinados e a pasto recebendo suplemento ($P > 0,05$), ambos apresentaram relação $n-6/n-3$ descritas como favorável, estando abaixo da relação normalmente encontrada na carne de animais confinados (4:1) e para dietas restritas a pasto (2:1) (French et al, 2000; Duckett et al, 1993). Estudos demonstram que em animais terminados a pasto, a razão $n-6/n-3$ pode variar de 1,4 a 2,0 e de 6,0 a 10 em animais terminados com concentrado (Nüernberg et al., 2005; Garcia et al., 2008), pois as gramíneas são ricas em C18:3 $n-3$, enquanto que os grãos em C18:2 $n-6$ (Goffman & Böhme, 2001; Boufaied et al., 2003). De forma geral, nível moderado de suplementação, pode otimizar o desempenho animal e/ou ganho de peso, sem causar efeitos marcantes sobre os teores de CLA e sobre a relação $n-6/n-3$. Entretanto, o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de animais terminados exclusivamente em pastejo, se demonstrou mais próximo do ideal.

Na dieta humana, o consumo de alimentos com quantidades adequadas de ácidos graxos poliinsaturados é importante, pois atuam reduzindo os níveis séricos de colesterol. Alguns são considerados essenciais e precursores de várias substâncias, influenciando a viscosidade sanguínea, a permeabilidade dos vasos e a pressão arterial (Tapiero et al., 2002). Por outro lado, dietas com elevadas quantidades de ácidos graxos da série $n-6$ ou elevada relação $n-6/n-3$ (acima de 4) podem estar relacionadas a doenças como trombose e arritmias (Tapiero et al., 2002).

CONCLUSÃO

Os sistemas de terminação influenciaram o perfil de ácidos graxos. Sendo esse feito mais pronunciado nos ácidos graxos monoinsaturados e

poliinsaturados. Os animais terminados a pasto apresentaram carne nutricionalmente mais saudável que os animais terminados em confinamento e/ou a pasto recebendo suplemento, pois mostra maiores quantidades do ácido linoleico conjugado (CLA) e menor correlação $n-6/n-3$.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARQUIVOS BRASILEIROS DE CARDIOLOGIA – *Sociedade Brasileira de Cardiologia*, v. 100, n. 1, Supl.3, 2013.

BONANOME, A.; GRUNDY, S.M. Effect of dietary steric acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **N. England Journal Medicine**, v.318, n.12, p.1244-1249,1998.

BOUFAIED, H.; CHOUINARD, P.Y.; TREMBLAY, G.F. et al. Fatty acids in forages. I Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, p.501-511, 2003.

COSGROVE, M.; KIELY, M.; FLYNN, A. The contributions of meat to nutrient intakes in Irish men and women of different ages. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNE EDITED BY, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCTA, p.152, 2001.

COSTA, E. C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L. F. G. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilho red angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 31, p. 417-428, 2002.

DARLEY, C.A.; ABBOT, A.; DOYLE, P.S.; NADER, G.A.; LARSON, S.; DE SEMET, S.R.; DEMEYER, D. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, v.9, 2010.

FREITAS, A. K. **Características da carcaça, da carne e perfil dos ácidos graxos NE novilhos Nelore inteiros ou castrados em duas idades**. 2006. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

FRENCH P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, v.78, n.11, p.2849-2855, 2000.

GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A.; SANCHO, A.M. et al. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**, v.79, p.500-508, 2008.

GOFFMAN, F.D.; BÖHME, T. Relationship between fatty acid profile and vitamin E content in maize hybrids (*Zea mays* L.). **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.49, p.4990-4994, 2001.

GRLSWOLD, K. E.; APGAR, G. A.; ROBINSON, R. A.; JACOBSON, B. N.; JOHNSON, D.; WOODY, H. D. Effectiveness of short-term feeding strategies for altering conjugated linoleic acid content of beef. **Journal Animal Science**, v. 81, p.1862-1871, 2003.

KATAN, M.B.; MENSINK, R.P. Dietary fat quality and serum lipoproteins: an update. **Scandinavian Journal of Nutrition**, v.37, p.52-54, 1993.

KHOSLA, P.; HAJRI, T.; PRONCZUK, A. et al. Decreasing dietary lauric and myristic acids improves plasma lipids more favorably than decreasing dietary palmitic acid in Rhesus Monkeys fed AHA step 1 type diets. **Journal of Nutrition**, v.127, p.525S-530S, 1997.

LABORDE, F.L. et al. Breed effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 79, n. 2, p. 355-365, 2001.

LOBATO, J. F. P.; FREITAS, A. K. Carne Bovina: Mitos e verdades. In: CACHAPUZ, J. M. S.; SOUZA, F. A. L.; PINHEIRO, A. C. et al. **Pecuária Competitiva**. Porto Alegre, p. 93-115, 2006.

MAGGIONI, D.; PRADO, I. N. do.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; MARQUES, J. de. A.; BRIDI, A. M.; MOLETTA, J. L.; ABRAHÃO, J. J. dos S. Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 391-402, 2012.

MENSINK, R.P.; KATAN, M.B. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v.12, p.911-919, 1992.

METZ, P.A.M.; MENEZES, L.F.G.; SANTOS, A.P. et al. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.523-531, 2009.

MULVIHILL, B. ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v.26, p.295-299, 2001.

NÜERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NÜERNBERG, G. et al. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v.94, p.137-147, 2005.

RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugate linoleic acids in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, v.113, p.199-221, 2004.

RULE, D.C. et al. Influence of sire growth potential time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of ground carcass and longissimus muscle of beef steers. *Journal Animal Science*, Savoy, v. 75, n. 10, p. 1525-1533, 1997.

SANGIOVANNI, J. P.; CHEN, E. Y. The role of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. *Progress in Retinal and Eye Research*, v. 24, p. 87-138, 2005.

SMITH, S.B.; GILL, C.A.; LUNT, D.K.; BROOKS, M.A. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, v.22, p.1225-1233, 2009.

STIPANUK, M. H. **Biochemical and physiological aspects of human nutrition**. 1 ed. New York: W. B. Saunders, 2000.

TAPIERO, H.; NGUYEN-BA, G.; COUVREUR, P. et al. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. Review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v.56, p.215-222, 2002.

TEIXEIRA, N. F. **Nutrição clínica**. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. *Annales Zootechnie*, v. 49, p 165-180, 2000.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Science*, v.78, p.343-358, 2008.

WOOLLETT, A.L.; SPADY, K.D.; DIETSCHY, M.J. Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low-density lipoprotein receptor activity and production rate. *Journal of Lipid Research*, v.33, p.77-88, 1992.

8. CAPÍTULO V

PROTOZOÁRIOS CILIADOS NO RÚMEN DE NOVILHOS BRANGUS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi identificar e quantificar os protozoários ciliados do rúmen de brangus, sob três sistemas de alimentação (confinado, à pasto e à pasto com suplemento). Amostras de conteúdo ruminal foram obtidas do centro da massa ruminal, após o abate dos animais. A quantificação e identificação dos gêneros de ciliados foram realizadas em câmara de contagem Sedgewick-Rafter em microscopia ótica. Foi determinado o conteúdo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos analisados. A densidade total e a média dos gêneros dos protozoários foram submetidos ao teste de normalidade e teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido do teste de Dunn. Verificou-se a ocorrência de 11 gêneros, sendo o gênero *Entodinium* o predominante em todos os animais analisados. Os ciliados pertencentes à ordem Entodiniomorpha, *Diplodinium*, *Entodinium*, *Eudiplodinium* e *Polyplastron* apresentaram maior prevalência nos animais terminados exclusivamente a pasto. Não foi observada diferença para protozoários da família Isotrichidae (*Dasytricha* e *Isotricha*) os animais confinados, à pasto e a pasto recebendo suplemento. Em relação ao tipo de alimentação, animais alimentados exclusivamente a pasto apresentaram maior densidade de ciliados em relação aos animais confinados e/ou a pasto recebendo suplemento. O sistema de alimentação influenciou na população de ciliados no rúmen. Comparações da fauna ciliada do rúmen de várias espécies de ruminantes em diferentes sistemas de alimentação oferecem importantes informações sobre as características entre os protozoários ciliados do rúmen, assim como de suas relações com os hospedeiros.

Termos para indexação: Isotrichidae, pastagem, pastagem com suplemento, confinamento.

Abstract - The aim of the present work was to identify and quantify the ciliate protozoa of the Brangus rumen, under three feeding systems (confined, pasture and pasture with supplement). Ruminal samples were obtained from the center of the ruminal mass, after the slaughter of the animals. Quantification and identification of the ciliate kind were performed in a Sedgewick-Rafter counting chamber under optical microscopy. The content of dry matter (DM), crude protein (CP), ethereal extract (EE), mineral matter (MM), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA) of the foods analyzed were determined. The total and average density of protozoan kind was submitted to the normality test and Kruskal-Wallis non-parametric test followed by the Dunn test. It was verified the occurrence of 11 genera, being the genus *Entodinium* the predominant in all the animals analyzed. The ciliates belonging to the order Entodiniomorpha, *Diplodinium*, *Entodinium*, *Eudiplodinium* and, *Polyplastron* presented a higher prevalence in the exclusive pasture animals. No difference was observed for protozoa of the Isotrichidae family (*Dasytricha* and *Isotricha*) confined animals, pasture and pasture receiving the supplement. Regarding the type of feeding, animals fed exclusively to pasture presented higher density of ciliates in relation to confined animals and/or pasture receiving the supplementation. The feeding system influenced the population of ciliates in the rumen. Comparisons of the rumen ciliated fauna of several ruminant species in different feeding systems provide important information on the characteristics of the ciliate protozoa of the rumen as well as their relationships with the hosts.
Index terms: Isotrichidae, pasture, pasture with supplement, confinement.

INTRODUÇÃO

A população microbiana do rúmen é caracterizada por diversas espécies de bactérias, fungos e protozoários. Desempenham funções bioquímicas e fisiológicas importantes para os ruminantes, principalmente no metabolismo do hospedeiro, pois produzem enzimas capazes de degradar a celulose das plantas, fornecendo energia ao hospedeiro em uma relação mutualística (Vidal et al., 2007). As proporções das várias espécies podem ser influenciadas pelo tipo de alimento da dieta, pela quantidade e frequência de alimento fornecido ao hospedeiro, pela raça dos animais (Hungate, 1966), pH do conteúdo ruminal e pelas relações que estabelecem entre si e com a população bacteriana (WILIANMS E COLEMAN, 1991).

Dietas de forragens podem variar extensivamente na disponibilidade de seus nutrientes para o uso microbiano. A maior parte da energia em dietas com volumoso está disponível na forma de carboidratos estruturais presente na parede celular da planta, a qual é atacada concomitantemente por bactérias e protozoários ciliados (NOGUEIRA FILHO et al., 1998).

A maioria dos estudos em microbiologia ruminal são voltados às bactérias, no entanto, os protozoários podem utilizar uma porção significativa dos carboidratos solúveis, amidos e carboidratos da parede celular para seu crescimento, além de estarem associados à maior reciclagem de nitrogênio microbiano no rúmen e a redução no suprimento de aminoácidos ao intestino (IVAN et al., 2001).

Entre os protozoários, os da espécie *Epidinium* são os mais eficientes no ataque e ingestão de paredes celulares de plantas forrageiras (Akin, 1981). Já os da família Isotrichidae, destacando-se em ruminantes os gêneros *Isotricha* e *Dasytricha*, aparecem em maior número nos ruminantes em regime de pastejo, recebendo feno ou cana de açúcar, devido a sua capacidade de degradar os polissacarídeos não estruturais e carboidratos solúveis das plantas (WILIANMS e COLEMAN, 1991; JOUANY, 1996).

Em animais submetidos a dietas de baixo valor nutritivo e ricas em fibras, observa-se aumento no número de protozoários, sendo que a ingestão reduzida de alimentos ocasiona menor taxa de passagem dos nutrientes pelo rúmen, favorecendo o estabelecimento e crescimento dos protozoários (Christiansen, 1964). Segundo Akin (1981), a anatomia das lâminas dos volumosos e os tipos de tecidos que os constituem influenciam a degradação microbiana, devido a maior ou menor presença de celulose, hemicelulose, lignina e ácidos fenólicos, afirmando que a digestão de forragens é resultado de uma complexa interação de micro-organismos do rúmen com a estrutura da parede celular.

Determinações da densidade e composição da microbiota ruminal em ruminantes, sob diversos tipos de alimentação, são importantes para elucidação dessas relações com o hospedeiro e o seu real papel no metabolismo. A busca de novos conhecimentos sobre a microbiota ruminal, especialmente dos protozoários ciliados trata de uma demanda mundial por conhecimentos que sejam aplicados, por exemplo, na redução da metanogênese, na melhoria da produtividade dos rebanhos e no desenvolvimento de biotecnologia de processos degradativos de biomassa por micro-organismos do rúmen. Varga & Kolver (1997) destacaram a necessidade

de se avaliar a importância dos protozoários na digestão de fibras. Complementando, Itabashi (2004) destaca que o papel dos protozoários na produção animal é um importante problema e que merece ser destacado nas pesquisas de microbiologia do rúmen. Por isso, é de relevante importância que estudos desta natureza sejam conduzidos no Brasil, pois o estudo da microbiota ruminal é uma importante área de pesquisa estratégica (Russel & Rychlick, 2001), para o incremento da produtividade na pecuária brasileira.

Visando contribuir para o conhecimento das relações entre bovinos e ciliados do rúmen que ocorrem naturalmente em rebanhos de corte no Brasil, objetivou-se com o presente trabalho identificar e quantificar as populações de protozoários ciliados do rúmen de 45 novilhos brangus, sob diferentes sistemas de alimentação (pasto, pasto com suplemento e confinado), no estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras do conteúdo ruminal foram obtidas de novilhos brangus, mantidos sob três sistemas de terminação: confinado (silagem de milho e concentrado à base de milho e soja), a pasto (capim estrela africana) e a pasto com suplemento (1% do peso vivo) (estrela africana + suplemento). O clima da região é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média de 18,1 e 16,9 °C (máxima e mínima) e precipitação acumulada em 2016 foi de 1488,6 mm (GEBIOMET, 2016). A análise da dieta oferecida se encontra na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química (% da material seca) da dieta oferecida a novilhos Brangus terminados em diferentes sistemas de alimentação.

Nutrientes* (% MS)	Confinamento		Pasto+Suplemento		Pasto
	Concentrado	Silagem Milho	Capim estrela	Suplemento	Capim estrela
MS	88,67	25,61	30,04	87,96	38,44
PB	18,81	10,33	18,95	17,95	13,74
EE	4,26	3,61	2,12	3,65	2,51
MM	7,14	4,28	9,35	5,76	7,95
FDN	25,85	44,90	75,23	25,81	65,16
FDA	14,06	18,63	31,20	14,03	33,02

*MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido

As coletas foram feitas em animais abatidos em frigorífico comercial, Miolar Alimentos Ltda, situado no Município de Dois Vizinhos, Sudoeste do Paraná, após 14 horas de jejum alimentar. As amostras foram obtidas do centro da massa ruminal, homogeneizadas e fixadas em formalina 18,5% (Dehority, 1984).

A quantificação foi feita na câmara de contagem Sedgewick-Rafter, conforme procedimentos descritos por Dehority (1984) seguindo a modificação proposta por D'Agosto e Carneiro (1999). A identificação genérica foi feita conforme Ogimoto & Imai (1981).

Foram realizadas simulação de pastejo e coleta dos alimentos fornecidos aos animais para determinação da composição bromatológica da pastagem. As amostras foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para posterior análise bromatológica de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com Silva & Queiroz (2004).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 15 repetições por tratamento e três sistemas de alimentação (confinamento, pasto e pasto com suplemento). A densidade total e a média dos gêneros dos protozoários foram submetidos ao teste de normalidade e teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido do teste de Dunn, sendo usado o

programa de análise estatística R(R Development Core Team). Diferenças significativas foram declaradas em $P < 0,05$. Conforme modelo:

$$Y_{ik} = e^{\eta} + \varepsilon_{ik}$$

em que:

Y_{ijk} : é a observação da contagem do número de espécimes no animal, submetido a dieta i ;

e : base do logaritmo neperiano;

η : função linear dos parâmetros na formula $\mu + d_i + \varepsilon_{ik}$; em que:

μ : é o intercepto,

d_i : é o efeito da dieta i ; $i = 1;2;3$;

ε_{ik} : erro aleatório associado a cada observação Y_{ik} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os protozoários ciliados observados neste estudo estão distribuídos nas ordens Vestibuliferida e Entodiniomorphida. Na ordem Vestibuliferida, registrou-se a ocorrência de protozoários ciliados da família Isotrichidae, com os gêneros *Dasytricha* e *Isotricha*, e na ordem Entodiniomorphida, foram observados protozoários ciliados da família Ophryoscolecidae com os gêneros *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Entodinium*, *Eodinium*, *Epidinium*, *Eremoplastron*, *Eudiplodinium*, *Ostracodinium* e *Polyplastron* (tabela 2).

Tabela 2. Protozoários ciliados registrados em novilhos brangus submetidos a diferentes dietas (n= 45)

Protozoários ciliados	Hospedeiros/Tratamentos		
	Ordem/Família/Gênero	Cruzado	
		Confinado	Pasto
Vestibuliferida			
Isotrichidae			
<i>Dasytricha</i>	+	+	+
<i>Isotricha</i>	+	+	+
Ophryoscolecidae			
<i>Entodinium</i>	+	+	+
<i>Diplodinium</i>	+	+	+
<i>Diploplastron</i>	+	+	+
<i>Eodinium</i>	+	+	+
<i>Epidinium</i>		+	+
<i>Eremoplastron</i>	+	+	+
<i>Eudiplodinium</i>	+	+	
<i>Ostracodinium</i>		+	
<i>Polyplastron</i>	+	+	+

+: presença do gênero em pelo menos um animal

O gênero *Ostracodinium* não foi observado em nenhum dos animais mantidos em confinamento e/ou a pasto recebendo suplemento. Demonstrando a influência da dieta na ocorrência desse ciliado, já que protozoários do gênero *Ostracodinium* são mais importantes na digestão da celulose do que do amido, sendo assim tendem a diminuir sua concentração quando adicionado concentrado a dieta (Williams e Coleman, 1991).

O gênero *Entodinium* foi observado em todos os animais, corroborando com grande parte dos levantamentos realizados sobre a ciliatofauna ruminal, os quais relatam elevada prevalência deste gênero em ruminantes domésticos (Martinele et al., 2008; Rísoli et al., 2009; Martinele et al., 2010; Martinele et al., 2014; Cedrola et al., 2014). Segundo Martinele et al. (2008) a predominância do gênero *Entodinium* pode ser explicada pelo fato desse

gênero possuir um grande número de espécies, muitas das quais de ampla distribuição, e que também se caracterizam por serem espécies colonizadoras do rúmen.

Os ciliados pertencentes à ordem Entodiniomorpha e caracterizados como preferencialmente celulolíticos, *Eodinium*, *Epidinium*, *Eremoplastron*, *Eudiplodinium*, *Metadinium*, *Ostracodinium* e *Polyplastron* foram observados em maior densidade nos animais mantidos à pasto. Segundo Kozloski (2002), estes ciliados são encontrados em maior densidade em dietas ricas em material fibroso, pois tais dietas estimulam a ruminação e a secreção de saliva, o que mantém o pH ruminal equilibrado e favorável ao estabelecimento de espécies celulolíticas (Williams & Coleman, 1992; Hobson & Stuart, 1997; Dehority, 2003). Ampla representatividade de ciliados entodiniomorfos em animais mantidos à pasto foi também relatada por Martinele et al. (2010) em estudo sobre a ciliatofauna de ovinos mantidos em pastagens naturais de caatinga no semi-árido de Pernambuco.

Mesmo sem ter sido observada diferença estatística ($P > 0,05$) para o gênero *Dasytricha* e *Isotricha*, entre os três tratamentos, a maior concentração foi encontrada nos animais terminados a pasto ($0,457$ e $0,754 \times 10^4/\text{mL}$, respectivamente), quando comparado com os animais confinados e /ou a pasto recebendo suplemento (Tabela 3). As concentrações observadas nesse estudo estão bem abaixo das normalmente encontradas em ruminantes oriundos de sistema de alimentação exclusivamente a pasto, conforme relatado por Reis et al., 2019, que encontrou concentrações média de $25,19 \times 10^4/\text{mL}$ do gênero *Isotricha* e $22,91 \times 10^4/\text{mL}$ do gênero *Dasytricha* em bovinos Nelore e Cruzados Nelore x Europeu, terminados em pastagem de azevém e/ou estrela africana. As informações encontradas na literatura relatam que os protozoários mais envolvidos na degradação de carboidratos não estruturais e açúcares solúveis são os da família Isotrichidae, destacando-se em ruminantes os gêneros *Dasytricha* e *Isotricha*, sendo encontrados em grande número no rúmen de animais em regime de pastejo ou dietas contendo quantidade consideráveis de feno, devido à sua capacidade de degradar os polissacarídeos não estruturais

e carboidratos solúveis das plantas (HUNGATE, 1966; WILLIAMS e COLEMAN, 1992; OLIVEIRA et al., 1992; JOUANY, 1996).

Tendo em vista a baixa concentração observada nesses animais no presente estudo, pode-se destacar indícios do comportamento de escape para o retículo, desempenhado por ciliados isotríquidos em ruminantes submetidos a jejum, conforme já relatado por diversos autores (ANKRAH et al., 1990; MARTINELE et al., 2007).

Tabela 3: Estimativa para gêneros de protozoários ciliados no rúmen de novilhos Brangus mantidos em confinamento, à pasto e à pasto com suplementação ($\times 10^4$ mL).

Gênero	Confinado	Pasto+Supl.	Pasto	P
<i>Dasytricha</i>	0.032 ^a	0.080 ^a	0.457 ^a	0.3213
<i>Diplodinium</i>	0.096 ^a	0.258 ^a	1.622 ^b	0.0024
<i>Diploplastron</i>	0.117 ^a	0.529 ^a	2.011 ^a	0.3077
<i>Entodinium</i>	34.901 ^a	25.772 ^b	152.342 ^c	>0.000
<i>Eodinium</i>	0.181 ^a	0.147 ^a	0.514 ^a	0.2627
<i>Epidinium</i>	0 ^a	0.307 ^a	0.045 ^a	0.3511
<i>Eremoplastron</i>	0.064 ^a	0.024 ^a	0.205 ^a	0.3560
<i>Eudiplodinium</i>	0.106 ^{ab}	0 ^a	0.537 ^b	0.0052
<i>Isotricha</i>	0.096 ^a	0.024 ^a	0.754 ^a	0.4342
<i>Ostracodinium</i>	0 ^a	0 ^a	0.011 ^a	0.3679
<i>Polyplastron</i>	0.234 ^a	0.160 ^b	3.611 ^c	>0.000
Total protozoa	35.827 ^a	27.277 ^b	158.498 ^c	>0.000

Means followed by the same letter in the same row do not differ by the non-parametric Kruskal-Wallis with $P < 0,05$.

A população do gênero *Diplodinium* foi maior para os animais terminados a pasto ($P < 0,05$; $1,622 \times 10^4/\text{mL}$), em relação aos animais terminados em confinamento e a pasto recebendo suplemento ($0,096$ e $0,258 \times 10^4/\text{mL}$, respectivamente), estando de acordo com vários autores, que descrevem o gênero *Diplodinium spp.*, por apresentarem consideráveis concentrações de celulase, como sendo degradadores de fibra, observando

aumentos de suas populações em dietas fibrosas (HUNGATE, 1966; WILLIAMS e COLEMAN, 1992; JOUANY, 1996). A baixa concentração desse gênero nos animais a pasto que recebiam suplementação, pode se dar ao fato dos animais terem passado por um longo período de jejum no frigorífico antes do abate, e conforme relatado por Michalowski (1977) a taxa de divisão de ciliados *Diplodinium* é maior cerca de 8 horas após a alimentação, podendo afetar assim a concentração de protozoários nesse animais.

Conforme descrito anteriormente, os ciliados pertencentes à ordem Entodiniomorpha, incluindo os gêneros *Diploplastron*, *Eodinium*, *Epidinium* e *Eremoplastron*, são encontrados em maior densidade nos animais mantidos à pasto (Williams & Coleman, 1992), embora não tenha sido observada diferença estatística ($P > 0,05$) para esses gêneros no presente estudo, os valores observados para os gêneros *Eodinium*, *Epidinium* e *Eremoplastron* estão bem abaixo dos observados por Reis et al. (2019), sendo que apenas para o gênero *Diploplastron* ($2,011 \times 10^4/\text{mL}$) os valores foram semelhantes ao encontrado por esses autores ($3,36 \times 10^4/\text{mL}$). Pode-se dizer que existe uma estabilidade maior para este gênero quando os animais são submetidos a dieta exclusiva a pasto, já que dietas ricas em material fibroso estimulam a ruminação e secreção de saliva, mantendo os níveis do pH favorável ao estabelecimento de espécies celulolíticas (DEHORITY, 2003).

Considerando a prevalência do gênero Entodinium para cada dieta, pôde-se observar maior concentração para os animais terminados a pasto ($152,342 \times 10^4/\text{mL}$; $P < 0,05$), em relação aos animais confinados ($34,901 \times 10^4/\text{mL}$) e a pasto com suplementação ($25,772 \times 10^4/\text{mL}$), estando em desacordo com outros estudos sobre este gênero, visto que grande parte das espécies que compõem o gênero sejam amilolíticas (WILLIAMS & COLEMAN, 1992). Embora tenham sido observados em menor concentração nos animais recebendo dietas ricas em grãos, foi o gênero que teve maior representatividade. A elevada densidade de espécies pertencentes ao gênero *Entodinium* em animais mantidos com dietas compostas por altos teores de concentrado energético é benéfica para o hospedeiro, visto que estes

protozoários controlam a taxa de fermentação no rúmen podendo evitar acidose ruminal (Nagaraja et al., 1992; RUSSEL & Richlik, 2001).

Os gêneros *Eudiplodinium* e *Polyplastron*, foram observados em maiores concentrações nos animais a pasto (0,537 e 3,611 x 10⁴/mL, respectivamente; P<0,05). Tais resultados estão de acordo com o descrito na literatura para esses gêneros, tendo em vista que apresentam elevada atividade celulolítica, sendo conhecidos por sua capacidade de ingerir e fermentar material fibroso (VAN SOEST, 1994; WILLIAMS, 1986).

No presente estudo, protozoários do gênero *Ostracodinium* foram observados apenas nos animais a pasto e em concentrações consideradas baixas (0,011 x 10⁴/mL) quando comparado ao encontrado por Reis et al., (2019), que observou concentrações de 3,60 x 10⁴/mL para esse gênero, para animais terminados a pasto. Protozoários do gênero *Ostracodinium* são mais importantes na digestão da celulose do que do amido, sendo assim tendem a diminuir sua concentração quando adicionado concentrado a dieta (Williams e Coleman, 1991).

Um fator importante a ser considerado sobre as variações dos protozoários no rúmen de bovinos em pastagem são as modificações das características da vegetação (Manella & Lourenço, 2004, Martinele et al. 2010), que podem resultar em alterações no valor nutritivo das espécies utilizadas como forragem, estando associado a variações no seu ciclo fisiológico, podendo ocorrer flutuações no conteúdo de nutrientes e de matéria seca (Araújo Filho et al., 2002). As gramíneas utilizadas neste trabalho apresentaram qualidade bromatológica satisfatória, próximas a valores descritos na literatura (Caro-Costas et al., 1972; Van Soest, 1994).

Também foi observada diferença significativa (P<0,05) na quantidade total de protozoários entre os tratamentos, sendo a maior concentração observada nos animais terminados exclusivamente a pasto (158,498 x 10⁴/mL), seguido dos animais terminados em confinamento (35,827 x 10⁴/mL) e por fim os animais a pasto recebendo suplemento (27,277 x 10⁴/mL). A variação na concentração de protozoários no rúmen, está muito mais ligada a qualidade nutritiva da forragem e a variações sazonais, conforme

constatado por Bonhomme-Florentin (1974) que verificaram maior densidade de protozoários ciliados no rúmen de *Bos indicus* durante a estação úmida, já que a qualidade nutritiva das pastagens oscila em função da estacionalidade e do ciclo produtivo, tendo em vista que pastagens no final do ciclo apresentam maior concentração de FDA, afetando assim a qualidade da forragem.

CONCLUSÃO

O sistema de alimentação influenciou na população de ciliados no rúmen. Comparações da fauna ciliada do rúmen de várias espécies de ruminantes em diferentes sistemas de alimentação oferecem importantes informações sobre as características entre os protozoários ciliados do rúmen, assim como de suas relações com os hospedeiros.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida; à Empresa Miolar Alimentos Ltda pela permissão em realizar as coletas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

AKIN, D. E. Microbial breakdown of feed in the digestive tract. In: HACKER, J. B. ed. **Nutritional limits to animal production from pastures**. Queensland, Commonwealth Agricultural Bureaux, p. 201 – 23, 1981.

ANKRAH, P.; LOERCH, S.C.; DEHORITY, B.A. Sequestration migration and lysis of Protozoa in the rumen. **Journal General Microbiology**, v.136, p. 1869-1875, 1990.

ARAÚJO-FILHO, J.A.; F.C. CARVALHO & N.L. SILVA. Fenologia y valor nutritivo de follajes de algunas especies forrajeras de la Caatinga. **Agroforestía en las Américas**, Costa Rica, **9**: 33-37. 2002.

BONHOMME-FLORENTIN, A. Contribution à l'étude de la physiologie des ciliés Entodiniomorphes endocommensaux des ruminants et des équidés. *An. Sci. Nat.*, v. 16, p. 155-283, 1974

CARO-COSTAS, R.; ABRUM, F.; VICENT-CHANDLER, J. Comparison of pangola and stargrass pastures in terms of beef production and carrying capacity in the humid mountain region of Puerto Rico. **J. Agr. U. Puerto Rico**, **56**: 104-109. 1972.

CEDROLA, F., MARTINELE, I., ROSSI, M. MEDEIROS, G.R., SANTOS, G.R.A., CARVALHO, F.F.R. & D'AGOSTO, M. Protozoários ciliados do rúmen de ovinos do nordeste brasileiro e infraciliatura de *Enoploplastron triloricatum* (Dogiel, 1925). *Principia*, 17, 71-79, 2014.

D'AGOSTO, M. & CARNEIRO, M.E. Evaluation of lugol solution used for counting rumen ciliates. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, p. 725-729, 1999.

DEHORITY, B.A. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. **Applied and Environmental Microbiology**, v.48, p.182-185, 1984.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Ed. UFSM, Santa Maria, 140 p. 2002.

HOBSON, P. N. & STEWART, C. S. **The Rumen Microbial Ecosystem**. 2nd ed. 719p. 1997.

HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic Press, 533 p. 1966.

IVAN, M.; MIR, P. S.; KOENIG, K. M. et al. Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. **Small Ruminant Research**, v. 41, p. 221-227, 2001.

JOUANY, J. P. Effect of the rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. *J. Nutr.*, Bethesda, v. 126 (suppl.), p. 1335-1346, 1996.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Ed. UFSM, Santa Maria, 140 p. 2002.

HOBSON, P. N. & STEWART, C. S. **The Rumen Microbial Ecosystem**. 2nd ed. 719p. 1997.

MARTINELE, I., SANTOS, G.R.A., MATOS, D.S., BATISTA, A.M.V. & D'AGOSTO, M. Diet botanical composition and rumen protozoa of sheep in Brazilian semi-arid area. *Archivos de Zootecnia*, 59, 169-175, 2010.

MARTINELE, I. SIQUEIRA-CASTRO, I. C. V. D'AGOSTO, M. Protozoários ciliados no rúmen de bovinos alimentados com dietas de capim elefante e com dois níveis de concentrado. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.9, n.1, p. 74-81, 2008 (a).

MARTINELE, I., Protozoários ciliados no rúmen de ovinos mestiços mantidos em pastagem natural de caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p. 280-292. 2008 (b).

MARTINELE, I. **Variação estacional das populações de protozoários ciliados (Protista, Ciliophora) do rúmen de ovinos (*Ovis aries* L.) mantidos**

em pastagens naturais no semiárido de Pernambuco, Brasil. 2007. 81 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

MARTINELE, I.; DETONI, M. de L.; RUST, N. M.; D'AGOSTO, M. Protozoários ciliados (Protista, Ciliophora) no conteúdo do rúmen e do retículo de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecias**, 9(1): 63-66, 2007.

MICHALOWSKI, T. Diurnal changes in concentration of rumen ciliates and in occurrence of dividing forms in water buffalo (*Bubalus bubalus*) fed once daily. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, **33** (4): 802-804. 1977.

NAGARAJA, T.G., G. TOWNE & A.A. BEHARKA. Moderation of ruminal fermentation by ciliated protozoa in cattle fed a high-grain diet. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, **58** (8): 2410-2414. 1992.

NOGUEIRA-FILHO, J.C.M.; M.E.M. OLIVEIRA; L.R.A. TOLEDO, L. V. Protozoários ciliados no rúmen de zebuínos e bubalinos submetidos a dietas com volumosos e concentrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **33** (6): 993-999. 1998.

OGIMOTO, K.; IMAI, S. **Atlas of rumen microbiology**. Tokyo: Japan Scientific Societies, 231p. 1981.

OLIVEIRA, M. E. M., WATANABE, I.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Ultra estrutura de membrana celular de *Dasytricha ruminantium* encontrada no líquido ruminal de bubalinos *Bubalus bubalis* da raça Mediterrânea. In: **SIMPOSIO TÉCNICO ESP. ULTRAESTRUTURA DE MEMBRANAS**, p. 63-64. 1992.

OLIVEIRA, M.E.M.; J.C.M. NOGUEIRA-FILHO; C.S. LUCCI; W. DUPAS & C.G. LIMA. Desenvolvimento de populações de protozoários ciliados no rúmen de ovinos (*Ovis Aires* L.) criados em Itapetininga, São Paulo. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, **24** (2): 225-232. 1987.

RÍSPOLI, T.B., LOPES, I.R., NETO, R.G.M., KAZAMA, R., PRADO, O.P.P., ZEOULA, L.M. & ARCURI, P.B. Protozoários ciliados do rúmen de bovinos e bubalinos alimentados com dietas suplementadas com monensina ou própolis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44, 92-97, 2009.

RUSSEL, J. B.; J.L. RYCHLIK. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, Washington, **292** (5519): 1119-1122. 2001.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p. 2004.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 476p. 1994.

VARGA, G.A. & E.R.S. KOLVER. Conference: new developments in forage science contributing to enhanced fiber utilization by ruminants. **Journal of Nutrition**, **127**:819S-823S. 1997.

VIDAL, M. J.; PAIVA, A. C. P.; ARCURI, P. B. et al. Efeito de diferentes doses de enxofre no consumo voluntário e nas populações de protozoários do rúmen de novilhas mestiças alimentadas com capim-elefante de baixa qualidade. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 218-222, 2007.

WILLIAMS, A.G. & G.S. COLEMAN. **The Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion**. Ed. Por: JOUANY, J. P., Science Update, 263 p. 1985.

WILLIAMS, A.G. & G.S. COLEMAN. **The Rumen Protozoa**. London: Springer-Verlag, New York Inc, 423 p. 1992.

WILLIAMS, A. G.; COLEMAN, G. S. The rumen protozoa. Springer-Verlag, New York Inc. 423p., 1991.

WILLIAMS, A.G. *Rumen holotrich ciliate protozoa*. Microbiology Reviews, 50:25, 1986.

9. REFERÊNCIAS

ABCB - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE BRANGUS.

História. Campo Grande, 2018. Disponível em:

<http://www.brangus.org.br/historia/>. Acesso em: 12 jan. 2018.

ABERLE, E. D. *et al.* **Principles of meat science.** 4th ed. New York: Kendall Hunt Publishing Company, 2001. 354 p.

ABERLE, E. D. *et al.* Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: time on a high energy diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 52, p. 757-763, 1981.

ALDAI, N. *et al.* Correlation between carcass conformation and fat cover degree, and muscle fat acid profile of yearling bulls depending on breed and genotype. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 107, n. 2/3, p. 199-212, 2007.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S. *et al.* Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine Bopriva or surgical castration of *Bos indicus* bulls raised on pasture in Brazil. **Meat Science**, Oxford, v. 95, p. 78–84, 2013.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S. *et al.* Brown Swiss bulls in a feedlot with the *Bos indicus* immunocastration of gonadotropin-releasing hormone vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 3718-3728, 2012.

ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte.** 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.

ANDRAE, J. G. *et al.* Effects of feeding high-oil to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 582-588, 2001.

ANUALPEC 2018: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP, 2018. 280 p.

ARAÚJO-FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C.; SILVA, N. L. Fenologia y valor nutritivo de follajes de algunas especies forrajeras de la caatinga. **Agroforestía en las Américas**, Catie, v. 9, p. 33-37, 2002.

ARICETTI, J. A. *et al.* Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of Longissimus muscle of bulls and steers finished in a pasture

system. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 21, n. 10, p. 1441-1448, 2008.

ARRIGONI, M. D. B.; ALVES JUNIOR, A.; DIAS, P. M. A. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 10, p. 1033-1039, 2004.

ARRIGONI, M. D. B. **Eficiência produtiva de bovinos de corte**: modelo biológico superprecoce. Botucatu: FMVZ/UNESP, 2003. 428 p.

BAILLIE, A. G.; GARLICK, P. J. Responses of protein synthesis in different skeletal muscles to fasting and insulin in rats. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 260, p. E891-E896, 1991.

BANKS, W. J.; BANKS, W. Tecido muscular. *In*: BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. 2. ed. São Paulo: Manole, 1992. p. 215-236.

BERCHIELLI, T. T. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583 p.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. 616 p.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sidney: Sidney University Press, 1976. 240 p.

BESSA, R. J. B. *et al.* Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 63, n. 3, p. 201-211, 2000.

BLANCHARD, P. The influence of lean tissue growth rate on pork tenderness. **Meat Focus International**, Wallingford, p. 457-458, 1994.

BLOCK, H. C. *et al.* Manipulation of cattle growth to target carcass quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 133-140, 2001.

BOIN, C.; TEDESCHI, L. O. Sistemas intensivos de produção de carne bovina. 2. Crescimento e acabamento. *In*: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., 1996, Piracicaba. **Anais [...]**. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 205-227.

BONHOMME-FLORENTIN, A.; BLANCOU, J.; B.LATTEUR, B. E'tude des variations saisonnières de la microfaune du rumen de zebus. **Protistologica**, Paris, v. 14, n. 3, p. 283-289, 1978.

BONIN, M. N. *et al.* Características de carcaça e qualidade de carne em linhagens da raça Nelore. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.10, p.1860-1866, 2014.

BRIDI, A. M. **Crescimento e desenvolvimento do tecido muscular**. Londrina, 2006. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/carneseccarcacasarquivos//crescimentoedese nvolvimentomuscular.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2016.

BROOKE, M. H.; KAISER, K. K. Three 'myosin adenosine triphosphatase' systems: the nature of their pH lability and sulphhydryl dependence. **The Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, Seattle, v. 18, p. 670-672, 1970.

BÜRGER, P. J. *et al.* Fermentação ruminal e eficiência microbiana em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 215-224, 2000.

BUTTERY, P. J. Protein turnover in animals. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, v. 6, n. 3, p. 204-213, 1981.

CARDOSO, P. C. *et al.* Resistência contra ectoparasitas em bovinos da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus avaliada em condições naturais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 141-146, 2014.

CASSENS, R. G.; COOPER, C. C. Red and white muscle. **Advances in Food Research**, New York, v. 19, p. 1-74, 1971.

CLARKE, R. T. J.; MULYATT, M. J.; JOHN, A. Variation in numbers and mass of ciliate protozoa in the rumens of sheep fed chaffed alfafa (*Medicago sativa*). **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 43, n. 5, p. 1201-1204, 1982.

COALHO, M. R. *et al.* Estudo dos protozoários ciliados em bovinos consumindo dietas com diferentes níveis de proteína não degradável no rúmen. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 193-199, 2003.

COLIN, G. **Traité de physiologie comparée des animaux**; considere dans ses rapports: avec les sciences naturelles, la médecine, la zootechnie, et l'économie rurale. v. 1. Paris: J. -b. Baillière, 1886. v. 1.

COSTA, E. C. *et al.* Características da carcaça de novilhas Red Angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, p. 119-128, 2002a.

COSTA, E. C. *et al.* Composição física da Carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, p. 417-428, 2002b.

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 307-321, 2009.

CROUSE, J. D.; CALKINS, C. R.; SEIDEMAN, S. C. The effects of rate of change in body weight on tissue development and meat quality of youthful bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 7, p. 1824-1829, 1986.

D'AGOSTO, M.; SANTA ROSA, M. R. Influência do hospedeiro no perfil populacional e nas populações de ciliados no rúmen de bovinos. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 389-396, 1998.

DEHORITY, B. A. **Rumen microbiology**. Nottingham: Nottingham University Press, 2003. 372 p.

DEHORITY, B. A. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, DC, v. 48, p. 182-185, 1984.

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

DI MARCO, O. N. **Crecimiento y respuesta animal**. Balcarce: Asociación Argentina de Producción Animal, 1994. 129 p.

DI MARCO, O. N. **Crecimiento de vacunos para carne**. Mar Del Plata: Balcarce, 1998. 246 p.

DOHME, F. *et al.* Ruminal methanogenesis as influenced by individual fatty acids supplemented to complete ruminant diets. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 32, p. 47- 51, 2001.

DOMINGUES, J. L. **Avaliação do desempenho em confinamento, do metabolismo ruminal e do perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Nelore, utilizando milho com alto teor de óleo nas dietas de terminação**. 2006. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

ENSER, M. The role of fats in human nutrition. *In*: ROSSELL, B. (ed.). **Oils and fats. Animals carcass fat**. Leatherhead, UK: Leatherhead Publishing, 2001. v. 2, p. 77-122.

ENSER, M. *et al.* Effects of dietary lipid on the content of conjugated linoleic acid in beef cattle muscle. **Animal Science**, Cambridge, v. 69, n. 1, p. 143-146, 1999.

ERIKSSON, S. F.; PICKOVA, J. Fatty acids and tocopherol levels in M. Longissimus dorsi of beef cattle in Sweden: a comparison between seasonal diets. **Meat Science**, Oxford, v. 76, n. 4, p. 746-754, 2007.

ÉSSEN-GUSTAVSSON, B. Effects of physical stress on muscle fibre characteristics-Relation to meat quality. *In: WORKSHOP MUSCLE GROWTH AND MEAT QUALITY*, 2., 1995, Restock. **Proceedings** [...]. Dummerstorf: FBN, 1995. p. 65-73.

EUCLIDES FILHO, K. *et al.* Efeito de idade à castração e de grupos genéticos sobre o desempenho em confinamento e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 71-76, 2001a.

EUCLIDES FILHO, K. Interação de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado na produção de carne bovina nos trópicos. *In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE*, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais** [...]. Viçosa: UFV/DZO, 2001b. p. 93-115.

FERGUSON, D. M.; WARNER, R. D. Have we underestimated the impact pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? **Meat Science**, Oxford, v. 80, n. 1, p. 12-19, 2008.

FERNANDES, L. O.; REIS, R. A.; PAES, J. M. V. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagens de *Brachiaria Brizatha* cv. Marandu. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 240-248, 2010.

FERRARI, A. C. **Qualidade da carne de bovinos recriados em pastagem associada a suplementação e terminação a pasto ou confinamento**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

FISHELL, V. K. *et al.* Palatability and muscle properties of beef as influenced by pre-slaughter growth rate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 61, p. 151- 157, 1985.

FONDEVILA, M.; DEHORITY, B. A. In vitro culture of *Entodinium exiguum* and *E. caudatum*, with or without rumen bacteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 290, 2000. Supl. 1.

FRANZOLIN, R.; DEHORITY, B. A. Effect of prolonged high-concentrate feeding on ruminal protozoa concentrations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 2803-2809, 1996.

FRANZOLIN, R.; DEHORITY, B. A. Comparison of protozoal populations and digestion rates between water buffalo and cattle fed an all forage diet. **Journal of Applied Animal Research**, Janakpuri, v. 16, n. 1, p. 33-46, 1999.

FRANZOLIN NETO, R. *et al.* Efeitos de dietas com diferentes níveis de proteína sobre os protozoários ciliados no rúmen de búfalo e bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 487-493, 1991.

FRENCH, P. *et al.* Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.

FREITAS, A. K. **Características de carcaça, da carne e perfil de ácidos fraxos de Nelore inteiros ou castrados em duas idades**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

FRYLINCK, L. *et al.* Evaluation of biochemical parameters and genetic markers for association with meat tenderness in South African feedlot cattle. **Meat Science**, Oxford, v. 83, p. 657-665, 2009.

GIL, A. Efeito do sistema de produção sobre a qualidade da carne bovina. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DA CARNE BOVINA: DA PRODUÇÃO AO MERCADO CONSUMIDOR, 2003, São Borja. **Anais [...]**. São Borja: [s.n.], 2003. p. 119-140.

GOMES, R. C. *et al.* **Evolução e qualidade da pecuária brasileira**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2017. Nota Técnica.

GOMES, R. C. *et al.* **Novilho precoce**: demandas e caminhos para sua produção e valorização. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2018. (Documentos, 257).

GOTTSCHALL, C. S. *et al.* Relações entre idade, peso, ganho médio diário e tempo médio de permanência de novilhos de corte confinados para abate aos 15 ou 27 meses de idade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 717-726, jul./set. 2009.

GUAN, L. *et al.* Manipulating phospholipids for arystallization of a membrane transport protein. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 103, n. 15, p. 1723-1726, 2006.

HADLICH, J. C. *et al.* Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 57-62, jan./mar. 2006.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. *In*: HOBSON, P. N. **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier Applied Science, 1998. cap. 9, p. 285-322.

HRISTOV, A. N. *et al.* Effect of diets containing linoleic acid or oleic acid rich oils on ruminal fermentation and nutrient digestibility and performance and fatty acid composition of adipose and muscle tissues of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 1312-1321, 2005.

HU, F. B. The balance between ω -6 and ω -3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. **Nutrition**, Boston, v. 17, n. 9, p. 741-742, 2001.

HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic Press, 1966. 533 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFICA DE ESTATÍSTICA. [Dados obtidos da página]. Rio de Janeiro, mar. 2017. Disponível em: <https://ibge.gov.br/>. Acesso em: 20 nov. 2018.

IGARASI, M. S. *et al.* Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grão úmido de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 520-528, 2008.

ILLIUS, A. W.; JESSOP, N. S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 3052–3062, 1996.

JANETT, F. *et al.* Vaccination against gonadotropinreleasing factor (GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone levels and physical activity in pubertal bulls. **Theriogenology**, New York, v. 78, p. 182–188, 2012.

JELENÍKOVÁ, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of ant-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Science**, Oxford, n. 80, p. 870-874, 2008.

JENKIS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3851-3863, 1993.

JOHNSTON, D. M. *et al.* Influence of breed type, sex, feeding system and muscle bundle size on bovine fiber type characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, p. 1760-1765, 1981.

JORGE, A. M. *et al.* Desempenho produtivo de animais de quatro raças zebuínas, abatidos em três estádios de maturidade. 1. Ganho de peso e de carcaça e eficiência de ganho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, p. 766-769, 1998.

JOUANY, J. P. Defaunation of the rumen. *In*: JOUANY, J. P. **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: INRA, 1991. p. 239-261.

JOUANY, J. P.; DEMEYER, D. I.; GRAIN, J. Effect of defaunating the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 21, n.2/4, p. 229-265, 1988.

- KAYOULI, C. *et al.* Effect of defaunation on straw digestion in sacco and on particle retention in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 2/3, p. 165-172, 1984.
- KLONT, R. E. *et al.* Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 49, p. S219-S229, 1998.
- KOUBA, M.; MOUROT, J. A review of nutritional affects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. **Biochimie**, Paris, v. 93, n.1, p. 13-17, 2011.
- KOOHMARAIE, M. The biological basis of meat tenderness and potential genetic approaches for its control and prediction. *In*: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 48., 1995, San Antonio, Texas. **Proceedings** [...]. Kearney: AMSA, 1995. p. 69-75. Disponível em: https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/1995/the-biological-basis-of-meat-tenderness-and-potential-genetic-approaches-for-its-control-and-prediction.pdf?sfvrsn=154dbbb3_2. Acesso em: 10 jan. 2003.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Editora UFSM, 2002. 140 p.
- LAWRIE, R. A. **Developments in meat science**. London: Elsevier Applied Science, 1981. 342 p.
- LAWRIE, R. A. **Meat science**. 4th ed. New York: Pergamon Press, 1985.
- LEME, P. R. *et al.* Levels of sugarcane bagasse in diets with high concentrate for Nellore steers in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1786-1791, 2003.
- LEPETIT, J. Collagen contribution to meat toughness: theoretical aspects. **Meat Science**, Oxford, n. 80, p. 960-967, 2008.
- LI, D. *et al.* Lean meat and heart health. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, Victoria, v. 14, n. 2, p. 113-119, 2005.
- LISTER, D. Growth, fatness and breed effects on carcass and eating quality. **Meat Focus International**, Wallingford, p. 334-335, Aug. 1994.
- LOBATO, J. F. P. *et al.* Brazilian beef produced on pastures: sustainable and healthy. **Meat Science**, Oxford, v. 98, p. 336-345, 2014.
- LOBLEY, G. E. *et al.* The effects of breed and level of nutrition on whole body and muscle protein metabolism in pure-bred Aberdeen Angus and Charolais beef steers. **The British Journal of Nutrition**, Wallingford, v. 84, p. 275-284, 2000.

LOPES, L. S. **Características de carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de tourinhos red norte e nelore terminados em confinamento**. 2010. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES, E.; WALLACE, R. J. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**, Cambridge, v. 4, n.7, p. 1008–1023, 2010.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 13 p.

LUCHIARI FILHO, A.; MOURA, A. C. Situação atual e tendências da pecuária de corte no Brasil relacionados à qualidade da carne. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1., 1997, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1997, p. 42-44.

LYNN, D. H. **The ciliated protozoa: characterization, classification and guide to the literature**. 3rd ed. Dordrecht: Springer, 2008.

MACDOUGALL, D. B. Colour meat – its basis and importance. *In*: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (ed.) **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product**. Dordrecht: Springer, 1994. (Advances in meat research series, v. 9). cap. 2, p. 34-78.

MACEDO, M. P. *et al.* Características de carcaça e composição corporal de touros jovens da raça nelore terminados em diferentes sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1610-1620, 2001.

MACIEL, R. A. **Introdução à raça Brangus e seu uso no Brasil Central**. Pecuária de Corte, [São Paulo], v. 12, n. 105, dez./jan. 2000/2001.

MACHADO, L. A. Z. *et al.* Desempenho de animais alimentados com lâminas foliares, em pastagem de capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 11, p. 1609- 1616, 2008.

MAGGIONI, D. *et al.* Bermuda grass hay or sorghum silage with or without yeast addition on performance and carcass characteristics of crossbred young bulls finished in feedlot. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 22, n. 2, p. 206-215, 2009.

MAGGIONI, D. *et al.* Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 127, p. 176-182, 2010.

MAIA, M. R. G. *et al.* Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek**, Amsterdam, v. 91, n. 4, p. 303–314, 2007.

MAIA M. R. G. *et al.* Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **BMC Microbiology**, London, n. 10, n. 52, p. 1-10, 2010.

MALTIN, C. A. *et al.* Factors influencing beef eating quality 2. Effects of nutritional regimen and genotype on muscle fibre characteristics. **Animal Science**, Cambridge, v. 72, p. 279-287, 2001.

MANELLA, M. Q.; LOURENÇO, A. J. População de protozoários ciliados no rúmen de bovinos nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* Marandu recebendo suplemento protéico ou com livre acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala* nas diferentes estações do ano. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 61, n. 1, p. 1-11, 2004.

MARINHO, A. A. M. Ciliate protozoa in the rumen of grazing sheep. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 78, p. 157-165, 1983.

MARTINELE, I. *et al.* Diet botanical composition and rumen protozoa of sheep in Brazilian Semi-Arid área. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 59, p. 226-245, 2010.

MARTINELE, I.; SIQUEIRA-CASTRO, I. C. V.; D'AGOSTO, M. Protozoários ciliados no rúmen de bovinos alimentados com dietas de capim-elefante com dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção e Animal**, 9, 74-81, 2008.

MCKEITH, F. K. *et al.* Physical, chemical, histological and palatability characteristics of muscle from three breed-types of cattle at different times-onfeed. **Meat Science**, Barking, v. 15, p. 37-50, 1985.

MELTON, S. L. *et al.* Flavor and chemical characteristics of ground beef from grass, forage grain and grain finished steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, n. 1, p. 77-87, 1982.

MERMER, A. *et al.* Kıbrıs Evcil Keçilerinde Yaşayan İşkembe Siliyatı *Ophryoscolex Purkynjei* Stein, 1858 (Ciliophora: Entodiniomorphida)'de Morfometrik Varyasyonlar. **Türkiye Parazitoloji Dergisi**, İstanbul, v. 30, n. 3, p. 252-257, 2006.

MICHALOWSKI, T. Diurnal changes in concentration of rumen ciliates and in occurrence of dividing forms in water buffalo (*Bubalus bubalus*) fed once daily. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, DC, v. 33, n. 4, p. 802-804, 1977.

- MONIN, G. QUALI, A. Muscle differentiation and meat quality. *In*: LAWRIE, R. (ed.). **Developments in meat science**. 5th ed. London: Elsevier Applied Science, 1991. p. 89-157.
- MOTA, M. F. *et al.* Parâmetros ruminais de vacas leiteiras mantidas em pastagem tropical. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 59, n. 226, p. 217-224, 2010.
- MACHMÜLLER, A. *et al.* Potential of various fatty feeds to reduce methane release from rumen fermentation in vitro (Rusitec). **Animal Feed Science and Technology**, v.71, p.117-130, 1998.
- MÜLLER, L.; PRIMO, A. T. Influência do regime alimentar no crescimento e terminação de bovinos e na qualidade da carcaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 4, p. 445-452, 1986.
- NAGARAJA, T. G.; TOWNE, G.; BEHARKA, A. A. Moderation of ruminal fermentation by ciliated protozoa in cattle fed a high-grain diet. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, DC, v. 58, n. 8, p. 2410-2414, 1992.
- NASCIMENTO, M. L. *et al.* Fontes de energia, processamento de grãos e sítio de digestão do amido correlacionados com o acréscimo de gordura nos diferentes depósitos corporais de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Málaga, v. 9, n. 4, p. 1-17, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7th ed. Washington, DC: NRC, 1996. 242 p.
- NOGUEIRA-FILHO, J. C. M. *et al.* Protozoários ciliados no rúmen de zebuínos e bubalinos submetidos a dietas com volumosos e concentrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 6, p. 993-999, 1998.
- OCKERMAN, H. W. *et al.* Castration and sire effects on carcass traits, meat palatability and muscle fibre characteristics in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 59, p. 981- 990, 1984.
- OLIVEIRA, R. L. *et al.* Características de carcaça de tourinhos Nelore e Canchim, terminados em confinamento, recebendo dietas com cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais [...]**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. p. 35-43.
- OLIVEIRA, M. E. M. *et al.* Desenvolvimento de populações de protozoários ciliados no rúmen de ovinos (*Ovis Aires* L.) criados em Itapetininga, São Paulo. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 225-232, 1987.

OSORIO, J. H.; VINAZO, J. El metabolismo lipídico bovino y su relación con La dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas. **Biosalud**, Manizales, v. 9, n. 2, p. 56-66, 2010.

OTTO, G. *et al.* Drip loss of case-ready meat and of premium cuts and their associations with earlier measured sample drip loss, meat quality and carcass traits in pigs. **Meat Science**, Oxford, n. 72, p. 680-687, 2006.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 6, p. 3138-3150, 1993.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. *In*: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 287-310.

PAULINO, M. F.; RUAS, J. R. M. Considerações sobre a recria de bovinos de corte. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 153/154, p. 68-80, 1988.

PICARD, B. *et al.* Consequences of selection for higher growth rate on muscle fibre development in catle. **Livestock Science**, Amsterdam, n. 102, p. 107-120, 2006.

POLIZEL NETO, A. *et al.* Desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 Brangus x Nelore recebendo suplemento com cromo complexado à molécula orgânica na terminação a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, p. 737-745, 2009.

PÖSÖ, A. R.; PUOLANNE, E. Carbohydrate metabolism in meat animals. **Meat Science**, Oxford, n. 70, p. 423-434, 2005.

PRADO, I. N. *et al.* Sistemas para crescimento e terminação de bovinos de corte a pasto: avaliação do desempenho animal e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 955-965, 2003.

PRADO, I. N. *et al.* Carcass characteristics and chemical composition of the Longissimus muscle of Purunã and ½ Purunã vs. ½ Canchin bulls. **Australian Journal of Agriculture Research**, Seoul, v. 21, n. 9, p. 1296-1302, 2008a.

PRADO, I. N. *et al.* Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the Longissimus muscle of Bulls (*Bos Taurus indicus* vs. *Bos Taurus taurus*) finished in pasture systems. **Asian Australasian Journal Animal Science**, Seoul, v. 21, n. 10, p. 1449- 1457, 2008b.

PRADO, I. N. *et al.* The influence of dietary soyabean and linseed on the chemical composition and fatty acid profile of the Longissimus muscle of

feedlot-finished bulls. **Journal of Animal and Feed Sciences**, Warszawa, v. 17, n. 3, p. 307-317, 2008c.

PRADO, I. N. *et al.* Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the Longissimus muscle of bulls (*Bostaurus indicus* x *Bostaurus taurus*) finished in pasture systems. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 21, n. 10, p. 1449-1457, 2008d.

PURCHAS, R. W. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. **Meat Science**, Barking, v.27, p.120- 140, 1990.

REALINI, C. E. *et al.* Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, Oxford, v. 66, p. 567-577, 2004.

REIS, R. A. *et al.* Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 147-159, 2009.

RENAND, G. *et al.* Relationship between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, Oxford, v. 59, p. 49-60, 2001.

RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R. Estratégias de suplementação de bovinos de corte recriados em pastagens durante o período das águas. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 1-7, jul./dez. 2011.

RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; BERNARDES, R. A. C. O novilho superprecoce. *In*: RESTLE, J. (ed.) **Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1999. p.191-214.

RESTLE, J. *et al.* Desempenho em confinamento, do desmame ao abate aos quatorze meses, de bovinos inteiros ou castrados, produzidos por vacas de dois anos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 651-655, 1997.

RESTLE, J.; VAZ, F. N. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais [...]**. Santa Maria: SBZ, 2003. Palestra 11, 34 p.

ROTTA, P. P. *et al.* Carcass characteristics and chemical composition of the Longissimus muscle of Nellore, Caracu and Holstein-Friesian bulls finished in feedlot. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 22, n. 4, p. 598-604, 2009a.

ROTTA, P. P. *et al.* The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition

and appearance: a review. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 22, n. 2, p. 1718-1734, 2009b.

ROTH, M. T. P. *et al.* Desempenho no confinamento de tourinhos da raça Nelore que receberam diferentes estratégias de suplementação durante a recria em pastagens. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 49, 2012, Brasília, DF. **Anais [...]**. Brasília, DF: SBZ, 2012. p. 12-19.

RUSSELL, J. B.; DOMBROWSKI, D. B. Effect of pH on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, DC, v. 39, n. 3, p. 604-610, 1980.

RUSSEL, J. B.; RYCHLIK, J. L. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, Washington, DC, v. 292, n. 5519, p. 1119-1122, 2001.

RUSSELL, J. B.; MANTOVANI, H. C. The bacteriocins of ruminal bacteria and their potential as an alternative to antibiotics. **Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology**, Basel, v. 4, p. 347-355, 2002.

SANTOS, E. D. G. *et al.* Influência da suplementação com concentrado nas características de carcaça de bovinos F₁ Limousin-Nelore, não castrados, durante a seca, em pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, p. 1823-1832, 2002.

SANTRA, A.; KARIM, S. A. Influence of ciliate protozoa on biochemical changes and hydrolytic enzyme profile in the rumen ecosystem. **Journal of Applied Microbiology**, Washington, DC, v. 92, p. 801-811, 2002.

SCOLLAN, N. *et al.* Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Oxford, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

SEIDEMAN, S. C.; CROUSE, J. D. The effects of sex condition, genotype and diet on bovine muscle fiber characteristics. **Meat Science**, Barking, v. 17, p. 55-72, 1986.

SILVA, F. F. *et al.* Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, p.371-389, 2009. Suplemento.

SILVEIRA, A. C. Novilho superprecoce: técnicas de nutrição e manejo. *In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE*, 5., 2003, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p. 153- 166.

SIQUEIRA, G. R. *et al.* Aditivos para bovinos em pastejo. *In: SYMPOSIUM ON BEEF CATTLE, 7.; INTERNATIONAL CONGRESS BEEF CATTLE, 2012, São Pedro, SP. [Anais...]. [S.l.: s.n.], 2012. p. 52-61.*

SCHUBERG, A. Die protozoen des wiederkauermagens. **Zoologische Jahrbücher Abteilung für Systematik Oekologie und Geographie der Tiere**, Jena, v. 3, p. 365-418, 1888.

TAYLOR, R. E. **Beef production and management: decisions**. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1994. 660 p.

TEIXEIRA, J. C. **Nutrição dos ruminante**, Lavras, MG: ESAL/ FAEPE, 1991.

THERKILDSEN, M. *et al.* Effect of growth rate on tenderness development and final tenderness of meat from Friesian calves. **Animal Science**, Cambridge, v. 74, p. 253-264, 2002.

THOMSON, B. C. *et al.* The effect of nutritional status on protein degradation and components of the calpain system in skeletal muscle of weaned whether lambs. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 129, p. 471-477, 1997.

VALINOTE, A. C. *et al.* Fontes de lipídios e monensina na alimentação de novilhos Nelore e sua relação com a população de protozoários ciliados do rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 1418-1423, 2005.

VAN LAACK, R. L. *et al.* Characteristics of pale soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 7, p. 1057-1061, 2000.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAZ, F. N.; RESTLE, J. Produção de carne com qualidade. *In: RESTLE, J. et al. (ed.). Produção intensiva com qualidade em bovinos de corte*. Santa Maria: UFSM, 1998. p. 104-119.

VAZ, F. N.; RESTLE, J. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Braford superprecoces, desmamados aos 72 ou 210 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 2078-2087, 2002.

VAZ, F. N. *et al.* Estudo da carcaça e da carne de bubalinos mediterrâneo terminados em confinamento com diferentes fontes de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 393- 404, 2003.

VAZ, F. N. *et al.* Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 31-40, 2007.

- VERNON, R. G.; DENIS, R. G. P.; SORENSEN, A. Signals of adiposity. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, v. 21, n. 4, p. 197-214, 2001.
- VERNON, R. G. Lipid metabolism in adipose tissue of ruminants. *In*: CHISTIE, W. W. **Lipid metabolism in ruminant animals**. Oxford: Pergamon Press, 1981. p. 296-329.
- VESTERGAARD, M.; OKSBJERG, N.; HENCKEL, P. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscle of youngbulls. **Meat Science**, Oxford, v. 54, p. 177-185, 2000.
- VEIRA, D. M. The role of ciliate protozoa in nutrition of the ruminant. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, p. 1547-1560, 1986.
- WALDMAN, R. C.; TYLER, W. J.; BRUNGARDT, V. H. Changes in the carcass composition of holteins steers associated with ration energy levels and growth. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 32, n. 4, p. 611-619, 1971.
- WILLIAMS, A. G.; COLEMAN, G. S. **The rumen protozoa**. London: Springer-Verlag, 1992. 423 p.
- WILLIAMS, A. G. *et al.* Interactions bactéries - protiste dans le rumen. **Annals of Biology**, Ludhiana, v. 32, p. 14-29, 1993.
- WILLIAMS, A. G. Rumen holotrich ciliate protozoa. **Microbiology Reviews**, Washington, DC, v. 50, n. 1, p. 25-49, 1986.
- WOOD, J. D. *et al.* Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Oxford, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2003.
- YAMBAYAMBA, E.; PRICE, M. A. Fiber-type proportions and diameters in the longissimus dorsi muscle of beef heifers undergoing catch-up (compensatory) growth. **Canadian Journal of Animal Science**, Champaing, v. 71, p. 1031-1035, 1991.
- ZAMORA, F.; CHAIB, F.; DRANSFIELD, E. Calpains and calpastain from colshortened bovine M. *longissimus lumborum*. **Meat Science**, Barking, v. 49, p. 127-133, 1998.