



**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA
PRODUÇÃO DE NOVILHOS PRECOSES EM PASTAGEM
DE *Brachiaria* (Syn. *Uruchloa*) *brizantha* cv. Marandu**

LEIDIANE REIS PIMENTEL

2018



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA
PRODUÇÃO DE NOVILHOS PRECOSES EM PASTAGEM
DE *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizantha* cv. Marandu**

Autora: Leidiane Reis Pimentel
Orientador: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2018

LEIDIANE REIS PIMENTEL

**ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO PARA
PRODUÇÃO DE NOVILHOS PRECOSES EM PASTAGEM
DE *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizantha* cv. Marandu**

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano
Ferreira da Silva
Coorientador: Prof. Dr. Robério
Rodrigues Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2018

636.085 Pimentel, Leidiane Reis.
P699e Estratégias de suplementação para produção de novilhos precoces em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruçloa) brizantha* cv. Marandu. / Leidiane Reis Pimentel. – Itapetinga-BA: UESB, 2018.
83f.

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva e coorientação do Prof. D.Sc. Robério Rodrigues Silva.

1. Novilhos precoces – Suplementação – Componentes principais. 2. Novilhos mestiços – Suplementação - Avaliação. 3. Nutrição animal - Parâmetros físico-químico. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Fabiano Ferreira da. III. Silva, Robério Rodrigues. IV. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Novilhos precoces – Suplementação – Componentes principais
2. Novilhos mestiços – Suplementação - Avaliação
3. Nutrição animal - Parâmetros físico-químico

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Estratégias de Suplementação para produção de novilhos precoce em pastagem de *brachiaria* (syn. *Uruchloa*) *brizantha* cv. Marandu.”

Autor (a): Leidiane Reis Pimentel

Orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

Co-orientador (a): Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

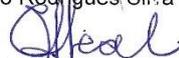
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva – UESB
Orientador



Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva - UESB



Prof. Dr. Cristiane Leal dos Santos – UESB



Prof. Dr. Leandro Soares Santos - UESB



Dr. Ana Paula Gomes da Silva – PNP/UESB

Data de realização: 20 de fevereiro de 2018

A Deus

A meu esposo, meu amigo e companheiro.

À minha filha HELENA meu bem mais precioso.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Nesse momento de glória, agradeço a Deus por ter proporcionado a realização de mais um sonho, por ter cuidado de mim em todos os momentos e ser minha fortaleza.

À minha família, meus queridos pais José e Lúcia, por serem meu apoio incondicional, exemplos maiores de dedicação e amor. Meus queridos irmãos, Luciana, Jane Delane e José Filho, que mesmo distantes estiveram sempre na torcida para não desanimar nessa longa jornada.

A meu esposo Vinícius, pelo companheirismo, pela dedicação, amor e carinho. Amo você!

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização deste curso.

Ao IFTO – Instituto Federal do Tocantins pelo incentivo e por ter proporcionado dedicação exclusiva aos trabalhos do doutorado.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior pela concessão de bolsa no período sanduíche.

À FAPESB – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pela concessão de bolsa.

Ao professor orientador, Dr. Fabiano Ferreira da Silva, que sempre acreditou em mim, agradeço por todo apoio, confiança, amizade e presteza ao longo desses seis anos.

Ao co-orientador, Dr. Robério Rodrigues Silva, sua contribuição para realização desse trabalho foi muito importante. Obrigada pelas orientações, correções, todo incentivo e amizade.

Ao professor Dr. Leandro Santos, pelo aprendizado e orientações.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pelos conhecimentos e orientações passados.

Aos participantes da banca, professora Dr^a. Cristiane Leal, professor Dr. Leandro Santos e Dr^a. Ana Paula Gomes pelas contribuições.

À Raquel e Roberta por todo auxílio mesmo a longas distâncias.

Aos amigos Poliana, Sinval, Dicastro, Antônio, Edvaldo, Bismark, Eli, Aline, Laíse, Daniele, Jânsen, Aroldo, Lislely e Nicole, por todo companheirismo e amizade.

Muito obrigada por tudo!!!

BIOGRAFIA

LEIDIANE REIS PIMENTEL, filha de José Silva Pimentel e Lúcia Reis Pimentel, nasceu em 28 de fevereiro de 1987, em Candiba, Bahia.

Em 2006, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais, concluindo em julho de 2011.

Em abril de 2012, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de ruminantes, submetendo-se a defesa da tese em fevereiro de 2014.

Em março de 2014, iniciou o curso de doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, com período sanduiche na Universidade Federal de Viçosa.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| LISTA DE FIGURAS | vii |
| LISTA DE TABELAS | viii |
| RESUMO GERAL | x |
| GENERAL ABSTRACT | xii |
| I – INTRODUÇÃO GERAL | 01 |
| 1.1 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 03 |
| 1.1.1 Suplementação | 03 |
| 1.1.2 Características da carcaça | 05 |
| 1.1.3 Características de qualidade da carne | 07 |
| 1.1.3.1 Parâmetros físico-químicos | 08 |
| 1.1.3.1.1 Maciez | 08 |
| 1.1.3.1.2 Capacidade de retenção de água (CRA) | 10 |
| 1.1.3.1.3 Cor | 11 |
| 1.1.3.2 Composição química da carne | 12 |
| 1.1.3.2.1 Composição centesimal | 12 |
| 1.1.3.2.2 Perfil de ácidos graxos da carne | 13 |
| 1.1.4 Análise de Componentes Principais | 15 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 17 |
| II – OBJETIVOS | 26 |
| 2.1 Objetivo Geral | 26 |
| 2.2 Objetivos específicos | 26 |
| III – CAPÍTULO I – CARACTERÍSTICAS DA CARCAÇA E DA CARNE DE NOVILHOS MESTIÇOS MANTIDOS EM PASTO COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO..... | 27 |
| Resumo | 27 |
| Abstract | 28 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 29 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 31 |
| 2.1 Localização | 31 |
| 2.2 Descrição experimental | 31 |

| | |
|---|----|
| 2.3 Abate e características da carcaça | 33 |
| 2.4 Composição centesimal | 34 |
| 2.5 Perfil de ácidos graxos | 34 |
| 2.5.1 Extração dos lipídeos | 34 |
| 2.5.2 Transesterificação dos triacilgliceróis | 36 |
| 2.5.3 Análise cromatográfica dos ésteres de ácidos graxos | 36 |
| 2.5.4 Identificação dos ésteres metílicos | 36 |
| 2.6 Extração e identificação do colesterol da carne | 37 |
| 2.6.1 Extração do colesterol | 37 |
| 2.6.2 Determinação do colesterol por HPLC | 37 |
| 2.7 Parâmetros físico-químicos | 38 |
| 2.7.1 Cor | 38 |
| 2.7.2 Capacidade de retenção de água (CRA) | 38 |
| 2.7.3 Perdas de peso por cocção (PPC) | 39 |
| 2.7.4 Força de cisalhamento (FC) | 39 |
| 2.7.5 Análise de pH | 39 |
| 2.8 Análises estatísticas | 40 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 4 CONCLUSÕES | 52 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 53 |
| III – CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DE NOVILHOS MESTIÇOS EM PASTAGEM DE <i>Brachiaria (Syn. Uruçloa) brizantha</i> cv. Marandu, ATRAVÉS DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS | 57 |
| Resumo | 57 |
| Abstract | 58 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 59 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 61 |
| 2.1 Coleta de dados | 61 |
| 2.2 Composição centesimal | 62 |
| 2.3 Perfil de ácidos graxos | 62 |
| 2.4 Extração e identificação do colesterol da carne | 64 |
| 2.5 Parâmetros físico-químicos | 65 |
| 2.5.1 Cor | 65 |

| | |
|---|----|
| 2.5.2 Capacidade de retenção de água (CRA)..... | 65 |
| 2.5.3 Perdas de peso por cocção (PPC)..... | 66 |
| 2.5.4 Força de cisalhamento (FC)..... | 66 |
| 2.5.5 Análise de pH | 66 |
| 2.6 Delineamento experimental dos dados | 67 |
| 2.7 Medidas de dispersão e padronização dos dados | 68 |
| 2.8 Análises estatísticas multivariadas dos dados | 69 |
| 2.8.1 Análises de Componentes Principais | 69 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 71 |
| 4 CONCLUSÕES | 81 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 82 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| Figura 1. Gráfico dos consumos e digestibilidades: componente principal 1 (CP 1) x componente principal 2 (CP 2); A (plano nutricional 1); B (plano nutricional 2)..... | 72 |
| Figura 2. Gráfico das características de carcaça: componente principal 1 (CP 1) x componente principal 2 (CP 2); A (plano nutricional 1); B (plano nutricional 2)..... | 75 |
| Figura 3. Gráfico do perfil de ácidos graxos da carne: componente principal 1 (CP 1) x componente principal 2 (CP 2); A (plano nutricional 1); B (plano nutricional 2)..... | 77 |
| Figura 4. Gráfico da avaliação econômica: componente principal 1 (CP 1) x componente principal 2 (CP 2); A (plano nutricional 1); B (plano nutricional 2) | 80 |

LISTA DE TABELAS

| CAPÍTULO I | Página |
|---|---------------|
| Tabela 1. Composição em g.kg ⁻¹ dos suplementos com base na matéria natural | 32 |
| Tabela 2. Perfil de ácidos graxos da dieta total | 35 |
| Tabela 3. Características da carcaça de novilhos mestiços suplementados em pastagem de <i>Brachiaria</i> (<i>Syn. Uruchloa</i>) <i>brizantha</i> cv. Marandu..... | 41 |
| Tabela 4. Parâmetros físico-químicos do músculo <i>Longissimus lomborum</i> de novilhos mestiços suplementados em pastagem de <i>Brachiaria</i> (<i>Syn. Uruchloa</i>) <i>brizantha</i> cv. Marandu | 43 |
| Tabela 5. Composição centesimal do músculo <i>Longissimus lomborum</i> de novilhos mestiços suplementados em pastagem de <i>Brachiaria</i> (<i>Syn. Uruchloa</i>) <i>brizantha</i> cv. Marandu | 45 |
| Tabela 6. Perfil de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus lomborum</i> de novilhos mestiços suplementados em pastagem de <i>Brachiaria</i> (<i>Syn. Uruchloa</i>) <i>brizantha</i> cv. Marandu | 47 |
| Tabela 7. Proporção (%) de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poli-insaturados (AGPI), ácidos graxos n-6, ácidos graxos n-3, relação AGPI:AGS e n-6:n-3 do músculo <i>Longissimus lomborum</i> de novilhos mestiços suplementados em pastagem de <i>Brachiaria</i> (<i>Syn. Uruchloa</i>) <i>brizantha</i> cv. Marandu | 49 |
| | |
| CAPÍTULO 2 | Página |
| Tabela 1. Resultados da análise de componentes principais para os primeiros dois componentes principais das variáveis de consumo e digestibilidade | 71 |
| Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson para variáveis de consumo e digestibilidade | 71 |
| Tabela 3. Resultados da análise de componentes principais para os primeiros quatro componentes principais das variáveis quantitativas e qualitativas da carcaça | 73 |

| | |
|---|----|
| Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson para variáveis quantitativas e qualitativas da carcaça | 74 |
| Tabela 5. Resultados da análise de componentes principais para os primeiros dois componentes principais do perfil de ácidos graxos da carne | 76 |
| Tabela 6. Coeficientes de correlação de Pearson para perfil de ácidos graxos da carne... | 77 |
| Tabela 7. Resultados da análise de componentes principais para os primeiros dois componentes principais das variáveis de avaliação econômica | 78 |
| Tabela 8. Coeficientes de correlação de Pearson para variáveis econômicas | 79 |

RESUMO GERAL

Pimentel, Leidiane Reis. **Estratégias de suplementação para produção de novilhos precoces em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizantha* cv. Marandu.** Itapetinga, BA: UESB, 2018. 83p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se avaliar as características da carcaça, parâmetros físico-químicos, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lomborum* de novilhos mestiços mantidos em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizantha* cv. Marandu, submetidos a dois planos nutricionais, durante as fases de recria e terminação, bem como o efeito dos planos nutricionais sobre as variáveis de consumo, digestibilidade, e as características da carcaça e da carne, através da análise de componentes principais. Foram utilizados 22 novilhos mestiços não castrados, com peso inicial médio $209,09 \pm 8,18$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, plano nutricional 1 (mistura mineral *ad libitum* nas estações chuvosas 1 e 2 e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg^{-1} do Peso corporal (PC) na estação seca) e plano nutricional 2 (suplemento nitrogenado/energético de 2 g.kg^{-1} PC nas estações chuvosa 1 e na seca, e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg^{-1} PC na estação chuvosa 2). Para a análise de componentes principais foram utilizados quatro conjuntos de dados com n medidas (variáveis) realizadas sobre m amostras, sendo as variáveis de consumo e digestibilidade, características da carcaça e da carne, perfil de ácidos graxos da carne e avaliação econômica para os conjuntos A1, A2, A3 e A4, respectivamente. Foi observado diferença entre os planos nutricionais apenas para área de olho de lombo corrigida para 100 kg de peso de carcaça quente, as características de peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo e ratio, não foram influenciados. Os parâmetros físico-químicos, a perda de peso por cocção, capacidade de retenção de água, pH e coloração L*, a* e b* do *Longissimus* não foram influenciados pelos planos nutricionais, apenas a força de cisalhamento foi maior para o plano nutricional 1. Não houve efeito nos valores de umidade, proteína bruta, matéria mineral, lipídeos totais e colesterol do *Longissimus*. O perfil de ácidos graxos, bem como os conteúdos de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poli-insaturados, n-6, n-3 e as razões poli-insaturados:saturados e n6:n3 não foram influenciados pela suplementação. Os resultados indicaram que a técnica de componentes principais foi eficiente na formação de agrupamentos. Quanto às variáveis de consumo e digestibilidade, todas apresentaram alta correlação com o componente principal 1 (CP), sendo considerado como um descritor global. Para as características da carcaça e da carne, pode-se destacar o pH, força de cisalhamento e colesterol correlação alta com o CP 1. Para os ácidos graxos não foi observado um padrão de agrupamento por tratamento (A e B). E para as variáveis econômicas, as variáveis de rentabilidade tiveram uma alta correlação com o CP 1 e as variáveis de renda com o CP 2. Planos nutricionais de recria e terminação com baixos níveis de suplementação proteica-energética não promove alterações nas características da carcaça, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lomborum*, apenas a força de cisalhamento foi alterada, sendo maior para o plano nutricional 1. Dessa forma, o plano nutricional 1 é a suplementação mais indicada para ser utilizada nas fases de recria e terminação para bovinos mestiços. A análise de componentes principais possibilitou explicar as variáveis utilizando um conjunto substancialmente menor contendo a maior

parte da informação do conjunto original, obtendo síntese de informações, o que não é possível com a análise univariada.

Palavras-chave: colesterol, componentes principais, conjuntos, parâmetros físico-químicos.

* Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB e Co-orientador: Robério Rodrigues Silva Dr. UESB.

GENERAL ABSTRACT

Pimentel, Leidiane Reis. **Supplementation strategies for the production of early steers in *Brachiaria brizantha* (Syn. *Uruchloa*) cv. Marandu.** Itapetinga, BA: UESB, 2018. 83p. Thesis. (PhD in Animal Science, Concentration Area in Ruminant Production).*

The objective of this study was to evaluate the carcass characteristics, physicochemical parameters, centesimal composition and fatty acid profile of the *Longissimus lomborum* muscle of crossbred steers kept in pasture *Brachiaria* (Syn. *Uruchloa*) *brizantha* cv. Marandu submitted to two nutritional plans, during the rearing and finishing phases and the effect of the nutritional plans on the variables of consumption, digestibility, and the characteristics of the carcass and meat, through the analysis of principal components. Twenty-two uncastrated crossbred steers with a mean initial weight of 209.09 ± 8.18 kg were used in a completely randomized design with two treatments, nutritional plan 1 (mineral mixture ad libitum in rainy seasons 1 and 2 and nitrogen/energy supplement in the amount of 1 g.kg⁻¹ of the body weight (BW) in the dry season) and nutritional plan 2 (nitrogen/energy supplement of 2 g.kg⁻¹ BW in rainy season 1 and in the dry season, and nitrogen/energy supplement in quantity of 1 g.kg⁻¹ BW in the rainy season 2). For the analysis of main components, four data sets were used with n measures (variables) performed on m samples, being the variables of consumption and digestibility, carcass and meat characteristics, meat fatty acid profile and economic evaluation for the groups A1, A2, A3 and A4, respectively. It was observed difference between nutritional plans only for corrected loin eye area for 100 kg of warm carcass weight, the characteristics of warm carcass weight, carcass yield, subcutaneous fat thickness, loin eye area and ratio, did not were influenced. The physicochemical parameters, weight loss per cooking, water retention capacity, pH and L*, a* and b* staining of the *Longissimus* were not influenced by the nutritional plans, only the shear force was higher for the nutritional plane 1. There was no effect on the values of moisture, crude protein, mineral matter, total lipids and cholesterol *Longissimus*. The fatty acid profile as well as the saturated, monounsaturated, polyunsaturated, n-6, n-3 fatty acids content and the polyunsaturated:saturated and n6:n3 ratios were not influenced by supplementation. The results indicated that the major component technique was efficient in forming clusters. Regarding the variables of consumption and digestibility, all presented a high correlation with the principal component 1 (CP), being considered as a global descriptor. For the characteristics of the carcass and meat, the pH, shear force and cholesterol high correlation with the CP 1 can be highlighted. For the fatty acids a treatment grouping pattern (A and B) was not observed. And for the economic variables, the profitability variables had a high correlation with CP 1 and income variables with CP 2. Nutritional plans for rearing and finishing with low levels of protein-energy supplementation do not promote changes in the carcass characteristics, centesimal composition and fatty acid profile of the *Longissimus lomborum* muscle, only the shear force was altered, being higher for the nutritional plane 1. Thus, nutritional plan 1 is the most appropriate supplement to be used in the rearing and finishing phases for crossbred cattle. The analysis of principal components made it possible to explain the variables using a substantially smaller set

containing most of the information of the original set, obtaining synthesis of information, which is not possible with the univariate analysis.

Key words: cholesterol, main componentes, group, physicochemical parameters.

* Adviser: Fabiano Ferreira da Silva, Dr. UESB e Co-adviser: Robério Rodrigues Silva Dr. UESB.

I – INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil se destaca entre os maiores produtores de carne, com maior rebanho comercial bovino do mundo e segundo maior exportador (USDA, 2015). Considerando a extensão territorial e as condições climáticas, as expectativas de crescimento do setor é favorável. No entanto, para continuar ganhando mercado, é necessário garantir a manutenção da condição sanitária, um padrão de qualidade da carne, o volume e regularidade de fornecimento, aliado a padronização de matérias-primas.

A pecuária de corte brasileira sofre influência de diferentes fatores dentro do sistema de produção, como o animal, fatores climáticos, ambiente, suplementos, dentre outros, que podem influenciar na geração do produto final. Em adição, tem sido pressionada a intensificar para alcançar maior produtividade, com a necessidade de reduzir a idade ao abate, de aumentar os índices reprodutivos e aumentar a produção por área, o que implica na necessidade de maior uso de alimentos concentrados e de pastagens bem manejadas ao longo do ano.

Animais em pastejo estão sujeitos a alterações tanto na quantidade, como na qualidade das forragens consumidas. As gramíneas tropicais, durante a estação seca do ano, apresentam declínio na qualidade nutricional, com incremento na lignificação da parede celular e, principalmente, o baixo teor de proteína bruta. Em contrapartida, durante o período chuvoso, as forrageiras tropicais, exibem alto crescimento e a forragem produzida possui valor nutritivo superior àqueles observados durante a época seca.

A intensificação da produção em pasto, visando o aumento do ganho de peso animal e redução na idade ao abate, faz uso do manejo do pasto e da suplementação da dieta, proporcionando maior eficiência no ganho de peso. A suplementação múltipla com nutrientes limitantes, aliada às práticas de manejo do pastejo, consiste em uma opção interessante e permite melhores desempenhos propiciando a intensificação do sistema de produção de carne em pasto com efeitos positivos, como a redução do ciclo de produção, melhoria do desempenho reprodutivo de fêmeas (Pilau & Lobato, 2009), aumento na taxa de lotação das pastagens e produção de carne de qualidade.

Outro fator que deve ser considerado são os parâmetros de qualidade de carne. Essas podem ser afetadas por diferentes fatores, dentre eles, destaca-se a nutrição. Adicionalmente, a qualidade da carne está associada com algumas características que

devem ser favoráveis para comercialização e que afetam a escolha do consumidor no momento da compra, como cor, luminosidade, maciez e tempo de prateleira. Além disso, os perfis de ácidos graxos da carne merecem destaque na avaliação da qualidade da carne, por apresentarem ácidos graxos poli-insaturados em níveis satisfatórios importantes para a saúde humana.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1 Suplementação

O sistema de produção de bovinos de corte no Brasil sob pastejo constitui a forma de criação mais prática do país em função da extensão territorial e clima favorável ao desenvolvimento de gramíneas tropicais, porém, nesse tipo de sistema, a estacionalidade da produção e qualidade da forrageira resulta no aumento da idade ao abate (Euclides et al., 2005). Por essa razão, faz-se necessária a intensificação da produção da pastagem, com o objetivo de aumentar o ganho de peso animal em menor tempo. Técnicas de manejo de pasto como ajustes na pressão de pastejo, mensuração da massa de forragem, altura de pastejo, avaliação da massa de folhas, diferimento, bem como adubação e suplementação da dieta do animal em pasto tornam-se ferramentas importantes para a diminuição da idade ao abate no sistema de pastejo.

A suplementação a pasto para produção de animais mais jovens ao abate é fundamental para comercialização de carne de qualidade. A suplementação aumenta o aporte de energia ao animal e a taxa de ganho de peso, que pode aumentar a deposição de tecido muscular e adiposo (Baroni et al., 2010; Machado et al., 2012), de forma a produzir carcaças jovens com carne macia e adequado acabamento.

Uma estratégia adequada de suplementação seria maximizar o uso de forragem por meio da otimização da digestão, incremento da taxa de passagem dos resíduos indigestíveis e aumento do consumo. Portanto, a meta de um programa de suplementação para animais em pastejo é satisfazer as exigências dos animais por meio de uma ação interativa e associativa entre a forragem basal e as fontes suplementares, potencializando os efeitos associativos positivos (sinergismo) e minimizando as interações negativas, de modo a aumentar o consumo e otimizar a utilização (digestão e metabolismo) da forragem básica (o pasto) e não o atendimento direto das exigências dos animais via suplemento (Paulino et al., 1995).

No planejamento da suplementação é preciso considerar as exigências da categoria animal, época do ano, tipos de suplementos (energético, proteico ou proteico-energético) e os efeitos do ganho compensatório nas exigências nutricionais e aproveitamento da dieta. O manejo adequado das pastagens associado à suplementação no cocho deverá ter como objetivo proporcionar aumento do desempenho para garantir

que o peso corporal do animal sempre seja superior ao observado no período anterior (Menezes, 2015).

Paralelamente, o manejo do pasto e a suplementação da dieta proporcionam maior eficiência no consumo de forragem. Essas alternativas vêm apresentando resultados adequados na elevação dos ganhos por animal e por área. Estudos conduzidos por Moretti et al. (2011), mostraram que a suplementação múltipla (mineral, proteica e energética) da dieta na quantidade de 0,3% do peso corporal animal (PC), permitiu ganhos adicionais em relação aos animais recebendo somente mistura mineral, com aumento na deposição de músculo em novilhas mantidas em pastagem de capim Marandu no período das águas. Resultados semelhantes foram observados por Casagrande et al. (2011), em que a suplementação múltipla (0,3% PC) aumentou o ganho médio diário dos animais cuja dieta foi suplementada em relação àqueles que só recebiam mistura mineral.

O tipo de suplementação (mineral, energética, proteica ou proteica-energética) determina respostas distintas sobre o peso corporal final e as características de carcaça. Segundo Baroni et al. (2010), quando avaliaram diferentes níveis e fontes de suplementação de animais Nelore em pasto de capim-Marandu, constataram que o suplemento energético resultou em melhor resposta sobre o ganho de peso do que o proteico quando havia elevada oferta de massa de forragem. Observou-se também que no aumento dos níveis de suplementação houve efeito linear crescente sobre o peso corporal final, ganho médio diário, peso da carcaça, espessura de gordura subcutânea e no rendimento de carcaça.

Em estudo conduzido por Lima et al. (2012) em que testaram diferentes tipos de suplementação (sal mineral com ureia; sal proteinado a 0,2% do PC; sal proteico-energético a 0,3% do PC e sal proteico-energético a 0,5% do PC) em animais Nelore mantidos em pastagem de capim-Piatã no período de transição água-seca, houve uma redução na qualidade da forrageira. No entanto, o aporte do suplemento manteve o consumo e desempenho animal mesmo quando a forrageira não proporcionava um teor de proteína adequado ao funcionamento ruminal. Os autores concluíram que a suplementação com sal proteinado resultou em melhor ganho médio diário GMD (0,761 kg/dia) com resultado econômico positivo na fase de transição água-seca.

Adicionalmente, Porto et al. (2011) sugeriram que a oferta de suplementos em níveis crescentes durante o período da seca, resulta em aumento do desempenho produtivo, contudo a magnitude desse desempenho reduz à medida que se aproxima dos níveis mais altos de oferta de suplemento. A partir desse conceito, os autores sugeriram

que a suplementação para baixo consumo (aproximadamente 0,2% do peso corporal) pode ser fornecida aos tourinhos em fase de recria durante o período da seca para estimular o consumo de pasto, porém a máxima produção microbiana ocorreu com ofertas medianas de suplementos (aproximadamente 0,5% do peso corporal), na qual foram observadas as melhores respostas de desempenho e características nutricionais.

De acordo com as avaliações conduzidas por Silva et al. (2010), em que, utilizaram quatro níveis de suplementação em função do peso corporal (PC) 0%, 0,3%, 0,6% e 0,9%, para novilhas em terminação, observou-se efeito associativo negativo, a partir do nível de 0,3% de suplementação do PC. Conforme os resultados obtidos, os autores relataram que níveis crescentes de suplementação promovem alterações sobre o consumo de fibra e modificam o padrão de sua degradação da mesma. Segundo os autores, ao aumentar a inclusão de concentrado e, conseqüentemente, a densidade energética da dieta, o maior aporte de nutrientes promove melhorias no desempenho animal. Contudo, a ocorrência do efeito associativo negativo pode comprometer a performance biológica, e, conseqüentemente, a econômica. A baixa conversão do suplemento em ganho de peso adicional à forma tradicional de terminação de bovinos a pasto é um dos indicativos da insustentabilidade de sistemas com carga animal moderada e elevados níveis de suplementação.

Estudo realizado por Souza et al. (2012), em que testaram dois tratamentos, utilizando o suplemento mineral e o mineral proteico, em animais Nelore em pasto de capim-Marandu, não observaram diferenças entre as médias de ganho de peso dos animais, em função da alta oferta de massa de forragem. Neste cenário, o tipo de suplementação não teve efeito devido à alta oferta de massa de forragem e baixa taxa de lotação.

Paralelamente a todas essas informações, a frequência de suplementação também pode influenciar a taxa de consumo de matéria seca pelo animal e o ganho de peso. Quando ocorre poucas vezes na semana, a grande quantidade de suplemento ofertado ao animal pode condicionar e reduzir o consumo de matéria seca da pastagem em função do alto consumo momentâneo de suplemento (Morais et al., 2009).

1.1.2 Características da carcaça

Considerando qualidade de carne, o grau de acabamento é o fator mais importante para decidir o momento de abate do animal (Luchiari Filho, 2000), mas de maneira geral os produtores decidem o momento do abate pelo peso corporal.

No estudo de carcaças bovinas, o rendimento de carcaça é geralmente o primeiro índice considerado, expressando a relação porcentual entre o peso da carcaça e o peso do animal vivo. O rendimento de carcaça tem sua grande importância nos dias atuais devido à maior parte da comercialização de bovinos ser feita dessa forma. Porém, muito se fala no abate de carcaças mais leves, relacionando isso a carcaças de melhor qualidade, por serem atribuídas a animais jovens e de carne de melhor qualidade (Oliveira, 2010).

O abate de animais mais velhos resulta em menor rendimento de carcaça e menor qualidade da carne. Entretanto, a redução da idade de abate somente é viável se os novilhos atingirem peso adequado e o grau de acabamento atenda às exigências dos frigoríficos. O peso de abate e o acabamento são influenciados pela pressão comercial dos frigoríficos que exigem animais pesados, privilegiando animais com maturidade mais avançada, no entanto, pode reduzir a maciez da carne (Vaz et al., 2013).

Dentre as características da carcaça, se destacam-se a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea (EGS). A AOL está relacionada à deposição de tecido muscular na carcaça, indicando o potencial genético do indivíduo para musculabilidade, enquanto que a EGS está relacionada à deposição de gordura na carcaça, demonstrando o potencial para precocidade de acabamento da carcaça (Sugisawa et al., 2008), sendo que ambas são medidas entre a 12ª e 13ª costela no músculo *Longissimus*. Segundo Rodrigues et al. (2001) um aumento da AOL, precedido de uma redução na EGS significa maior rendimento de cortes cárneos na carcaça.

De acordo com Van Cleef et al. (2012), a medida da AOL realizada no músculo *Longissimus* é uma medida que reflete a composição cárnea da carcaça, e tem se mostrado diretamente relacionada ao total de músculos na carcaça, auxiliando na avaliação do grau de rendimento corpóreo dos cortes de maior valor comercial.

Uma das características que mais possuem impacto sobre o rendimento de carcaça é a espessura de gordura subcutânea. A EGS é uma característica muito utilizada pelos técnicos para avaliar o acabamento de carcaça dos animais *post mortem*, sendo muito influenciada pela nutrição. Para a empresa frigorífica um bom acabamento de carcaça

permite diminuição na perda de peso por resfriamento e, principalmente, a não ocorrência do processo de encurtamento pelo frio (Restle et al., 1999). Esse processo provoca o encurtamento dos sarcômeros e, conseqüentemente, uma carne com textura mais consistente. Sendo assim, no Brasil, o mínimo de EGS exigido e necessário para que esse processo indesejável não ocorra é de 3 mm e o máximo de 6 mm, pois, a partir deste ponto, o pecuarista passa a ser prejudicado pelo processo de limpeza da carcaça na linha de abate do frigorífico (Luchiari Filho, 2000).

Segundo Moletta et al. (2014), a utilização de bovinos jovens não-castrados proporciona maior produção de carne, resultado do maior peso de abate e, conseqüentemente, maiores pesos de carcaça quente e fria, além de produzir carcaças com maior área de olho de lombo e maior rendimento de músculo.

Em estudo realizado por Domingues et al. (2014), em que avaliaram duas estratégias de suplementação no período seco sobre o desempenho e características da carcaça de novilhos terminados em capim marandu, utilizando dois tratamentos constituídos de sal mineral proteinado e da suplementação com concentrado com 0,5% do peso corporal, e observaram valores para EGS de 3,4 e 4,4, AOL cm² de 66,2 e 69,0, AOL ajustada para 100kg de carcaça (cm²) de 24,9 e 26,8, respectivamente. Machado et al. (2012), utilizando o tratamento apenas com mistura mineral em bovinos de corte em pastejo, observaram AOL (cm²) de 54,00 e EGS (cm) de 1,70.

1.1.3 Características de qualidade da carne

Baseado na tendência em se realizar o pagamento por qualidade de carcaça e de carne, Missio et al. (2010) afirmaram que o peso, o rendimento, o acabamento e a conformação são parâmetros envolvidos na definição do preço pago aos produtores, e as características de cor, maciez, palatabilidade e suculência envolvem a adequação às exigências dos consumidores, possibilitando sua fidelização. Dessa forma, aspectos relativos às características qualitativas da carne e da carcaça assumem papel cada vez mais importante, para agregação de valor ao produto (Mendes et al., 2012).

De acordo com Lomiwes et al. (2014), um desafio constante para a indústria da carne vermelha é a produção de cortes de alto valor com uma qualidade boa e consistente. Três atributos são utilizados pelos consumidores para julgar a qualidade da carne: a

aparência, maciez e sabor, sendo fundamental a conformidade desses atributos para suprir as expectativas e, se houver desvios, pode afetar a comercialização.

A cada dia que passa há uma melhor compreensão de que a qualidade da carne está associada a interação de fatores biológicos do animal vivo e processos bioquímicos que ocorrem no *post mortem*, como a conversão do músculo em carne durante o armazenamento, entretanto as causas das grandes variações ainda não são bem compreendidas (Lomiwes et al., 2014). Segundo Santos et al. (2008), a idade do animal para o abate, o grupo genético e o sistema de alimentação ao qual foi submetido para a terminação são os principais fatores pré-abate determinantes das características sensoriais da carne, como a palatabilidade, suculência e maciez.

As características sensoriais da carne como maciez, suculência, sabor e aroma do produto cozido, podem ser influenciadas por fatores intrínsecos (idade, sexo, raça e pH final do músculo), e por fatores extrínsecos (tecnologias pós-abate, tipo de cozimento e sistema de alimentação), em que a alimentação é considerada um dos fatores de variação de maior importância, exercendo efeito significativo sobre aroma e sabor da carne (Guerrero et al., 2013).

As gorduras são consideradas como um componente importante do sistema de produção de carne, em grande parte porque a eficiência da produção, a precocidade, a cobertura de gordura da carcaça, rendimentos de cortes, textura e suculência da carne estão relacionadas à quantidade e ao local de deposição de gordura (Andrae et al., 2001; Veracini et al., 2013). A qualidade do depósito de gordura é avaliada com base em fatores como a cor gordura, o rendimento culinário, a força de cisalhamento, as características sensoriais e a composição química e perfil de ácidos graxos (Andrade et al., 2014; Domingues et al., 2015).

1.1.3.1 Parâmetros físico-químicos da carne

1.1.3.1.1 Maciez

A maciez pode ser mensurada através de métodos objetivos, com utilização de equipamentos, como o texturômetro, que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne, expressando a maciez (ou dureza) em valores objetivos com unidades conhecidas como kg, kgf ou N (Newton). Quanto maior a força dispensada,

menor é a maciez apresentada pelo corte de carne (Alves et al., 2005), sendo importante considerar que a maciez varia não só entre carcaças, mas também varia entre e dentro dos músculos.

À medida que avança a idade reduz a maciez da carne, pois o nível de metaloproteinases aumenta e gera perda de elasticidade e aumento na rigidez. A composição química da carne varia com a idade, região corporal e o tipo e qualidade da dieta, sendo que os bovinos alcançam a maturidade com 435 dias de idade (Osório et al., 2012), para a maioria das raças.

A conversão do músculo em carne é afetada por tratamentos *ante mortem*, processo de abate e técnicas de armazenamento, resultando em mudanças na qualidade final da carne (Ramos & Gomide, 2007) e fatores *post mortem*. Os fatores *ante mortem* sobre a qualidade da carne são o manejo antes do abate, no qual se recomenda evitar período de jejum muito prolongado (acima de 18 horas), não misturar diferentes categorias animais, transportar os animais nos horários mais frescos, evitar grandes distâncias, e não utilizar choque. Esses atos previnem que problemas qualitativos sejam observados na fase *post mortem* (Luchiari Filho, 2000).

O fenômeno *post mortem* que mais influência na maciez é o *rigor mortis*, também conhecido como rigidez cadavérica, que ocorre após o abate dos animais, quando o músculo torna-se enrijecido. O tempo de estabelecimento do rigor depende das reservas de glicose e o estresse sofrido antes do abate. Para a conversão do músculo em carne, primeiro ocorre o consumo da glicose, depois creatina fosfato, e então a miosina se liga a actina formando o complexo actomiosina, o que torna o músculo rígido. Em seguida, ocorre a queda do pH, pelo processo de glicose anaeróbica, cuja via usa o glicogênio de reserva, o que resulta na produção de ácido láctico. O tempo para atingir o pH final varia conforme a espécie, a velocidade de resfriamento e o nível de atividades antes do abate. Esse fenômeno ocorre principalmente em decorrência da utilização de todo o ATP no músculo e a formação estável da actinmiosina (Luchiari Filho, 2000).

O estresse pré-abate pode influenciar o *post mortem* durante esse processo, as reservas de glicogênio dos músculos do animal podem ser parcialmente ou totalmente utilizadas e, em consequência disso, o *rigor mortis* se dá na primeira hora após o abate (provavelmente antes de ser levada à câmara fria) e então a reserva energética não será suficiente para manter o metabolismo anaeróbio e produzir ácido láctico capaz de fazer baixar o pH a 5,5 nas 24 horas *post mortem*. A carne resultante desse processo terá $\text{pH} > 5,8$, que reduz a desnaturação proteica do músculo e a água fica retida no interior das

fibras musculares, a carne tem cor escura e textura firme e esse tipo de anomalia é chamada de “Dark-cutting beef” (carne bovina de corte escuro) ou DFD (“dark, firm and dried”, ou escura, firme e seca).

Assim, a maciez final da carne será resultante da eficácia com que ocorreu a degradação enzimática para desestruturar as miofibrilas compactadas durante o processo de *rigor mortis*. A eficiência da degradação enzimática depende do tempo de maturação e do nível de compactação das miofibrilas resultante do *rigor mortis*. O comprimento de sarcômero, o conteúdo de tecido conjuntivo e a proteólise das miofibrilas podem explicar grande parte senão toda variação observada na maciez da carne maturada (Koochmarai et al., 2002).

1.1.3.1.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

Para Silva Sobrinho (2001), a capacidade de retenção de água da carne consiste na habilidade de retenção durante a aplicação de força ou tratamento externo. Adicionalmente, Pearce et al. (2011) consideram que as proteínas miofibrilares são os principais ligadores de água na carne, sugerindo que mudanças na capacidade de retenção são causadas pelo espaçamento entre os filamentos.

Segundo Ramos & Gomide (2007), a capacidade de retenção de água (CRA) responde pela impressão inicial e pouco duradoura da suculência das carnes, o teor de gordura, em especial a intramuscular, e pela percepção mais prolongada da suculência.

De acordo com Pardi et al. (2006), as características de cor, textura, consistência, suculência e maciez da carne cozida dependem em parte da capacidade de retenção de água. Outros fatores que podem influenciar a retenção de água no músculo, além do manejo pré e pós abate, são a estrutura das células musculares e seus componentes (permeabilidade da membrana), a quantidade de espaço extracelular no músculo, comprimento do sarcômero e o pH (Lonergan & Lonergan, 2005). A remoção de água de dentro das células durante o congelamento das carnes como é feito comercialmente, de modo geral, aumenta a quantidade de fluido no processo de descongelamento caracterizado pelo gotejamento. Para minimizar este fato e aumentar a CRA, a velocidade de congelamento das carnes deve ser muito rápida (Lawrie, 2005).

Acredita-se que a taxa e quantidade de perda de exsudado na carne fresca é influenciada pelo grau do encolhimento no rigor, idade e permeabilidade da membrana

celular a água, bem como a extensão da desnaturação das proteínas (Kristensen & Purslow, 2001). Existe a hipótese de que o encolhimento das proteínas costâmeras, resultando em encolhimento das miofibrilas do músculo como um todo, levando conseqüentemente ao extravazamento de água. Essa água acumula-se extracelularmente entre os feixes de fibras musculares e em fase posterior entre fibras simples. A partir desses compartimentos, a água é drenada lentamente para a superfície, formando o gotejamento (Kristensen & Purslow, 2001).

Outro fenômeno que ocorre durante desenvolvimento do *rigor mortis* é o acúmulo de ácido láctico que culmina com redução do pH da carne. Uma vez que o pH se aproximou do ponto isoelétrico (pI) das principais proteínas, especialmente miosina (pI=5.4), a carga líquida de proteínas é igual a zero, ou seja, grupos positivos e negativos dentro da proteína são atraídos e resultam na redução da quantidade de água que pode ser atraída e mantida por essas proteínas (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005), sendo o pH, dentre outros fatores, responsável por alterações na capacidade de retenção de água.

1.1.3.1.3. Cor

A cor é o principal fator influenciador na hora da compra pelo consumidor. A cor do músculo é devido à mioglobina (retém o oxigênio nos tecidos) e hemoglobina (carreador de oxigênio na corrente sanguínea). A mudança de cor se deve a exposição ao oxigênio, à luz, queima por frio, cura, defumação e cocção (Luchiari Filho, 2000). Além disso, influi sobre a cor da carne a proporção de gordura, tecido conjuntivo e existência de outros pigmentos como catalase, citocromos, flavinas, vitamina B12 entre outros (Fox, 1987).

Um sistema de mensuração de cor muito utilizado em diversas áreas é o sistema CIE $L^* a^* b^*$. O índice L^* é indicativo de luminosidade, variando de branco ($+L^*$) a preto ($-L^*$), enquanto os índices a^* e b^* são as coordenadas de cromaticidade, sendo a^* o eixo que vai de verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$) e b^* variando de azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$).

Os valores encontrados na literatura para L^* , a^* e b^* em carne bovina, encontram-se nas seguintes faixas de variação: 33,2 a 41,0; 11,1 a 23,6 e 6,1 a 11,3, respectivamente (Muchenje et al., 2009). Rossato et al. (2010) avaliando a cor do músculo *longissimus* de bovinos nelore terminados em pastagem, encontraram médias L^* de 32,26, a^* 19,39 e b^* 4,04.

Segundo Realini et al. (2004), a maior luminosidade encontrada em carnes pode ser decorrência de maior quantidade de gordura intramuscular, pois a gordura apresenta coloração clara. Os principais fatores que interferem na luminosidade da carne são: dieta, idade, atividade física desenvolvida pelos animais em vida, quantidade de pigmentos de cor, quantidade de gordura e pH final (Muchenje et al., 2009).

Em estudo conduzido por Souza et al. (2004), em que avaliaram a influência do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre propriedades físico-químicas da carne de cordeiros, constataram que dentre as características, a luminosidade (L^*) foi influenciada pelo grupo genético e o peso ao abate. Já a característica a^* será maior quanto maior o peso ao abate, devido a uma quantidade superior de pigmentos hêmicos, enquanto, b^* é influenciado pela presença de betacaroteno na gordura.

Segundo King et al. (2010), diferença na estabilidade da cor entre músculos, devido ao processo de maturação *post mortem* pode ser atribuído ao maior consumo de oxigênio nos músculos menos estáveis, devido à presença de enzimas, que competem com a mioglobina pelo oxigênio. Como resultado, há aumento na formação de deoximioglobina, que é mais susceptível à oxidação do que oximioglobina. Adicionalmente, a luminosidade é influenciada pela quantidade de água na superfície do músculo, como consequência da capacidade de retenção de água (Purchas, 1990).

A contribuição do tipo de manejo e do sexo influencia diretamente a qualidade da carne, uma vez a própria coloração do músculo pode ser afetada pelo tipo de terminação. Animais terminados em pastagem apresentam coloração mais escura do que animais confinados, e explica que tal diferença pode ocorrer devido a idades diferentes e quantidade de exercício físico, o que aumenta a quantidade de mioglobina no músculo (Di Marco, 1998; Vaz & Restle, 1998).

1.1.3.2 Composição química da carne

1.1.3.2.1 Composição centesimal

A carne é constituída por água, minerais, proteínas e gorduras e, à medida que a idade animal avança, ocorre um incremento no teor de gordura, redução de água e proteína no corpo. Já em animais jovens, o corpo normalmente é rico em água e proteínas (Santos et al., 2008).

Em termos centesimais, em geral uma carne magra é formada por cerca de 70% de umidade, 20% de proteína, 9% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. Traços de vitaminas são encontrados, especialmente as do complexo B (Olivo & Olivo, 2005).

Os componentes centesimais da carne refletem a variação na composição da carcaça e, assim, é influenciada por fatores genéticos, sexo, idade, condições de manejo, tipo e função do músculo analisado (Gomide et al., 2013). Além disso, as características centesimais estão intrinsecamente relacionadas com seus aspectos sensoriais (Freire et al., 2010).

Rossato et al. (2010), avaliando a composição química do músculo *longissimus* de bovinos nelore terminados em pastagem, encontraram médias para umidade, proteína bruta, lipídeos totais, cinzas e colesterol de 73,67%, 21,50%, 3,17%, 0,95% e 36,99 mg/100g, respectivamente.

1.1.3.2.2 Perfil de ácidos graxos da carne

A maioria dos ácidos graxos que ocorrem nos mamíferos está na configuração *cis*, mas, em ruminantes, a biohidrogenação pode converter alguns dos ácidos na forma *trans*. Os ácidos graxos insaturados são conhecidos por serem quimicamente instáveis. Como resultado, eles são incapazes de passar por membranas bacterianas. Assim, para permitir a degradação dos lipídios no rúmen, os ácidos graxos insaturados são hidrogenados pelas enzimas hidrogenase em um processo conhecido como biohidrogenação (Berg et al., 2006; Nelson et al., 2008). Esse processo também explica por que o perfil de ácidos graxos da carne bovina é mais saturado, mesmo quando o bovino é alimentado com alimentos ricos em gorduras não saturadas (Barletta et al., 2016).

O consumo de carne vermelha e de sua gordura já foi relacionado como precursor de doenças coronárias, diabetes e de câncer, principalmente colo-retal (Lin et al., 2004). No entanto, após vários estudos, essas teorias foram desmitificadas, sendo confirmado que o consumo de carne vermelha de forma moderada, traz benefícios para a saúde humana, principalmente pela presença de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI).

É importante considerar que a carne bovina apresenta quantidades significativas de ácido linoleico conjugado *cis-9 trans-11* (CLA) que possui efeito anti carcinogênico (Bauman & Griinari, 2001), como também promove a inibição de radicais livres,

alteração na composição e no metabolismo do tecido adiposo, imunomodulação, atividade antibacteriana e antidiabéticas.

Apesar da quantidade de CLA ser pequena nos produtos oriundos de ruminantes, 1,7 a 10,8 mg CLA/g de gordura da carne (Mir et al., 2004), o seu efeito é altamente significativo para a nutrição humana (Wood et al., 2008). Além disso, o aumento na concentração dos ácidos graxos insaturados promove melhora na saúde humana, em decorrência da participação desses ácidos graxos em processos metabólicos vitais, como a estrutura de membrana celular e processos imunológicos (Kremmyda et al., 2011; Tvrzicka et al., 2011).

O CLA é produzido no rúmen, durante a biohidrogenação ruminal do ácido linoleico (C18:2 n-6), e nos tecidos, através da desaturação do ácido vacênico (C18:1 trans-11) por meio da ação da enzima $\Delta 9$ -desaturase (Hayashi, 2007),

Durante o processo de biohidrogenação pela ação de microrganismos ruminais, o ácido linoleico (C18:2 n-6) passa inicialmente a rumênico (CLA - C18:2, cis9 trans11), passando depois a ácido vacênico (C18:1, trans11) e, posteriormente, a esteárico (C18:0) (Bauman et al., 2000). Logo, esses ácidos graxos são absorvidos pelos animais e alcançam os tecidos. Pela ação da enzima $\Delta 9$ -desaturase nos tecidos, o ácido esteárico pode ser transformado em ácido oléico (C18:1, cis9) e o ácido vacênico (C18:1, trans-11). Essa rota pode ser afetada pela presença de concentrados na dieta. A presença de concentrados na dieta tende a diminuir o pH ruminal, diminuindo a lipólise e, conseqüentemente, diminuição na extensão da biohidrogenação de ácidos graxos no rúmen.

A produção do ácido linoleico conjugado é maior em animais criados a pasto, mas dificilmente ultrapassa os 20mg/g gordura. Porém, dietas a base de feno e grãos podem ter o valor de CLA ultrapassando esse valor por suplementos contendo ácido linoleico. As dietas ricas em amido proporcionam aumento da insulina plasmática, da lipogênese e da atividade da enzima $\Delta 9$ -desaturase (Sinclair, 2007).

Os ácidos graxos essenciais para os seres humanos são o ácido linoleico (18:2n-6), o precursor das prostaglandinas, e o ácido linolênico (18:3n-3). O ácido araquidônico torna-se essencial se o seu precursor, ácido linoleico, está ausente na dieta. Por ação das enzimas $\Delta 6$ -desaturase e elongase, converte-se em ácido araquidônico (C20:4), que é responsável pela formação de compostos similares aos hormônios denominados prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos e prostaciclina que são importantes na regulação de ampla diversidade de processos fisiológicos (Okeudo; Moss, 2007).

Normalmente, animais terminados a pasto apresentam uma elevada concentração AGPI (Todaro et al., 2004), sendo benéfica à saúde humana. Isso se deve ao alto conteúdo de ácidos graxos ω -3 (C18:3) presente nas forragens, enquanto que uma dieta rica em concentrado apresenta maiores níveis de ácido linoleico (C18:2), precursor da série (n-6) (Ponnampalam et al., 2014). Essas diferenças podem ser atribuídas às modificações bioquímicas ocorridas no rúmen, haja vista que, uma dieta à base de concentrado e com elevada presença de carboidratos de rápida degradação, contribui para um menor tempo de retenção do alimento no rúmen, e um menor tempo de atuação do processo de biohidrogenação sobre os ácidos graxos insaturados (Bessa et al., 2005).

A composição do ômega 3 e 6 é feita a partir da somatória dos ácidos graxos poli-insaturados n-3 ou n-6, entretanto os principais ácidos graxos constituintes são o 18:3n-3 e 18:2n-6, respectivamente (Wood et al., 2008), portanto a carne bovina apresenta níveis significativos de ômega 3 e 6. Entretanto, apesar de serem ácidos graxos benéficos à saúde humana, a relação n-6/n-3 recomendada pela FAO (2010) é que seja entre 4:1 e 5:1, valor médio encontrado na carne de origem nacional.

1.1.4 Análise de Componentes Principais

A análise de componentes principais é uma das técnicas multivariadas mais importantes e utilizadas, uma vez que, dentre outros fatores, constrói a base onde se fundamentam a maioria dos outros métodos multivariados de análise de dados (Lyra et al., 2010).

Um dos objetivos da técnica de componentes principais é a simplificação estrutural dos dados, que consiste na transformação do conjunto original de variáveis em outro conjunto, os componentes principais, de dimensões equivalentes. Isso permite resumir informações contidas no conjunto de variáveis originais, eliminando as informações redundantes existentes em decorrência das correlações entre variáveis. Essa técnica consiste em uma troca de variáveis. Espera-se que os primeiros componentes guardem quase a totalidade das informações das variáveis originais (Pereira & Pereira, 2004).

A análise apresenta uma sequência de quatro passos distintos: coleta de dados para formação da matriz; determinação da matriz de correlação ou matriz de variância-covariância amostral dos dados originais; estimativa dos autovalores e estimativa dos autovetores que permitem encontrar as novas variáveis.

É desejável que as características estudadas possuam a mesma unidade e escala não muito discrepante (Morrison, 1976). Como na maioria das vezes isso não ocorre, recomenda-se utilizar as variáveis reduzidas, ou seja, variáveis padronizadas com média igual a zero e variância igual à unidade. Caso contrário, a variável com maior variância possuirá maior peso na estimação dos componentes, sendo esse peso mais em função das unidades de medida do que da estrutura básica das observações.

A análise de componentes principais pode ser realizada a partir da matriz de variância e covariância ou por meio da matriz de correlação. Para Meyer (2006), os componentes principais de um grupo de k efeitos correlacionados são simplesmente um grupo de k variáveis com as funções lineares dos efeitos não correlacionados entre si, e que conseguem explicar sucessivamente o máximo de variação entre os k efeitos.

O método de análise de componentes principais a partir da matriz de correlação consiste em transformar um conjunto de variáveis Z_1, Z_2, \dots, Z_p em um novo conjunto de variáveis Y_1 (CP1), Y_2 (CP2), \dots, Y_p (CPp) não-correlacionadas entre si e arranjadas em ordem decrescente de variância. A ideia principal desse procedimento é que poucos dos primeiros componentes principais contêm a maior variabilidade dos dados originais. Assim, pode-se racionalmente descartar os demais componentes, reduzindo o número de variáveis.

Com relação ao número adequado de componentes a serem selecionados, existem três métodos a serem utilizados. O primeiro leva em conta a acumulação proporcional do total de variância; o segundo método é baseado na magnitude das variâncias dos componentes principais obtidos da matriz de correlação (Khattree & Naik, 2000); e o terceiro é o método gráfico no qual se deve plotar os autovalores e determinar onde cessam os grandes e iniciam os pequenos. Para Regazzi (2002), uma maneira de se explicar os dados de forma satisfatória seria escolher os primeiros componentes que somam uma porcentagem de variância explicada igual ou superior a 70%.

Para uma melhor utilização da técnica de componentes principais pode ser realizado o descarte de variáveis. As variáveis selecionadas e descartadas devem apresentar correlações significativas entre si, ou seja, as variáveis descartadas devem ser redundantes (ser responsáveis pelo mesmo tipo de correlação já contida nas variáveis selecionadas). Por outro lado, as variáveis selecionadas devem ter baixas correlações entre si. Desse modo, cada variável será responsável por um tipo de informação biológica exclusiva, e a ação conjunta delas será complementar para a descrição geral dos indivíduos ou populações estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALVES, D.D.; GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B. Maciez da Carne Bovina. **Ciência Animal Brasileira**, n.3, v.6, p. 135-149, 2005.

ANDRADE, E. N.; POLIZEL NETO, A.; ROÇA, R. O.; FARIA, M. H.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R.; PINHEIRO, R. S. B. Beef quality of young Angus × Nelore cattle supplemented with rumen-protected lipids during rearing and fattening periods. **Meat Science**, v.98, p.591-598, 2014.

ANDRAE, J. G.; DUCKETT, S. K.; HUNT, C. W.; PRITCHARD, G. T.; OWENS, F. N. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal Animal Science**, v.79, p.582-588, 2001.

BARLETTA, R. V.; GANDRA, J. R.; BETTERO, V. P.; ARAÚJOA, C. E.; VALLE, T. A. D.; ALMEIDA, G. F.; RENNÓ, F. P. Ruminal biohydrogenation and abomasal flow of fatty acids in lactating cows: Oilseed provides ruminal protection for fatty acids. **Animal Feed Science and Technology**, n.219, p.111-121, 2016.

BARONI, C.E.S.; LANA, R.P.; MANCIO, A.B.; QUEIROZ, A.C.; SVERZUT, C.B.; MENDONÇA, B.P.C. Desempenho de novilhos suplementados e terminados em pasto, na seca, e avaliação do pasto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.373-381, 2010.

BAUMAN, D. E; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A.; GRIINARI, D. J. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.77, n.E-Suppl, p.1-15, 2000.

BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science.**, v.70, p.15-29, 2001.

BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J.D.; CANESIN, R.C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13, n.4, p.954-968, 2012.

BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Biochemistry** New York, NY: W.H. Freeman and Company, 6th ed., p. 1026, 2006.

BERG, R. T.; BUTERFIELD, R. M. **Nuevos conceptos sobre el esarollo del ganado vacuno**. Zaragoza: Acríbia, 1979. 297 p.

BESSA, R. J. B.; PORTUGAL, P. V.; MENDES, I. A.; SANTOSSILVA, J. Effect of lipid supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs fed dehydrated Lucerne or concentrate. **Livestock Production Science**, n. 96, p. 185–194, 2005

CAVALI, J. **Efeitos de idade e suplementação proteica sobre características de carcaça e qualidade de carne de bovinos criados em pasto**. 2010. 109p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2010.

CORREIA, P.S. **Estratégias de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas**. 2006. 333p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.D.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R. F.D.; CECON, P.R.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.1, p.268-279, 2005.

DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v.162, p.141-153, 2014a.

DI MARCO, O.N. **Crecimiento y respuesta animal**. Balcarce: AAPA, 1998. 246p.

DOMINGUES, M. S.; LUPATINI, G. C.; ANDRIGHETTO, C.; ARAÚJO, L. C. A. D.; CARDASSI, M. R.; POLLI, D.; SANTOS, J. A. A. D. Performance and carcass traits of steers submitted to supplementation in the dry season. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 4, p. 1052-1060, 2014.

DOMINGUES, J. L.; NUÑEZ, A. J. C.; GOMES, R. C.; VALINOTE, A. C.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A. S. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Effect of high oil corn in the diets of Nellore steers on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and longissimus muscle fatty acid profile. **Livestock Science**, v.174, p.31-38, 2015.

EUCLIDES, V. P. B.; MEDEIROS, S. R. de. Suplementação animal em pastagens e seu impacto na utilização da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22., 2005, **Anais...**Piracicaba. Teoria e prática da produção animal em pastagens: anais. Piracicaba: Fealq, 2005. p.33-70.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B. Desenvolvimento recente da pecuária de corte brasileira e suas perspectivas. In: Pires, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, v.1, p.760, 2010.

FAO. Fats and fatty acids in human nutrition Report of an expert consultation. **FAO food and nutrition paper**, v.91, p.180, 2010.

FERNANDES, L.D.O., REIS, R.A.; PAES, J.M.V. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, p. 240-248, 2010.

FREIRE, M.T.A.; NAKAO, M.Y.; GUERRA, C.C.; CARRER, C.C.; SOUZA, S.C.; TRINDADE, M.A. Determinação de parâmetros físico-químicos e de aceitação sensorial da carne de cordeiros proveniente de diferentes tipos raciais. **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.3, p.481-486, 2010.

FOX, J. B. **The pigments of meat**. Science of Meat Products, p.139-216, 1987.

GOMIDE, L.A.M.; RAMOS, E.M.; FONTES, P.R. **Ciência e Qualidade da Carne - Série Didática - Fundamentos**. Viçosa: UFV, 2013. 197p.

GUERRERO, A., VALERO, M. V., CAMPO, M. M.; SAÑUDO, C. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.35, p.335-347, 2013.

HUFF-LONERGAN E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, v.71, n.1, p.194-204, 2005.

KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. Cary: SAS Institute Inc., 2000. 574p.

KING, D.A.; SHACKEKFORD, S.D.; KUEHN, L.A.; KEMP, C.M.; RODRIGUEZ, A.B.; THALLMAN, R.M.; WHEELER, T.L. Contribution of genetic influences to animal-to-animal variation in myoglobin content and beef lean color stability. **Journal of Animal Science**, v.88, n.3, p.1160-1167, 2010.

KOOHMARAIE, M.; KENT, M.P.; SHACKELFORD, S.D.; VEISETH, E.; WHEELER, T.L. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, v.62, n.3, p.345-352, 2002.

KRISTENSEN, L.; PURSLOW., P.P. The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins. **Meat Science**, v.58, n.1, p.17-23, 2001.

KREMMYDA, L.S.; TVRZICKA, E.; STANKOVA, B.; ZAK, A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease: a review. part 2: fatty acid physiological roles and applications in human health and disease. **Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký Olomouc**, Czechoslovakia Republic, v. 155, n. 3, p. 195-218, 2011.

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

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; SOUZA, M.A.; OLIVEIRA, F.A. Consumo, digestibilidade e dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.61, p.635-647, 2009a.

LIMA, J.M.P.; RODRÍGUEZ, N.M.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; GRAÇA, D. S.; SALIBA, E. O. Suplementação de novilhos Nelore sob pastejo, no período de transição águas-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.4, p.943-952, 2012.

LIN, J.; ZHANG, S.M.; COOK, N.R.; REXRODE, K.M.; LEE, I.M.; BURING, J.E. Body mass index and risk of colorectal cancer in women (United States). **Cancer Causes & Control**, v. 15, n. 6, p. 581-589, 2004.

LOMIWES, D.; FAROUK, M.M.; WIKLUND, E.; YOUNG, O.A. Small heat shock proteins and their role in meat tenderness: A review. **Meat Science**, Barking, v.6, n.1, p.26-40, 2014.

LONERGAN, E. H.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, Barking, v.71. p.194-204, 2005.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1 ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

LYRA, W. S.; DA SILVA, E. C.; DE ARAÚJO, M. C. U.; FRAGOSO, W. D.; VERAS, G. Classificação periódica: um exemplo didático para ensinar análise de componentes principais. **Química Nova**, v. 33, n. 7, p. 1594-1597, 2010.

MACHADO, P.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M. F.; PAULINO, P. V. R.; MARCONDES, M. I. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.683-692, 2012.

MENDES, G. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; RUAS, J. R. M.; SILVA, F.V.; CALDEIRA, L. A.; PEREIRA, M. E. G.; PIRES, D. A. A. Características de carcaça e qualidade da carne de novilhas alimentadas com silagem de capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 12, p. 1774-1781, 2012.

MENEZES, L.F.G.; ALVES FILHO, L.B.D.C.; PAZDIORA, R.D. Características da carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos, terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1141-1147, 2005.

MENEZES, B.B. **Produção de carne bovina a pasto e diferentes estratégias de suplementação**. 2015. 56f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.

MENEZES, L. F. G.; SEGABINAZZI, L. R.; FREITAS, L. S.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; CALLEGARO, A. M.; JONER, G.; FILHO, D. C. A. Aspectos qualitativos da carcaça e carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados em pastagem tropical, recebendo diferentes níveis de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1557-1568, 2014.

MEYER, K. WOMBAT: a tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML), **Journal of Zhejiang University Science**, v. 8, p. 815-21, 2006.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; SEGABINAZZI, L. R. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1610-1617, 2010.

MIR, P.S.; McALLISTER, T.A.; SCOTT, S.; AALHUS, J.; BARON, V.; MCCARTNEY, D.; MIR, Z. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. **The American journal of clinical nutrition**, v. 79, n. 6, p. 1207-1211, 2004.

MOLETTA, J. L.; PRADO, I. N.; FUGITA, C. A.; EIRAS, C. E.; CARVALHO, C. B.; PEROTTO, D. Características da carcaça e da carne de bovinos não-castrados ou castrados terminados em confinamento e alimentados com três níveis de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.2, 2014.

MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; QUEIROZ, M.F.S.; KELI, A.; REIS, R. A.; SOUZA, S.F.D. Influência de frequência de suplementação no consumo, na digestibilidade e na fermentação ruminal em novilhos de corte mantidos em pastagem de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1824-1834, 2009.

MORETTI, M. H. **Recria de machos Nelore em pastagem de capim-Marandu com suplementação de baixo consumo**. 2011. 45f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Jaboticabal, 2011.

MORRISON, D.F. **Multivariate statistical method**. McGraw - Hill Book Co., 415 p., 1976.

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**, Barking, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009.

NELSON, D. L.; COX, M.; LEHNINGER, M. **Principles of biochemistry**. New York, W. H. Freeman and Company, 6th ed., p. 1158, 2008.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**, v.1, 2^oed. Goiânia, UFG, 624p. 2006.

PAULINO, M.F.; RUAS, J.R.M.; ARRUDA, M.LR.; FURTADO, M. A.; FREITAS, R. T. F. D. Diferentes fontes de energia em suplementos múltiplos sobre o desenvolvimento de novilhas mestiças em pastagens. REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 32, Brasília, DF, **Anais...**, Brasília, p.252-254, 1995.

PEARCE, K. L.; ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J; HOPKINS, D. L. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and

the impacts on fresh meat quality attributes - A review. **Meat Science**, v.89, p.111-124, 2011.

PEREIRA, E. B. B.; PEREIRA, M. B. Um critério para o descarte de variáveis na análise de componentes principais. **Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas e da Terra**. v.23, n.1-2, p.1-7, 2004.

PONNAMPALAM, E. N.; BUTLER, K. L.; JACOB, R. H.; PETHICK, D. W.; BALL, A. J.; EDWARDS, J. E. H.; HOPKINS, D. L. Health beneficial long chain omega-3 fatty acid levels in Australian lamb managed under extensive finishing systems. **Meat Science**, v. 96, n. 2, p. 1104-1110, 2014.

PORTO, M. O.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. D. C.; SALES, M. F. L.; CAVALI, J.; ACEDO, T. S. Ofertas de suplementos múltiplos para tourinhos Nelore na fase de recria em pastagens durante o período da seca: desempenho produtivo e características nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2548-2557, 2011.

PILAU, A.; LOBATO, J.F.P. Suplementação energética pré-acasalamento aos 13/15 meses de idade para novilhas de corte: desenvolvimento e desempenho reprodutivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2482-2489, 2009.

PURCHAS, R. W. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. **Meat Science**, v.27, n.2, p.120-140, 1990.

OKEUDO, N. J.; MOSS, B. W. Intramuscular lipid and fatty acid profile of sheep comprising four sex-types and seven slaughter weights produced following commercial procedure. **Meat Science**, n. 76, p. 195-200, 2007.

OLIVEIRA, D. M. **Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos zebuínos recebendo diferentes grãos de oleaginosas**. 2010. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2010.

OLIVO, R. OLIVO, N. **O mundo das Carnes**. Criciúma: Ed. do Autor, 2005, 214p.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; VARGAS JUNIOR, F.M.; FERNANDES, A.R.M.; SENO, L. de O., ALMEIDA RICARDO, H. de; ROSSINI, F. C; ORRICO JUNIOR, M. A. P. Critérios para abate do animal e a qualidade da carne. **Revista Agrarian**, v.5, n.18, p.433-443, 2012.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação na qualidade de carnes – Fundamentos e Metodologias**. 1.ed. Viçosa: UFV, 599p, 2007.

REALINI, C. E.; FONT I FURNOLS, M.; SAÑUDO, C.; MONTOSI, F.; OLIVER, M. A.; GUERRERO L. Spanish, French and British consumers' acceptability of Uruguayan beef, and consumers' beef choice associated with country of origin, finishing diet and meat price. **Meat Science**, v.95, p. 14-21, 2013.

REGAZZI, A.J. **Análise multivariada, notas de aula INF 766**, Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa, v.2, 2000.

RESTLE, J., DA SILVEIRA KEPLIN, L. A., VAZ, F. N.; MÜLLER, L. Qualidade da carne de novilhos Charolês confinados e abatidos com diferentes pesos. **Ciência Rural**, v. 26, n. 3, p. 463-466, 1996.

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

RODRIGUES, V.C.; ANDRADE, I.D.; SOUSA, J.D.; NETO, A.I.; RODRIGUES, V.D. N. Avaliação da composição corporal de bubalinos e bovinos através do ultrassom. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1174-1184, 2001.

ROSSATO, L. V.; BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, E. C.; GAMA, L. T.; BESSA, R. J. B.; ALVES, S. P. A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1127-1134, 2010.

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-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.22, p.1718-1734, 2009.

SANTOS, A. P.; BARCELLOS, J.O.J.; KUSS, F.; LÓPEZ, J.; CHRISTOFARI, L.F.; REINHER, C. Revisão: Qualidade da carne de vaca de descarte. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.11, n.1, p. 3545, 2008.

SANTOS, C. L.; PÉREZ, J. R. O.; CRUZ, C. A. C.; MUNIZ, J. A.; SANTOS, I. P. A.; ALMEIDA, T. R. V. Análise centesimal dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p.51-59, 2008.

SILVA, R. R.; PRADO, I. N. D.; CARVALHO, G. G. P. D.; SILVA, F. F.; SANTANA JÚNIOR, H. A. D.; SOUZA, D. R.; PAIXÃO, M. L. Novilhos nelore suplementados em pastagens: consumo, desempenho e digestibilidade. **Archivos de zootecnia**, v.59, n.228, p.549-560, 2010.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Criação de ovinos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2001. 302p.

SILVEIRA, M. F.; BRONDANI, I. L.; ARBOITTE, M. Z.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; PIZZUTI, L. A. D.; LUZ, T. R. R.; RETORE, M. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos Charolês e Nelore que receberam diferentes proporções de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 2, p. 467-474, 2009.

SINCLAIR, L. A. Nutritional manipulation of the fatty acid composition of sheep meat: a review. **Journal of Agricultural Science**, n. 145, p. 419-434, 2007.

SOUZA, V. L. F.; AYER, I. M.; GASPARINO, E.; CARDOZO, R. M.; BARBOSA, M. J. B.; CARMO SADDI, L. G. Cruzamento industrial sobre as características de carcaça

e da carne de novilhas precoces. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 447-453, 2010.

SOUZA, D.R.; SILVA, F.F.; ROCHA NETO, A.L.; SILVA, V.L., DIAS, D.L.S., SOUZA, D. D. D.; PONDÉ, W.P.S.T.S. Suplementação proteica a pasto sob o consumo, digestibilidade e desempenho na terminação de novilhos Nelore na época das águas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.1121-1132, 2012.

SOUZA, X.R.; BRESSAN, M.C.; PÉREZ, J.R.O.; FARIA, P. B., VIEIRA, J. O.; KABEYA, D. M. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p.543-549, 2004.

SUGUISAWA, L.; VARGAS JUNIOR, F.M.; MARQUES, A.C. W. et al. Desenvolvimento da área de olho-de-lombo e espessura de gordura subcutânea por ultrasonografia em ovinos confinados. In: CONGRESSO ZOOTEC 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, PB – UFPB/ABZ, 2008.

TODARO, M.; CORRAO, A.; ALICATA, M.L.; SCHINELLI, R.; GIACCONE, P.; PRIOLO, A. Effects of litter size and sex on meat quality traits of kid meat. **Small Ruminant Research**, n. 54, p. 191-196, 2004.

TVRZICKA, E.; KREMMYDA, L.S.; STANKOVA, B.; ZAK, A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease -a review. Part 1: classification, dietary sources and biological functions. **Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký Olomouc**, Czechoslovakia Republic, v. 155, n. 2, p. 117-30, 2011.

USDA – **DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS**. Números e exportações, 2015. Disponível em:<<http://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/cattle-beef.aspx>>. Acesso em 20/09/2017.

VAN CLEEF, E.H.C.B., EZEQUIEL, J.M.B., GONÇALVES, J.S., FONTES, N.A., OLIVEIRA, P.S.N., STIAQUE, M.G. Fontes energéticas associadas ao farelo de girassol ou à ureia em dietas para novilhos. **Archivos de zootecnia**, v. 61, n. 235, p. 415-423. 2012.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Produção de carne com qualidade. In: RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L. et al. (Eds.) **Produção intensiva com qualidade em bovinos de corte**, Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1998. p.104-119.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PÁDUA, J. T.; FONSECA, C. A.; PACHECO, P. S. Características de carcaça e receita industrial com cortes primários da carcaça de machos nelore abatidos com diferentes pesos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 199-207, 2013.

VERACINI, J. L.; WALKER, P. M.; FAULKNER, M. J.; HALL, R. E.; ATKINSON, R. L.; WIEGAND, B. R. Effects of high fat, modified wet, corn distiller's grains plus solubles on beef steer performance and carcass characteristics. **Livestock Science**, v.157, p.151-161, 2013.

WHEELER TL, KOOHARAIE M, SHACKELFORD SD. Standardized Warner-Bratzler Shear Force procedures for meat tenderness measurement. **In:** Proc. Recip. Meat Conf. n.50, p.68-77, 1995.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NULE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 343-58, 2008.

II – OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de níveis de suplementação sobre as características de carcaça e da carne de novilhos mestiços mantidos em pastagem de *Brachiaria* (*Syn. Uruchloa*) *brizantha* cv. Marandu durante as estações chuvosas e seca do ano.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar as características da carcaça, parâmetros físico-químicos, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lomborum* de novilhos mestiços mantidos em pastagem de *Brachiaria* (*Syn. Uruchloa*) *brizantha* cv. Marandu, submetidos a dois planos nutricionais, durante as fases de recria e terminação.
- Avaliar o efeito de planos nutricionais sobre as variáveis de consumo, digestibilidade, avaliação econômica, características da carcaça, parâmetros físico-químicos, composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne de novilhos mestiços mantidos em pastagem de *Brachiaria* (*Syn. Uruchloa*) *brizantha* cv. Marandu, através da análise de componentes principais.

III - CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E DA CARNE DE NOVILHOS MESTIÇOS MANTIDOS EM PASTO COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO

RESUMO - Objetivou-se avaliar as características da carcaça, parâmetros físico-químicos, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lomborum* de novilhos mestiços mantidos em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruçloa) brizantha* cv. Marandu, submetidos a dois planos nutricionais, durante as fases de recria e terminação. Foram utilizados 22 novilhos mestiços não castrados, com peso inicial médio $209,09 \pm 8,18$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, plano nutricional 1 (mistura mineral *ad libitum* nas estações chuvosas 1 e 2 e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg^{-1} do Peso corporal (PC) na estação seca) e plano nutricional 2 (suplemento nitrogenado/energético de 2 g.kg^{-1} PC nas estações chuvosa 1 e na seca, e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg^{-1} PC na estação chuvosa 2). Foi observado diferença entre os planos nutricionais apenas para área de olho de lombo, corrigida para 100 kg de peso de carcaça quente. As características de peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo e ratio, não foram influenciados. Os parâmetros físico-químicos, a perda de peso por cocção, capacidade de retenção de água, pH e coloração L^* , a^* e b^* do *Longissimus* não foram influenciados pelos planos nutricionais, apenas a força de cisalhamento foi maior para o plano nutricional 1. Não houve efeito nos valores de umidade, proteína bruta, matéria mineral, lipídeos totais e colesterol do *Longissimus*. O perfil de ácidos graxos, bem como os conteúdos de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poli-insaturados, n-6, n-3 e as razões poli-insaturados:saturados e n6:n3 não foram influenciados pela suplementação. Planos nutricionais de recria e terminação com baixos níveis de suplementação proteica-energética não promove alterações nas características da carcaça, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lomborum*, apenas a força de cisalhamento foi alterada, sendo maior para o plano nutricional 1. Dessa forma, o plano nutricional 1 é a suplementação mais indicada para ser utilizada nas fases de recria e terminação para bovinos mestiços.

Palavras-chave: ácidos graxos saturados, área de olho de lombo, mistura mineral, plano nutricional.

CHAPTER 1

CHARACTERISTICS OF CARCASS AND MEAT OF STEERS CROSSBRED MAINTAINED IN PASTURE WITH DIFFERENT SUPPLEMENTATION STRATEGIES

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the carcass characteristics, physicochemical parameters, centesimal composition and fatty acid profile of the *Longissimus lomborum* muscle of crossbred steers kept in pasture *Brachiaria* (*Syn. Uruchloa*) *brizantha* cv. Marandu, submitted to two nutritional plans, during the rearing and finishing phases. Twenty-two uncastrated crossbred steers with a mean initial weight of 209.09 ± 8.18 kg were used in a completely randomized design with two treatments, nutritional plan 1 (mineral mixture ad libitum in rainy seasons 1 and 2 and nitrogen/energy supplement in the amount of 1 g.kg^{-1} of the body weight (BW) in the dry season) and nutritional plan 2 (nitrogen/energy supplement of 2 g.kg^{-1} BW in rainy season 1 and in the dry season, and nitrogen/energy supplement in quantity of 1 g.kg^{-1} BW in the rainy season 2). It was observed difference between nutritional plans only for corrected loin eye area for 100 kg of warm carcass weight, the characteristics of warm carcass weight, carcass yield, subcutaneous fat thickness, loin eye area and ratio, did not were influenced. The physicochemical parameters, weight loss per cooking, water retention capacity, pH and L*, a* and b* staining of the Longissimus were not influenced by the nutritional planes, only the shear force was higher for the nutritional plane 1. There was no effect on the values of moisture, crude protein, mineral matter, total lipids and Longissimus cholesterol. The fatty acid profile as well as the saturated, monounsaturated, polyunsaturated, poly-unsaturated, n-6, n-3 fatty acids content and the polyunsaturated: saturated and n6:n3 ratios were not influenced by supplementation. Nutritional plans for rearing and finishing with low levels of protein-energy supplementation do not promote changes in the carcass characteristics, centesimal composition and fatty acid profile of the Longissimus lomborum muscle, only the shear force was altered, being higher for the nutritional plane 1. Thus, nutritional plan 1 is the most appropriate supplement to be used in the rearing and finishing phases for crossbred cattle.

Key words: saturated fatty acids, loin eye area, mineral mixture, nutritional plan.

1 INTRODUÇÃO

O efetivo de bovinos brasileiros atingiu os maiores patamares em 2016, com um total de 218,2 milhões de cabeças e, no primeiro trimestre de 2017, foi registrado o abate de 49,62 mil cabeças de bovinos em relação ao mesmo período do ano anterior, sendo impulsionado por aumentos mais intensos que ocorreram nos estados de Goiás, Tocantins, Rondônia, Pará e Bahia. No primeiro trimestre de 2017, foi exportado um total de 264.190,00 toneladas de carne bovina *in natura*, tendo a China como principal destino das exportações (IBGE, 2017).

A demanda mundial por carne bovina tem aumentado, principalmente nos países em desenvolvimento e o Brasil se destaca como segundo maior exportador do mundo (USDA, 2015). Apesar disso, atualmente a produção de carne no Brasil tem enfrentado algumas dificuldades, como a queda no preço da arroba e aumento dos custos de produção, mas principalmente fatores relacionados com a qualidade da carne. E para a manutenção do país entre os maiores exportadores, há uma necessidade de ajustes nos sistemas produtivos, buscando um aumento da produção e na oferta de carne, favorecendo, assim, sua competitividade no mercado exportador e, aliado a isso, é necessário padronização e especialização da produção de carne no Brasil, oferecendo ao consumidor um produto de qualidade.

A qualidade da carcaça é o resultado de um somatório de ações realizadas, incluindo desde fatores inerentes ao animal (espécie, sexo, peso ao abate, espessura de gordura subcutânea); ao manejo (nutricional e sanitário); ao transporte do animal ao abatedouro (tempo, distância, taxa de lotação, condições do veículo); ao tempo de jejum e procedimento de abate (tempo de sangria, tempo e temperatura de resfriamento da carcaça), que vão resultar em uma carne de qualidade para o consumidor (Menezes, 2015).

O manejo nutricional com o uso da suplementação gera mudanças nas principais características de carcaça e da carne quando comparados com animais mantidos apenas em pasto, sendo assim, é uma técnica interessante para a antecipação da idade ao abate e melhoria nas características da carcaça e da carne, uma vez que aumenta o aporte de energia ao animal e a taxa de ganho de peso, que pode aumentar a deposição de tecido muscular (Baroni et al., 2010; Machado et al., 2012). Além disso, a inclusão de planos nutricionais na dieta de bovinos em pasto influencia positivamente a qualidade da carne

(Menezes et al., 2014), apresentando efeito na maciez, cor, gordura intramuscular e perfil de ácidos graxos.

A carne bovina apresenta quantidades significativas de ácido linoleico conjugado, que já foi considerado anticarcinogênico, antiaterosclerose entre outros benefícios. Além disso, já foi demonstrado que o aumento na concentração dos ácidos graxos insaturados, como os poli-insaturados das séries ômega 3 e 6, promove melhorias na saúde humana. Isso se deve ao alto conteúdo de ácidos graxos ômega-3 (C18:3) presente nas forragens, enquanto que uma dieta rica em concentrado apresenta maiores níveis de ácido linoleico (C18:2), precursor da série ômega-6 (Ponnampalam et al., 2014).

Neste contexto, objetivou-se avaliar as características da carcaça, parâmetros físico-químicos, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lomborum* de novilhos mestiços mantidos em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizantha* cv. Marandu, submetidos a dois planos nutricionais, durante as fases de recria e terminação

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização

Os procedimentos experimentais foram conduzidos conforme as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (CEUA-UESB; protocolo 15/2012), aprovado no dia 03 de junho de 2013.

O experimento foi conduzido na Fazenda Princesa do Mateiro, localizada no município de Ribeirão do Largo, Bahia, com coordenadas de 15° 26' 46"S e 40° 44' 24"O, e 800 metros de altitude, na região Sudoeste da Bahia, caracterizado pelo clima tropical úmido. O período experimental teve início em fevereiro de 2014, finalizando em março de 2015, totalizando 387 dias de coleta de dados e período de adaptação de 14 dias.

As análises de composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos da carne, foram realizadas no Laboratório de Métodos e Separações Químicas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (LABMESQ - UESB) e as análises dos parâmetros físico-químicos, capacidade de retenção de água, cor e perda de peso por cocção foram realizadas no Laboratório de Análise da Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos (UECO - UESB) e a força de cisalhamento, no Laboratório de Ensaios de Materiais (LABEM - UESB).

2.2 Descrição experimental

O experimento foi implantado em uma área de sete hectares, estabelecida com a gramínea *Brachiaria* (*Syn. Uruchloa*) *brizantha* cv. Marandu, dividida em 14 piquetes de 0,5 ha cada. A área possuía dois corredores centrais, providos de comedouros e bebedouros (duas praças de alimentação).

Foram utilizados 22 novilhos (½ Holandês - ½ Zebu) não castrados, com peso inicial médio $209,09 \pm 8,18$ kg e oito meses de idade, identificados e previamente submetidos ao controle de ecto e endoparasitas e às vacinações, conforme calendário da autoridade sanitária do Estado da Bahia. Ao serem acometidos por parasitas durante o período experimental, foram novamente vermifugados.

Os suplementos, concentrado e mineral, foram fornecidos em cochos plásticos coletivos, com duplo acesso, sem cobertura, com dimensionamento linear de 80 cm/animal e bebedouros com capacidade média para 500 litros de água e abastecimento automático. O suplemento nitrogenado/energético foi fornecido diariamente às 10:00 horas.

O método de pastejo adotado foi o de lotação rotacionada, sendo cinco dias de pastejo e 30 dias de descanso para cada piquete. Dessa forma, tentou-se retirar o efeito dos piquetes nas características avaliadas. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado.

O período experimental foi fracionado em três estações associadas a dois planos nutricionais (PN1 e PN2) detalhados abaixo:

- Plano nutricional 1 (PN1): mistura mineral *ad libitum* (estações chuvosas 1 e 2) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ do Peso corporal (PC) (estação seca).
- Plano nutricional 2 (PN2): suplemento nitrogenado/energético de 2 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 1), suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 2 g.kg⁻¹ PC (estação seca) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 2).

Na Tabela 1, encontra-se a composição do suplemento concentrado que foi formulado segundo o NRC (2000), com o intuito de ganho de 700 g animal dia⁻¹.

Tabela 1. Composição em g.kg⁻¹ dos suplementos com base na matéria natural

| Ingredientes | Suplementos | |
|------------------|------------------------|------------------------------|
| | Nitrogenado/energético | Mistura mineral ¹ |
| Milho grão moído | 454,40 | |
| Farelo de soja | 449,35 | |
| Ureia | 49,93 | |
| Mistura mineral | 46,32 | 1000 |

¹Níveis de garantia: Cálcio 175 g; Fósforo 60 g; Sódio 107; Enxofre 12 g; Magnésio 5000 mg; Cobalto 107 mg; Cobre 1300 mg; Iodo 70 mg; Manganês 1000 mg; Selênio 18 mg; Zinco 4000 mg; Ferro 1400 mg; flúor (máximo) 600 mg.

2.3 Abate e características da carcaça

Ao final do experimento, os animais foram pesados e conduzidos até o frigorífico comercial na cidade de Itapetinga, localizado no Sudoeste do Estado da Bahia, onde se procedeu ao abate, após descanso de 24 horas, de sólidos e líquidos, segundo normas estabelecidas pela instrução normativa n° 3, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, obedecendo ao fluxo de abate normal do frigorífico.

Após o abate, as carcaças foram identificadas e pesadas para avaliação do peso e rendimento de carcaça quente e, posteriormente, as mesmas foram resfriadas por 24 horas, a 2°C, novamente pesadas para obtenção do peso e rendimento de carcaça fria. O peso de carcaça quente (PCQ) foi determinado logo após o abate, antes da carcaça entrar na câmara fria. O rendimento de carcaça quente (RCQ) foi estabelecido pela razão entre o peso de carcaça quente e o Peso corporal final.

Na meia carcaça esquerda foi feito um corte horizontal entre a 12^a e a 13^a costela, com o objetivo de expor o músculo *Longissimus lomborum* para a aferição da área do músculo, traçando seu contorno em papel vegetal e, posteriormente, a área foi medida com auxílio de um planímetro para determinação da área de olho de lombo (AOL) em cm². A “placa plástica” utilizada foi desenvolvida por Luchiari Filho (2000). No mesmo local, foi medida a espessura de gordura subcutânea (EGS) obtida pela média aritmética de três observações na parte cranial, medial e final do músculo.

Para área de olho de lombo por 100 kg de peso vivo (cm²), utilizou-se a seguinte equação:

$$AOL_{PCQ} = (AOL)/(PCQ/100)$$

O ratio foi obtido pelo cálculo da relação entre altura e largura da área de olho de lombo, mensuradas através de uma régua graduada.

Os músculos foram embalados inicialmente com papel filme, em seguida com papel alumínio, para evitar queima pelo congelamento, identificados e separados individualmente em sacos plásticos, sendo, imediatamente, armazenados à temperatura de -10°C, até realização das análises laboratoriais.

2.4 Composição centesimal

Para a determinação da umidade, pesou-se, aproximadamente, 2 g de carne, adicionados em cadinhos e levados a estufa sem circulação de ar, a uma temperatura de 100 a 105°C por 2 h. Posteriormente, foram retirados, colocados em dessecador e submetidos a uma nova pesagem. As amostras foram levadas à estufa por períodos de 30 minutos até obtenção de peso constante, no qual se calculou o teor de umidade nas amostras (AOAC, 2010).

De acordo com o método gravimétrico 923.03 da AOAC (2010) com calcinação a 550°C, pelo tempo de 6 h, em forno mufla, determinou-se a matéria mineral. Cerca de 2 g de amostra da carne foram colocadas em cadinhos, levados ao forno mufla, para sua queima e, em seguida, colocados no dessecador até peso constante, seguidos por uma nova pesagem.

A proteína bruta foi analisada segundo o método Micro-Kjeldahl (procedimento 920.87) da AOAC (2010), que se baseia na quantificação do nitrogênio total e, pelo fator de conversão de 6,25, determina-se o valor da proteína bruta.

Para determinação dos lipídeos totais, utilizou-se metodologia proposta por (Bligh & Dyer, 1959).

2.5. Perfil de ácidos graxos

2.5.1 Extração dos lipídeos

Para a quantificação dos ácidos graxos, as amostras de carne, o suplemento concentrado (milho e farelo de soja) e a forragem, foram submetidas à extração dos lipídios segundo a metodologia proposta por (Bligh & Dyer, 1959). A extração da fração lipídica foi extraída com uma mistura de clorofórmio, metanol e água, respectivamente (2:2:1,8 v/v/v). Foram pesadas cerca de 15g ($\pm 0,1$ mg) de amostra em um béquer de 250 mL, sendo, a esse, adicionado 15mL de clorofórmio e 30mL de metanol, agitados por 5 minutos; após, adicionou-se mais 15 mL de clorofórmio, novamente agitando a mistura por mais 5 minutos. Em seguida, fez-se a adição de 15ml de água destilada à solução, mantendo-a em agitação por mais 5 minutos. A solução obtida foi filtrada a vácuo em

funil de Büchner, com papel filtro quantitativo, sendo, ao resíduo, adicionado mais 15 mL de clorofórmio, mantendo sob agitação por 5 minutos. Filtrou-se o resíduo fazendo-se uso do mesmo papel de filtro e o béquer lavado com 10 mL de clorofórmio. O filtrado foi recolhido em funil de separação; após a separação das fases, a inferior contendo o clorofórmio e a matéria graxa foi drenada para um balão previamente tarado, sendo a solução concentrada em rota-vapor (banho-maria a 33°-34°). O resíduo de solvente foi eliminado com fluxo de nitrogênio. A matéria restante no balão foi pesada e o teor de lipídeos determinado gravimetricamente.

Para extração da matéria graxa do milho, soja e da forragem e para a determinação do perfil em ácidos graxos, na etapa de extração lipídica por Bligh & Dyer (1959), foi corrigido o teor de umidade para 80%.

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos da dieta total

| Ácidos graxos | Dieta total | |
|---------------|-------------|-------|
| | 1 | 2 |
| C14:0 | 1,11 | 1,04 |
| C16:0 | 19,02 | 19,37 |
| C18:0 | 5,70 | 5,36 |
| C18:1n9 | 16,55 | 15,75 |
| C18:1n7 | 4,16 | 3,91 |
| C18:2n6 | 34,44 | 33,81 |
| C18:3n6 | 2,17 | 4,67 |
| C18:3n3 | 9,38 | 8,82 |
| C20:1 | 0,01 | 0,03 |
| C20:3n6 | 0,00 | 0,02 |
| C20:4n6 | 1,64 | 1,54 |
| C20:5n3 | 1,73 | 1,62 |
| C22:5n3 | 2,59 | 2,43 |
| C22:6n3 | 1,45 | 1,37 |
| C21:0 | 0,06 | 0,26 |
| AGPI | 53,39 | 54,28 |
| AGMI | 20,72 | 19,69 |
| AGS | 25,89 | 26,03 |
| n-6 | 38,25 | 40,02 |
| n-3 | 15,14 | 14,24 |
| AGPI:AGS | 2,08 | 2,16 |
| n-6:n-3 | 2,53 | 2,81 |

2.5.2 Transesterificação dos triacilgliceróis

A transesterificação dos triacilgliceróis foi realizada conforme o método 5509 da ISO (1978). Aproximadamente 200 mg da matéria lipídica extraída foi transferida para tubos de 10 mL com tampa rosqueável, adicionados 2 mL de n-heptano e a mistura agitada até completa dissolução. Em seguida, foram adicionados 2 mL de KOH 2 mol L⁻¹ em metanol, sendo o frasco hermeticamente fechado e a mistura submetida a uma agitação vigorosa em vortéx, até a obtenção de uma solução levemente turva. Após a ocorrência da separação das fases, a superior (heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foi transferida para microtubos tipo ependorf de 2 mL de capacidade, fechados hermeticamente e armazenados em freezer (-18°C), para posterior análise cromatográfica.

2.5.3 Análise cromatográfica dos ésteres de ácidos graxos

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados por um cromatógrafo a gás Shimadzu, modelo GC-2010 Plus, equipado com Detector de Ionização de Chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida Rt-2560 (100 m, 0,25 mm d.i). As vazões dos gases (White Martins) foram de 40 mL.min⁻¹ para o gás de arraste (H₂); 30 mL.min⁻¹ para o gás auxiliar (N₂) e 4.000 mL.min⁻¹ para o ar sintético da chama.

A razão da divisão da amostra foi de 90:10. Os parâmetros de funcionamento foram estabelecidos após verificação da condição de melhor resolução. As temperaturas do injetor e detector foram 225°C e 260°C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a 140°C por 5 minutos, seguido por uma rampa de 3°C/min até atingir 245°C por 20 minutos. O tempo total de análise foi de 60 minutos. As injeções foram realizadas em duplicata e os volumes das injeções foram de 0,7 µL. As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas através do software LCSolution®.

2.5.4 Identificação dos ésteres metílicos

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação de tempo de retenção dos constituintes da amostra com uma mistura de 37 padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (189-19 Sigma, EUA) e por comparação

com os tempos de retenção com os ésteres metílicos de padrões contendo os isômeros geométricos c9t11 e t10c12 do ácido linoleico (O-5632 Sigma, EUA).

2.6 Extração e identificação do colesterol da carne

2.6.1 Extração do colesterol

A extração foi realizada em duplicata por saponificação direta e posterior extração com hexano, de acordo com Saldanha et al. (2004), com modificações sobre o tipo e tempo de saponificação baseados em Saldanha et al. (2006).

Para extração da matéria insaponificável, foram adicionados em um tubo falcon, com capacidade de 50 ml, 2,0 g de carne, 4 mL de solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) a 50% (m/v) e 6,0 ml de álcool etílico P.A. Na sequência, a amostra foi misturada em um vortéx durante um minuto, a mistura foi mantida em repouso durante 22 horas ao abrigo da luz e a temperatura ambiente para completar a reação de saponificação. Em seguida foram adicionados 5,0 ml de água destilada e 10 mL de n-hexano a mistura, que foi novamente agitada em vortéx durante 5 minutos. Em seguida essa nova mistura foi adicionada em um funil de decantação para separação das fases, a camada superior foi recolhida e o n-hexano foi evaporado em temperatura ambiente em um evaporador rotativo. O resíduo foi suspenso em 2,5 mL de acetonitrila e isopropanol (85:15, v/v), a mesma fase utilizada como fase móvel de HPLC. As amostras foram filtradas através de uma membrana de fluoreto de polivinilidieno (PVDF) com um diâmetro de poro de 0,45 µm e injetado em HPLC.

2.6.2 Determinação do colesterol por HPLC

Utilizou-se um cromatógrafo líquido de alta eficiência (SHIMADZU) equipado com duas bombas (LC-20 AR), um desgaseificador on-line (DGU – 20 A_{5R}), uma válvula de injeção Rheodyne com 20 µL de loop de amostra e detector UV-Visível (SPD – 20 A). A coluna analítica usada foi C18, 250 x 4,6mm x 5µm (Shimpack, Shimadzu). A fase móvel constituiu-se de acetonitrila:isopropanol (85:15), usando um fluxo isocrático na vazão de 2mL/min, sendo o tempo de análise 20 minutos. Os solventes utilizados foram grau cromatográfico, filtrados e desgaseificados em ultrassom antes do uso. Os cromatogramas foram processados a 210nm, e o volume de injeção foi de 20 µL. A

identificação do colesterol foi realizada através de comparação do tempo de retenção das amostras com o padrão, e a quantificação do colesterol foi realizada por padronização externa. Foram construídas curvas analíticas para todos os analitos por injeção de soluções padrão dos compostos, relacionando a solução à concentração com a resposta do equipamento (área do pico), e as concentrações das amostras dos analitos foram calculadas pela interpolação de seus sinais analíticos nas curvas analíticas. Os dados cromatográficos foram processados com o Software LabSolutions® (Shimadzu).

2.7 Parâmetros físico-químicos

2.7.1 Cor

Os músculos coletados foram descongelados sob refrigeração (5°C), por cerca de 12 h, e expostos à luz natural e a mistura de gases atmosféricos por um período prévio de 30 minutos, objetivando que esses retornassem a sua cor natural, mantidos sob uma placa de polietileno e em ambiente com baixa luminosidade, onde, em seguida, realizou-se a determinação da cor por meio da colorimetria, utilizando o colorímetro (Miniscan EZ-4500, Hunterlab). Os valores da cor foram expressos por meio do sistema CIE (Comissão Internacional de Iluminação) $L^*a^*b^*$, que possui escala uniforme, em que L^* mede luminosidade que varia de 0 (preto puro) a 100 (branco puro); a^* (tonalidade), mede a variação de vermelho para verde; e b^* (saturação) mede a variação de amarelo ao azul. As coordenadas L^* , a^* e b^* foram mensuradas em dois pontos distintos da superfície interna do músculo, sendo calculada posteriormente a média das duplicatas de cada coordenada por animal. Para tanto, o colorímetro foi posicionado perpendicularmente sobre a superfície muscular em cada unidade amostral. O teor de mioglobina foi estimado através da razão a^* e b^* .

2.7.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

Através do uso de uma centrífuga, procedeu-se à análise de capacidade de retenção de água, em que 1,0 g de amostra moída da carne foi pesada em papel filtro, esta foi colocada em tubo de polietileno com tampa rosqueável, levada para centrifugação por um período de 4 minutos a 1500 rpm, em seguida pesada e colocada para secar em estufa a 70°C durante 12 h. Após a secagem em estufa, as amostras foram retiradas e, em

seguida, pesadas. A capacidade de retenção de água foi determinada pela seguinte fórmula:

$$\text{CRA \%} = \frac{\text{Peso da amostra centrifugada} - \text{peso da amostra seca}}{\text{Peso inicial da amostra antes da centrifugação}}$$

2.7.3 Perdas de peso por cocção (PPC)

Para a perda de peso por cocção, seguiu-se a metodologia descrita por Johnson et al. (1989), a qual cortaram-se duas amostras do músculo, com espessura aproximada de 2,5 cm, sendo pesadas em balança semi-analítica (B-TEC2109, Tecnal), envoltas em papel alumínio e colocadas sob cocção em uma chapa aquecedora (0313F21, Quimis) a uma temperatura de 150°C. Foram viradas ao atingirem 35°C e mantidas na chapa, até atingirem a temperatura interna de 72°C. O monitoramento da temperatura interna foi realizado com auxílio de um termômetro digital (Termopar). Na sequência, as amostras foram mantidas em temperatura ambiente para seu resfriamento, e em seguida pesadas. Através da diferença entre o peso inicial e peso final de cada amostra, calculou-se a perda de peso por cocção em gramas.

2.7.4 Força de cisalhamento (FC)

Para a determinação da força de cisalhamento, foi utilizado o aparelho Texture Analyser, acoplado a lâmina de aço inox tipo Warner-Bratzler Blade, com capacidade de 50 kg e velocidade entre 1,5 a 10 milímetros/segundo. Para a realização do ensaio, foi adotado o procedimento padronizado e proposto por Wheeler et al. (1995), segundo o qual as amostras foram assadas até atingirem temperatura interna de 71°C. Em seguida, foi realizado o corte com cilindro de 2,5 cm de diâmetro em sentido longitudinal às fibras musculares, sendo retiradas três medidas por amostra.

2.7.5 Análise de pH

A determinação do pH foi realizada em triplicata em três pontos distintos do músculo, com auxílio de um peagâmetro de bancada da marca Quimis 0400MT. Misturou-se, num Becker de 200 mL, 50g de amostra homogeneizada num Turrax MA

385/3 da Marconi, com 10 mL de água destilada para facilitar a penetração do eletrodo. Ajustou-se o peagâmetro com solução tampão de pH entre 4 a 7.

2.8 Análises estatísticas

As variáveis estudadas foram analisadas, estatisticamente, por meio de análise de variância e teste F a 0,05 de probabilidade, utilizando os procedimentos descritos em SAS, do pacote computacional SAS, versão SAS Studio, de acordo com o modelo a seguir:

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

Onde:

Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i na repetição j ;

μ = média da população;

t_i = efeito do tratamento i aplicado na parcela, com $i = 1, 2, 3, \dots, t$;

e_{ij} = efeito dos fatores não controlados na parcela, ou seja, erro experimental aleatório a cada observação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso de carcaça quente (PCQ) e o rendimento de carcaça (RC) não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos planos nutricionais (Tabela 3). O peso de carcaça quente é uma característica importante para o produtor, pois está diretamente relacionada com o valor comercial do animal. O peso médio de carcaça (14,89 @ ou 223,29 kg) está próximo dos padrões exigidos pela indústria frigorífica (mínimo de 15@ ou 225 kg), que visa animais jovens e com carcaça mais pesadas para obtenção de menor custo por quilograma de carne processada dentro das plantas de abate. Para o rendimento de carcaça, foi observado valor médio de 47,70%, dentro do encontrado na literatura para animais mestiços que varia de 45 a 50%.

Segundo Lima et al. (2015b) o rendimento de carcaça de bovinos é influenciado por fatores extrínsecos (raça, sexo, condição corporal e peso no abate) e intrínsecos (sistema de alimentação e acabamento), no entanto, a quantidade de suplemento utilizada não foi suficiente para alterar o RC.

Rezende et al. (2012), trabalhando com animais mestiços terminados em pasto de *Brachiaria brizantha* utilizando 0,5% do peso corporal (PC) de suplementação, encontraram rendimento de carcaça de 48,62%.

Tabela 3. Avaliação da carcaça de novilhos mestiços suplementados em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruçloa) brizantha* cv. Marandu

| Item | Planos Nutricionais ¹ | | CV% | Significância ² |
|----------------------|----------------------------------|--------|-------|----------------------------|
| | 1 | 2 | | P |
| PCQ, kg | 214,36 | 232,22 | 14,79 | 0,2302 |
| RC, % | 47,56 | 47,85 | 2,77 | 0,6147 |
| EGS, mm | 3,26 | 3,03 | 26,12 | 0,5128 |
| AOL, cm ² | 49,18 | 44,70 | 11,57 | 0,0751 |
| AOL _{PCQ} | 23,28 | 19,36 | 14,92 | 0,0112 |
| Ratio, cm | 0,75 | 0,67 | 15,85 | 0,1073 |

¹(P1) = Plano nutricional 1: mistura mineral *ad libitum* (estações chuvosas 1 e 2) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ do Peso corporal (PC) (estação seca); (P2) = Plano nutricional 2: suplemento nitrogenado/energético de 2 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 1), suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 2 g.kg⁻¹ PC (estação seca) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 2); ² (P) significativo se $P < 0,05$, não significativo se $P > 0,05$, a 5% de probabilidade pelo teste F. PCQ = peso de carcaça quente; RC = Rendimento de carcaça; EGS = espessura de gordura subcutânea; AOL = área de olho de lombo; AOL_{PCQ} = área de olho de lombo corrigido para 100 kg/carcaça; Ratio = relação entre a altura e a largura do contrafilé.

A área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e ratio, não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos (Tabela 3) cujos valores médios foram 46,94 cm, 3,15 mm e 0,71 cm, respectivamente.

Segundo Toldr (2010), a medida da AOL relaciona-se com a quantidade de músculo presente na carcaça, enquanto a EGS está diretamente relacionada à gordura total da carcaça e inversamente à quantidade total de músculo. Assim, uma maior deposição de gordura resulta em uma menor proporção de músculo e redução do número de cortes magros da carcaça.

A gordura subcutânea é uma das características de carcaça mais importante na qualidade da carne, sendo influenciada pela nutrição animal. No entanto, não houve efeito dos níveis de suplemento sobre a espessura de gordura subcutânea, mas os valores encontrados estão dentro da faixa considerada ideal, mínimo de 3 mm e o máximo de 6 mm, pois, a partir deste ponto, o pecuarista passa a ser prejudicado pelo processo de limpeza da carcaça na linha de abate do frigorífico (Luchiari Filho, 2000). Além disso, a gordura subcutânea pode atuar como um isolador térmico, protegendo a carcaça do encurtamento pelo frio, processo que ocorre durante o resfriamento de carcaças nos abatedouros.

A área de olho de lombo corrigida para 100 kg/carcaça (AOL_{PQC}) foi maior ($P<0,05$) nos animais que receberam o plano nutricional 1. É possível que essa diferença encontrada esteja relacionada com o maior peso de carcaça quente, apresentado pelos animais do plano nutricional 2.

Em trabalho realizado por Machado et al. (2012), em que avaliaram níveis de suplementação para bovinos Nelore em pastejo, (apenas mistura mineral; 0,33; 0,66; 1,00% do peso corporal), com peso de carcaça quente variando de 180,9 a 201,75 kg, verificaram aumento sobre a AOL (54,0; 55,88; 56,57 e 60,72) à medida que aumentou-se os níveis de suplemento, obtendo valores de AOL superiores ao presente estudo, até mesmo quando se utilizou a mistura mineral e 0,33% de suplementação. Esse fato pode estar relacionado com a genética dos animais utilizados.

Dentre os parâmetros físico-químicos, apenas a força de cisalhamento foi influenciada pelos planos nutricionais ($P<0,05$), e os animais recebendo o plano nutricional 1 apresentaram uma carne com maior força de cisalhamento (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros físico-químicos do músculo *Longissimus lomborum* de novilhos mestiços suplementados em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizhantha* cv. Marandu

| Parâmetros físico-químicos | Planos Nutricionais ¹ | | CV% | Significância ² |
|----------------------------|----------------------------------|-------|-------|----------------------------|
| | 1 | 2 | | P |
| FC, kgf | 6,22 | 4,66 | 16,90 | 0,0011 |
| CRA, % | 73,07 | 71,54 | 9,96 | 0,6328 |
| PPC | 38,89 | 42,50 | 15,85 | 0,2143 |
| pH | 5,91 | 5,73 | 4,45 | 0,1343 |
| Cor L* | 36,48 | 34,16 | 14,17 | 0,3020 |
| Cor a* | 12,26 | 11,70 | 15,42 | 0,4970 |
| Cor b* | 13,57 | 14,61 | 14,26 | 0,2496 |
| Mioglobina | 0,92 | 0,80 | 16,75 | 0,0867 |

¹(P1) = Plano nutricional 1: mistura mineral *ad libitum* (estações chuvosas 1 e 2) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ do Peso corporal (PC) (estação seca); (P2) = Plano nutricional 2: suplemento nitrogenado/energético de 2 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 1), suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 2 g.kg⁻¹ PC (estação seca) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 2). ²(P) significativo se P<0,05, não significativo se P>0,05, a 5% de probabilidade pelo teste F. FC= força de cisalhamento; CRA= capacidade de retenção de água; PPC = perda por cocção; pH= potencial hidrogeniônico; L* = percentual de refletância ou luminosidade; a* = variação da cor vermelho ao verde; b* = variação da cor amarelo ao azul.

O consumidor avalia como aspectos da qualidade visual da carne, a cor do músculo e a proporção músculo/gordura, marmorização e firmeza do tecido muscular (Maggioni et al., 2012). Contudo, nota-se que a maciez da carne é o maior atrativo para os consumidores, sendo a idade de abate dos animais e a gordura subcutânea e intramuscular os principais fatores que interferem nessa característica (Guerrero et al., 2013).

Interações entre fatores que determinam a maciez podem ser difíceis de serem separados, e cada um desses é influenciado em maior ou menor grau pelo genótipo e ambiente (Warner et al., 2010). Neste estudo, todos os animais utilizados foram jovens e provenientes de um grupo contemporâneo, da mesma fazenda, e apresentaram a mesma espessura de gordura subcutânea (~3,0 mm) na carcaça, adequada para evitar o encurtamento pelo frio, um dos fatores que determina a textura intrínseca da carne (Melody et al., 2004).

A força de cisalhamento obtida para os animais do plano nutricional 1 foi de 6,22 kgf. Para se considerar uma carne bovina como macia, a força de cisalhamento deve apresentar valores de até 5 kgf segundo Luchiari Filho (2000), o que foi observado para

os animais do plano nutricional 2. No entanto, foi reportado que o limite que separa a carne macia da dura, está entre 4,5 e 6,0 kgf/cm² (Lawrie, 2004; Rubiano et al., 2009).

A força de cisalhamento, apesar de ser influenciada pelo grupo genético, também pode ser afetada pela nutrição. A presença de fibras musculares, maior teor de colágeno e teor de gordura no músculo, também podem ter influenciado o aumento da força de cisalhamento da carne dos animais que receberam uma menor quantidade de suplemento durante o experimento, possivelmente pelo fato desses animais necessitarem se locomover mais no pasto, com maior consumo de forragem para suprir suas exigências nutricionais.

Os parâmetros físico-químicos, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, pH e cor do músculo *Longissimus lumborum*, não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos planos nutricionais. Essas características são influenciadas pela dieta, que não foi suficiente para alterar essas características.

A capacidade de retenção de água está dentro dos valores encontrados na literatura para carne bovina, variando de 70 a 75%. A capacidade de retenção de água apresenta-se como um parâmetro muito importante na avaliação de qualidade de carne, por estar relacionada com as características de cor, textura, consistência, suculência e maciez da carne cozida.

Não houve variação na perda total de exsudado entre os tratamentos, possivelmente porque não houve diferenças no pH e gordura intramuscular da carne, mensurada a partir dos lipídeos totais. O pH final da carne observado para os planos nutricionais 1 e 2, está próximo do padrão considerado normal para a indústria da carne, entre 5,4 e 5,8 (Zhang et al., 2005) para bovinos de corte. Normalmente, bovinos suplementados com grãos possuem maior disponibilidade de glicogênio no momento do abate e menor pH final da carne (Neath et al., 2007).

Os parâmetros de cor (L^* ; a^* e b^*) não foram influenciados pelos planos nutricionais. Em bovinos jovens, Abularach et al. (1998) classificaram carnes escuras quando $L^*<29,68$ e carnes claras quando $L^*>38,51$; em relação à intensidade de vermelho, consideraram $a^*<14,83$ como baixa e $a^*>29,27$ como alta; e, para a intensidade de amarelo, $b^*<3,40$ com baixa e $b^*>8,28$ como alta.

A luminosidade (L^*) é influenciada pela capacidade de retenção de água, e variou de 34,16 a 36,48. Os valores de a^* variou de 11,70 a 12,26, sendo considerado como baixo índice de vermelho, que está relacionado com a presença de pigmento como a mioglobina, que também não foi influenciada pelos planos nutricionais. O valor de b^*

para os planos nutricionais 1 e 2 foi de 13,57 e 14,61, respectivamente, e apresentando-se como alto índice de amarelo. A maior intensidade de amarelo está associada à composição de carotenoides provenientes do pasto.

Segundo Lima Júnior et al. (2011), a cor é uma das primeiras características que o consumidor observa nos supermercados e é influenciada pela quantidade de mioglobina. Raça, gênero, idade e estado *ante* e *post-mortem* diferenciam as quantidades de mioglobina, no entanto, a oxigenação no músculo pode mudar a cor da carne.

Os valores de umidade, matéria mineral e proteína bruta (Tabela 5) do músculo *Longissimus lomborum* não foram influenciados ($P>0,05$) pelos planos nutricionais.

Tabela 5. Composição centesimal do músculo *Longissimus lomborum* de novilhos mestiços suplementados em pastagem de *Brachiaria* (*Syn. Uruchloa*) *brizhantha* cv. Marandu

| Composição centesimal | Planos Nutricionais ¹ | | CV% | Significância ² |
|-----------------------|----------------------------------|-------|-------|----------------------------|
| | 1 | 2 | | P |
| Umidade, % | 74,90 | 74,60 | 1,51 | 0,5494 |
| Matéria mineral, % | 1,13 | 1,12 | 3,43 | 0,5609 |
| Proteína bruta, % | 19,20 | 19,32 | 4,08 | 0,7333 |
| Lipídios totais, % | 2,66 | 2,28 | 29,94 | 0,2621 |
| Colesterol, mg/100g | 38,32 | 39,09 | 13,88 | 0,7436 |

¹(P1) = Plano nutricional 1: mistura mineral *ad libitum* (estações chuvosas 1 e 2) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ do Peso corporal (PC) (estação seca); (P2) = Plano nutricional 2: suplemento nitrogenado/energético de 2 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 1), suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 2 g.kg⁻¹ PC (estação seca) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 2); ² (P) significativo se $P<0,05$, não significativo se $P>0,05$, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Avaliando a composição centesimal da carcaça de bovinos, Lima et al. (2015b) encontraram teor médio de umidade do Músculo *longissimus* de 73,48%. Resultados semelhantes foram observados por Costa et al. (2013) e Andrade et al. (2014) ao determinaram o teor médio de umidade de 75,14% e 76,10%, respectivamente. Esses autores também não detectaram diferenças significativas entre os tratamentos para proteína bruta da carne e cinzas.

Segundo Marques et al. (2006), a composição centesimal (proteína bruta, matéria mineral, lipídios e umidade) do músculo *Longissimus lomborum* de bovinos são constantes, mesmo em diferentes condições de manejo, alimentação, raça e idade.

Os lipídeos totais e o colesterol do músculo *Longissimus lomborum* não foram influenciados ($P>0,05$) pelos planos nutricionais.

O conteúdo de gordura intramuscular é fator importante na qualidade da carne, interferindo em maior ou menor proporção na textura, suculência e sabor, sendo influenciado por fatores como genótipo, sistema de alimentação, idade, entre outros. A nutrição tem potencial para exercer uma influência significativa sobre a porcentagem de gordura na carcaça e músculo (Al-Jammas et al., 2016).

A deposição de gordura obedece a uma ordem cronológica, na qual a última a ser depositada é a gordura intramuscular. Aliados a essa afirmação, possíveis causas para os resultados do presente estudo, com a carne apresentando bons teores de lipídeos totais, residiriam ao fato de que o tempo do experimento (fases de recria e terminação) foi suficiente para deposição satisfatória da gordura de marmoreio. Apesar dos animais utilizados serem inteiros, não se observou retardamento da proliferação das células adiposas intramusculares, e interferência dos hormônios andrógenos que poderia alterar a partição da energia ingerida em favor da síntese proteica.

Maggioni et al. (2010), ao estudarem a qualidade da carne de novilhos Nelore e mestiços, não encontraram diferença significativa entre os lipídeos totais e teores de colesterol, obtendo valor médio de 1,83% e 24,5 mg/100g de músculo, respectivamente, valores inferiores ao encontrados no presente estudo.

Não houve diferença ($p>0,05$) entre os planos nutricionais utilizados (Tabela 6), para o perfil de ácidos graxos, apesar de serem diretamente afetado pela dieta consumida pelos animais.

Observou-se ausência de efeito provavelmente porque, mesmo com a máxima quantidade de suplemento (0,2%/PC/dia) ofertado aos animais do plano nutricional 2, em relação aos animais que receberam apenas suplemento mineral na maior parte do período experimental, não foi suficiente para promover alterações nos processos de transformação dos ácidos graxos no rúmen.

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lomborum* de novilhos mestiços suplementados em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizhantha* cv. Marandu

| Ácidos graxos | Planos Nutricionais ¹ | | CV% | Significância ² |
|-------------------------------|----------------------------------|-------|--------|----------------------------|
| | 1 | 2 | | P |
| C14:0 (Mirístico) | 2,44 | 2,47 | 25,03 | 0,9156 |
| C14:1 (Miristoleico) | 0,35 | 0,25 | 51,00 | 0,1647 |
| C15:0 (Pentadecanoico) | 0,65 | 0,67 | 17,64 | 0,6903 |
| C15:1 (10-Pentadecanoico) | 0,35 | 0,35 | 11,79 | 0,8276 |
| C16:0 (Palmítico) | 25,54 | 25,25 | 9,68 | 0,8042 |
| C16:1 (Palmitoleico) | 1,70 | 1,58 | 22,83 | 0,4748 |
| C17:0 (Margárico) | 0,54 | 0,64 | 28,74 | 0,2323 |
| C17:1 (Heptadecenoico) | 0,67 | 0,67 | 19,58 | 0,9170 |
| C18:0 (Esteárico) | 24,72 | 26,06 | 14,37 | 0,4469 |
| C18:1n-9t (Oleico) | 3,28 | 3,26 | 20,31 | 0,9453 |
| C18:1n-9c (Oleico) | 32,18 | 31,60 | 12,92 | 0,7726 |
| C18:2n-6 (Linoleico) | 3,64 | 3,35 | 42,26 | 0,6842 |
| C18:3n-6 (γ-Linolênico) | 0,20 | 0,23 | 23,11 | 0,2834 |
| C18:3n-3 (α-Linolênico) | 0,89 | 0,82 | 36,36 | 0,6481 |
| C18:2 c9 t11 CLA | 0,12 | 0,11 | 18,88 | 0,7071 |
| C18:2 t10 c12 CLA | 0,08 | 0,07 | 11,44 | 0,1300 |
| C20:0 (Araquídico) | 0,37 | 0,35 | 25,68 | 0,5608 |
| C20:2 (Eicosadienoico) | 0,56 | 0,52 | 18,46 | 0,4586 |
| C20:3n-3 (Eicosatrienoico) | 0,13 | 0,10 | 49,93 | 0,2035 |
| C20:3n-6 (Dihomo-γ-linoleico) | 0,16 | 0,23 | 57,00 | 0,3689 |
| C20:4n-6 (Araquidônico) | 0,83 | 0,78 | 73,12 | 0,8562 |
| C22:1n-9 (Erúcico) | 0,13 | 0,14 | 87,77 | 0,8071 |
| C22:2 (Docosadienoico) | 0,14 | 0,07 | 154,95 | 0,4054 |
| Não identificados | 0,33 | 0,43 | 71,64 | 0,5002 |

¹(P1) = Plano nutricional 1: mistura mineral *ad libitum* (estações chuvosas 1 e 2) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ do Peso corporal (PC) (estação seca); (P2) = Plano nutricional 2: suplemento nitrogenado/energético de 2 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 1), suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 2 g.kg⁻¹ PC (estação seca) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 2); ²(P) significativo se P<0,05, não significativo se P>0,05, a 5% de probabilidade pelo teste F.

A dieta ofertada aos animais continha maior proporção de ácido linoleico, ácido palmítico, oleico e linolênico. No entanto, quando esses ácidos graxos insaturados linoleico e linolênico são ingeridos pelo ruminante, os microrganismos do rúmen os hidrolisam, e convertem esses ácidos graxos insaturados em formas saturadas, por um processo chamado hidrogenação. Dessa forma, os lipídeos contidos nos tecidos dos ruminantes são mais saturados e a percentagem relativamente baixa de ácidos graxos

insaturados na gordura dos ruminantes é conhecida por estar associada ao metabolismo ruminal, à biossíntese de ácidos graxos endógenos e ao triacilglicerol (Or-Rashid et al., 2011)

Isso explica a maior proporção encontrada na dieta de ácidos graxos saturados (AGS), que são conhecidos por serem de natureza hipercolesterolêmica, sendo os mais indesejáveis o ácido mirístico (C14:0) e ácido palmítico (C16:0). O ácido esteárico (C18:0), que compõe aproximadamente 1/3 do teor dos AGS, foi o ácido graxo que apresentou maior participação no total do perfil de ácidos graxos do presente estudo, e possui propriedades benéficas (Lima et al. 2017), porque ele é transformado em ácido oleico (C18:1) tão rapidamente que não tem efeito de elevação do colesterol.

Quanto aos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), também não se observou efeito dos planos nutricionais ($P > 0,05$). Dentre os AGPI, o ácido linoleico (18:2n-6) e alfa-linolênico (18:3n-3) merecem atenção especial, pois são classificados como essenciais. O ácido graxo linolênico (C18:3) é considerado essencial, pois é o precursor da síntese de muitos ácidos graxos poli-insaturados, os quais possuem propriedades nutritivas especiais, dentre os que estão comumente presentes na gordura de origem animal, estão o ácido linoleico (C18:2) e araquidônico (C20:4).

Segundo Perini et al. (2010), os ácidos linoleico e alfa-linolênico são precursores dos ácidos graxos poli-insaturados de cadeias muito longas pertencentes às famílias ômega-6 e ômega-3, respectivamente, por meio dos processos de alongação (enzimas elongases) e dessaturação (enzimas dessaturases) da cadeia carbônica, que ocorre no retículo endoplasmático das células especialmente do fígado.

A concentração do ácido linoleico conjugado (CLA) não sofreu interferência ($P > 0,05$) dos planos nutricionais. Os valores de CLA obtidos foram de 0,12% para o C18:2 c9t11, e 0,08% para o C18:2 t10c12. Entre os benefícios do CLA à saúde, destacam-se efeitos anticarcinogênese, antiaterosclerose, antidiabéticas, inibição de radicais livres, alteração na composição e no metabolismo do tecido adiposo.

Segundo Bauman & Griinari (1999), a influência da dieta pode ser explicada durante o processo de biohidrogenação pela ação de microrganismos ruminais, em que o ácido linoleico (C18:2, cis9 e cis12) passa inicialmente a rumênico (CLA - C18:2, cis9 trans11), passando depois a ácido vacênico (C18:1, trans11) e, posteriormente, a esteárico (C18:0). Os produtos de carne de ruminantes são importantes fontes dietéticas de ácido linoleico conjugado, dos quais o mais proeminente é o isômero *cis-9, trans-11*, apresentando propriedades benéficas favoráveis à saúde (Salter, 2013).

Adicionalmente, Bressan et al. (2016) avaliaram a diferença do sistema de acabamento na composição de ácidos graxos da gordura intramuscular de bovinos mestiços e cruzados, e observaram que os animais terminados em pastagem produziram carne com maior concentração de CLA e ácido graxo n-3, e ácidos graxos poli-insaturados, em particular de C18:3, C20:5 e C22:5, quando comparados com animais acabados em confinamento, que apresentaram carne com valores mais elevados de C14:0, C16:0, C18:1 *trans*-10, C18:1 *trans*-11, e C18:2.

Não houve efeito dos planos nutricionais ($P > 0,05$) sobre as proporções de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poli-insaturados (AGPI), ácidos graxos ômega 6 (n-6), ácidos graxos ômega 3 (n-3), relação AGPI:AGS e n-6:n-3 (Tabela 7). Como as proporções são obtidas pelo somatório dos ácidos graxos obtidos anteriormente, no qual se observou ausência de efeito dos planos nutricionais, esperava-se comportamento similar, conforme foi obtido.

Tabela 7. Proporção (%) de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poli-insaturados (AGPI), ácidos graxos n-6, ácidos graxos n-3, relação AGPI:AGS e n-6:n-3 do músculo *Longissimus lumborum* de novilhos mestiços suplementados em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizhantha* cv. Marandu

| Item | Planos Nutricionais ¹ | | CV% | Significância ² |
|----------|----------------------------------|-------|-------|----------------------------|
| | 1 | 2 | | P |
| AGPI | 6,75 | 6,28 | 38,61 | 0,6936 |
| AGMI | 38,66 | 37,85 | 11,00 | 0,6748 |
| AGS | 54,26 | 55,44 | 10,10 | 0,6587 |
| n-6 | 4,74 | 4,51 | 46,04 | 0,8204 |
| n-3 | 1,02 | 0,92 | 36,75 | 0,5454 |
| AGPI:AGS | 0,12 | 0,11 | 45,25 | 0,7140 |
| n-6:n-3 | 4,50 | 4,78 | 19,00 | 0,5078 |

¹(P1) = Plano nutricional 1: mistura mineral *ad libitum* (estações chuvosas 1 e 2) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ do Peso corporal (PC) (estação seca); (P2) = Plano nutricional 2: suplemento nitrogenado/energético de 2 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 1), suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 2 g.kg⁻¹ PC (estação seca) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 2); ² (P) significativo se $P < 0,05$, não significativo se $P > 0,05$, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Nos animais ruminantes, os lipídeos provenientes da dieta são quase totalmente hidrolisados e hidrogenados pela população microbiana ruminal. Esse processo conduz ao desaparecimento de 70% a 90% dos AGPI, os quais são transformados em AGS ou

AGMI. Os valores encontrados neste trabalho resultaram em maior proporção de AGS com média de 54,85%, seguida de 38,25% de AGMI e 6,5% para os AGPI.

Segundo Pinho et al. (2011), nos animais que são terminados a pasto, a fração lipídica caracteriza-se por apresentar maiores quantidades de ácidos graxos poli-insaturados. Bressan et al. (2016) observaram proporções do AGS de 47,29%, AGMI 41,10% e 10,82%, quando os animais foram terminados em pastagens e em confinamento 49,63%, 41,30% e 9,07% para os AGS, AGMI, AGPI, respectivamente.

Diferente do observado no presente estudo, no qual foi obtido maior proporção de AGS, Scollan et al. (2006) relatam que a gordura intramuscular em bovinos apresenta uma média de 0,45-0,48 de AGS, 0,35-0,45 AGMI e de 0,05 AGPI. Aliado a isso, a relação AGPI:AGS para a carne bovina é tipicamente baixa em cerca de 0,1, exceto para animais muito magros (< 1% de gordura intramuscular), nos quais as proporções AGPI:AGS são muito maiores ~ 0,5-0,7. A média da razão entre AGPI:AGS foi de 0,12 e 0,11 para os planos nutricionais 1 e 2, respectivamente. A importância em verificar essa proporção em sistemas de produção de bovinos, está relacionada com a mudança de hábitos alimentares dos consumidores atuais que demandam por uma carne mais saudável e, conseqüentemente, com presença considerável de AGPI.

Quanto à proporção de ácidos graxos n-6 e n-3, estudos demonstram que animais em sistemas de criação a pasto apresentam uma maior proporção de ácidos n-3 que são considerados benéficos a saúde humana. Apesar dos animais terem sido criados a pasto, utilizando o plano nutricional 2, em que os animais receberam em todo o período experimental suplementação nitrogenada-energética, a quantidade fornecida não foi suficiente para promover alterações, com redução nos níveis de n-3, com médias de 4,50 e 4,78 para os planos nutricionais 1 e 2, respectivamente.

Em revisão feita por Daley et al. (2010), demonstraram que nenhuma mudança significativa quanto a concentração de n-6 é notada entre dietas feitas a pasto e em confinamento utilizando grãos, apesar de que, a carne do animal alimentado a pasto mostra um maior teor de n-3 em relação as carnes obtidas de animais em confinamento, criando um ambiente mais favorável para a razão n-6:n-3. Há uma série de estudos que relatam efeitos positivos da maior ingestão de n-3 em doenças cardiovasculares.

Adicionalmente, Salter (2013) reportaram que a razão n-6:n-3 para a carne bovina considerada benéfica é baixa (geralmente < 3), refletindo as quantidades significativas de AGPI, principalmente os n-3, particularmente o ácido linolênico (18:3 n-3). As carnes dos animais obtidas apresentaram valores dentro dos recomendados pelas organizações

de saúde, ficando perto do limite considerado indesejável para saúde humana. Segundo a FAO (2010), apesar de serem ácidos graxos benéficos à saúde humana, a razão n-6/n-3 recomenda é entre 4:1 e 5:1, valor médio encontrado na carne de origem nacional.

4 CONCLUSÕES

Planos nutricionais de recria e terminação com baixos níveis de suplementação proteico-energética não promove alterações nas características da carcaça, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lomborum*. Para os parâmetros físico-químicos, ao se utilizar maiores quantidades de suplemento ao longo do ciclo, com fornecimento de suplementação proteico-energética em todas as estações, a força de cisalhamento é alterada, apresentando menor valor.

O plano nutricional 1 é a suplementação mais indicada para ser utilizada nas fases de recria e terminação para bovinos mestiços.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

AL-JAMMAS, M.; AGABRIEL, J.; VERNET, J.; ORTIGUES-MARTY, I. The chemical composition of carcasses can be predicted from proxy traits in finishing male beef cattle: A meta-analysis. **Meat Science**, n.119, p.174-184, 2016.

ANDRADE, E. N.; POLIZEL NETO, A.; ROÇA, R. O.; FARIA, M. H.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R.; PINHEIRO, R. S. B. Beef quality of young Angus × Nellore cattle supplemented with rumen-protected lipids during rearing and fattening periods. **Meat Science**, n.98, p.591-598, 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18. ed. Washington: AOAC. 2010. 1094p.

BARONI, C.E.S.; LANA, R.P.; MANCIO, A.B.; QUEIROZ, A.C.; SVERZUT, C.B.; MENDONÇA, B.P.C. Desempenho de novilhos suplementados e terminados em pasto, na seca, e avaliação do pasto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.373-381, 2010.

BAUMAN, D.; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of CLA and its incorporation into meat and milk of ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.117, 1999.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.

BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, E. C.; PAULA, M. D. L. D.; RAMOS, E. M.; PORTUGAL, P. V.; SILVA, J. S.; TELO DA GAMA, L. Differences in intramuscular fatty acid profiles among Bos indicus and crossbred Bos taurus×Bos indicus bulls finished on pasture or with concentrate feed in Brazil. **Italian Journal of Animal Science**, v. 15, n. 1, p. 10-21, 2016.

COSTA, D. P. B.; ROÇA, R. O.; COSTA, Q. P. B.; LANNA, D. P. D.; LIMA, E. S.; BARROS, W. M. Meat characteristics of Nellore steers fed whole cottonseed. **Braz. J. Animal Science**, n.42, p.183-192, 2013.

DALEY, C. A.; ABBOTT, A. DOYLEL, P. S.; NADER, G. A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, v. 9, n. 10, p. 1-12, 2010.

FAO. Fats and fatty acids in human nutrition Report of an expert consultation. **FAO food and nutrition paper**, v.91, p.180, 2010.

GUERRERO, A.; VALERO, M. V.; CAMPO, M. M.; SAÑUDO, C. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, n.35, p.335-347, 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Pecuária**. 2017. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite couro-ovos_201701caderno.pdf.> Acesso em 23 nov. 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **Animal and vegetable fats and oils preparation of methyl esters of fatty acids**. Geneve: ISO. Method ISO 5509, p.1-6, 1978.

JOHNSON, M.H.; BIDNER, T.D., MCMILLIN, K.W.; DUGAS, S.M. E HEMBRY, F.G. The effect of three temperature conditioning treatments and subcutaneous fat removal on lamb quality. **Journal Animal Science**, v.67, n.9, p.2309-2315, 1989.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6a ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

LIMA, E. S.; MORAIS, J. P. G.; ROÇA, R. O.; ANDRADE, E. N.; VALENTE, T. N. P.; COSTA, Q. P. B.; DEMINICIS, B. B. Effect of diferente sources of lipids in diet on the qualitative characteristics of Logissimus thoracis muscle of cattle finished in feedlots. **African Journal Agricultural Research**, n.10, p. 2835-2840, 2015b.

LIMA, E. S.; VALENTE, T. N. P.; ROÇA, R. O.; CEZARIO, A. S.; SANTOS, W. B. R.; DEMINICIUS, B. B.; RIBEIRO, J. C. Effect of Whole Cottonseed or Protected Fat Dietary Additives on Carcass Characteristics and Meat Quality of Beef Cattle: A review. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 5, p. 175, 2017.

LIMA JÚNIOR, D. M.; RANGEL, A. H. N.; URBANO, S. A.; MACIEL, M. V.; AMARO, L. P. A. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma Revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, n.5, v.4, p.351-358, 2011.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1 ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

MACHADO, P.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F.; PAULINO, P.V.R.; MARCONDES, M.I. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.64, n.3, p.683-692, 2012.

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

MAGGIONI, D.; MARQUES, J.A.; ROTTA, J.P.; PEROTTO, D.; DUCATTI, T.; VISENTAINER, G.V.; PRADO, I.N. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. **Livest Science**, n.127, v.23, p.176–82, 2010.

MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; MOLETTA, J.L.; PRADO, I.M.; PRADO, J.M. MACEDO, L.M.A.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Características físicoquímicas da carcaça e da carne de novilhas submetidas ao anestro cirúrgico ou mecânico terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1514-1522, 2006.

MELODY, J. L.; LONERGAN, S. M.; ROWE, L. J.; HUIATT, T. W.; MAYES, M. S.; HUFFLONERGAN, E. Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. **Journal of Animal Science**, n.82, v.4, p.1195–1205, 2004.

MENEZES, B.B. **Produção de carne bovina a pasto e diferentes estratégias de suplementação**. 2015. 56f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.

MENEZES, L. F. G.; SEGABINAZZI, L. R.; FREITAS, L. S.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; CALLEGARO, A. M.; JONER, G.; FILHO, D. C. A. Aspectos qualitativos da carcaça e carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados em pastagem tropical, recebendo diferentes níveis de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1557-1568, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requeriments of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C., 2000. 244p.

NEATH, K.E.; DEL BARRIO, A.N.; LAPITAN, R.M.; HERRERA, J. R. V.; CRUZ, L. C.; FUJIHARA, T.; KANAI, Y. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. **Meat Science**, v.75, p.499-505, 2007.

OR-RASHID, M. M.; ALZAHAL, O.; MCBRIDE, B. W. Comparative studies on the metabolism of linoleic acid by rumen bacteria, protozoa, and their mixture in vitro. **Applied Microbiology and Biotechnology**, n.89, p.387-395, 2011.

PONNAMPALAM, E. N.; BUTLER, K. L.; JACOB, R. H.; PETHICK, D. W.; BALL, A. J.; EDWARDS, J. E. H.; HOPKINS, D. L. Health beneficial long chain omega-3 fatty acid levels in Australian lamb managed under extensive finishing systems. **Meat Science**, v. 96, n. 2, p. 1104-1110, 2014.

PERINI, J. Â. L.; STEVANATO, F. B.; SARGI, S. C.; VISENTAINER, J. E. L.; DALALIO, M. M. O.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista Nutrição**, Campinas, SP, v. 23, n. 6, 2010.

PINHO, A. P. S.; BARCELLOS, J. O. J.2, PERIPOLLI, V. KINDLEIN, L. ARAÚJO, J. R.; FILHO, D. C. A. Perfil lipídico da gordura intramuscular de cortes e marcas

comerciais de carne bovina. **Revista Brasileira em Zootecnia**, v.40, n.5, p.1134-1142, 2011.

REZENDE, P. L. D. P.; RESTLE, J.; FERNANDES, J. J. D. R.; FREITAS NETO, M. D. D.; PRADO, C. S.; PEREIRA, M. L. R. Carcass and meat characteristics of crossbred steers submitted to different nutritional strategies at growing and finishing phases. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 875-881, 2012.

RUBIANO, G.A.G.; ARRIGONI, M.B; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E.; GONÇALVES, H.C.; ANGERAMI, C.N. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.12, p.2490-2498, 2009.

SALTER, A. M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. **Animal**, v. 7, p. 163-171, 2013.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M. R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.109-113, 2004.

SALDANHA, T.; SAWAYA, A. C. H. F.; EBERLIN, M. N.; BRAGAGNOLO, N. HPLC Separation and Determination of 12 Cholesterol Oxidation Products in Fish: Comparative Study of RI, UV, and APCI-MS Detectors. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.54, p. 4107-4113, 2006.

SCOLLAN, N. D.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERG, D.; RICHARDSON, I. MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, n.9, p.831-841, 2006.

TOLDR, F. **Handbook of meat processing**. Blackwell Publishing, p. 561, 2010.

USDA – **DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS**. Números e exportações, 2015. Disponível em:<<http://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/cattle-beef.aspx>>. Acesso em 20/09/2017.

WANER, R. D.; GREENWOOD, P. L.; PETHICK, D. W.; FERQUSON, D. M. Genetic and environmental effects on meat quality. **Meat Science**, Barking, v.86, n.1, p.171-183, 2010.

WHEELER, T.T.; CUNDIFF, L.V.; KOCK, R.M. Effects of marbling degree on palatability and caloric content of beef. **Beef Research – Progress Report**, v.71, n.4, p.133, 1995.

ZHANG, S. X.; FAROUK, M. M.; YOUNG, O. A.; WIELICZKO, K. J.; PODMORE, C. Functional stability of frozen normal and high pH beef. **Meat Science**, n.69, v.4, p.765–772, 2005.

IV – CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DE NOVILHOS MESTIÇOS EM PASTAGEM DE *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizantha* cv. Marandu, ATRAVÉS DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

RESUMO - Objetivou-se avaliar o efeito de planos nutricionais sobre as variáveis de consumo, digestibilidade, avaliação econômica, características de carcaça, parâmetros físico-químicos, composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne de novilhos mestiços mantidos em pastagem de *Brachiaria (Syn. Uruchloa) brizantha* cv. Marandu, através da análise de componentes principais, que estruturaram quatro conjuntos de dados com n medidas (variáveis) realizadas sobre m amostras, sendo as variáveis de consumo e digestibilidade, características da carcaça e da carne, perfil de ácidos graxos da carne e avaliação econômica para os conjuntos A1, A2, A3 e A4, respectivamente. Os resultados indicaram que a técnica de componentes principais foi eficiente na formação de agrupamentos com registro de alguns pontos distribuídos desuniformemente. Quanto às variáveis de consumo e digestibilidade, todas apresentaram alta correlação com o componente principal 1 (CP), sendo considerado como um descritor global. Para as características da carcaça e da carne, pode-se destacar o pH, força de cisalhamento e colesterol com correlação alta com o CP 1. Para os ácidos graxos, não foi observado um padrão de agrupamento por tratamento (A e B). E para as variáveis econômicas, as variáveis de rentabilidade tiveram uma alta correlação com o CP 1 e as variáveis de renda com o CP 2. A análise de componentes principais possibilitou explicar as variáveis, utilizando um conjunto substancialmente menor, contendo a maior parte da informação do conjunto original, obtendo síntese de informações, o que não é possível com a análise univariada.

Palavras-chave: carcaça, digestibilidade, matriz, variância.

CHAPTER 2

EVALUATION OF SUPPLEMENTATION OF STEERS CROSSBRED IN PASTURE OF *Brachiaria* (Syn. *Uruchloa*) *brizantha* cv. Marandu, THROUGH THE ANALYSIS OF MAIN COMPONENTS

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of nutritional plans on the variables of intake, digestibility, economic evaluation, carcass characteristics, physicochemical parameters, centesimal composition and meat fatty acid profile of crossbred steers kept in pasture *Brachiaria* (Syn. *Uruchloa*) *brizantha* cv. Marandu, through the analysis of principal components, which structured four data sets with n measures (variables) performed on m samples, being the variables of consumption and digestibility, carcass and meat characteristics, meat fatty acid profile and economic evaluation for sets $A1$, $A2$, $A3$ and $A4$, respectively. The results indicated that the main components technique was efficient in the formation of clusters with some points distributed unevenly. Regarding the variables of consumption and digestibility, all presented a high correlation with the principal component 1 (PC), being considered as a global descriptor. For carcass and meat characteristics, pH, shear force and cholesterol with high correlation with PC 1 can be highlighted. For fatty acids was not observed a pattern collation by treatment (A and B). And for the economic variables, the profitability variables had a high correlation with the PC 1 and the income variables with the PC 2. The analysis of main components made it possible to explain the variables using a substantially smaller set containing most of the information of the set obtaining information synthesis, which is not possible with the univariate analysis.

Key words: carcass, digestibility, matrix, variance.

1 INTRODUÇÃO

O grande desafio dos sistemas de produção de carne bovina em pastagens, está na utilização de conhecimentos e alternativas tecnológicas capazes de elevar a produtividade e a qualidade do produto de forma sustentável, considerando os aspectos biológicos, econômicos e ambientais. Para tanto, faz-se necessário potencializar o desempenho dos animais e otimizar a utilização dos recursos forrageiros basais, que consistem nos principais objetivos das estratégias de manejo a serem adotadas (Reis et al., 2012).

Para possibilitar um maior desempenho dos animais, atendendo as demandas nutricionais e as exigências para ganhos satisfatórios, propiciando o abate de animais mais jovem, abaixo de 24 meses e carne de melhor qualidade, faz-se necessária a suplementação dos animais, sobretudo nos períodos críticos de produção de forragem. Nesse prisma, é necessário um manejo nutricional adequado, suprimindo as exigências de cada categoria animal (fase de recria ou terminação), de acordo com as épocas do ano (seca ou chuvosa), adequando o tipo de suplemento (energético, proteico ou proteico-energético) ideal para produção de animais precoces com carcaças de qualidade.

Ao longo dos anos, vários estudos foram conduzidos para obter níveis adequados para a suplementação dos animais em diferentes sistemas de criação. Nesse contexto, a utilização de suplementos com baixos níveis apresenta-se como alternativa interessante do ponto de vista econômico, possibilitando a produção de animais mais precoces para o abate, requerendo, para tanto, que as pastagens sejam bem manejadas. Após a obtenção de dados confiáveis, principalmente aquelas relacionadas às características de produção e de carcaça e carne, uma alternativa interessante, visando abordagem diferenciada dos dados, seria a utilização de técnicas de estatística como a análise multivariada.

A estatística multivariada apresenta métodos estatísticos utilizados em situações nas quais as diferentes variáveis são apresentadas, ao mesmo tempo, tornando mais complexa a análise por métodos comuns de estatística univariada (Mingoti, 2005).

Entre as técnicas da estatística multivariada, destaca-se a análise dos componentes principais, que tem como objetivo transformar linearmente um conjunto original de variáveis, em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão, denominadas de componentes principais, inicialmente correlacionadas entre si, num conjunto substancialmente menor de variáveis não correlacionadas que contém a maior parte da informação do conjunto original (Hongyu et al., 2016).

Ao se realizar uma análise de componentes principais, espera-se que quase a totalidade das informações das variáveis originais esteja guardada nos primeiros componentes principais. Assim, promovendo uma simplificação estrutural dos dados, ao mesmo tempo em que preserva ao máximo as informações originais (Pereira e Pereira, 2004; Pacheco et al., 2013). Esse tipo de simplificação facilita a realização de inferências a respeito de algum fenômeno, sobre todo o grupo de variáveis (Ferreira, 2011).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de planos nutricionais sobre as variáveis de consumo, digestibilidade, avaliação econômica, características da carcaça, parâmetros físico-químicos, composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne de novilhos mestiços mantidos em pastagem de *Brachiaria* (*Syn. Uruçloa*) *brizantha* cv. Marandu, através da análise de componentes principais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta de dados

Os dados de consumo, digestibilidade, avaliação econômica foram obtidas da tese intitulada Bioeconomicidade de baixos níveis de suplementação para novilhos Girolandos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Rocha, 2017).

As características de carcaça foram obtidas do músculo *Longissimus lomborum* dos animais provenientes do experimento anterior que utilizaram dois planos nutricionais:

- Plano nutricional 1(PN1/A): mistura mineral *ad libitum* (estações chuvosas 1 e 2) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ do Peso corporal (PC) (estação seca).

- Plano nutricional 2 (PN2/B): suplemento nitrogenado/energético de 2 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 1), suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 2 g.kg⁻¹ PC (estação seca) e suplemento nitrogenado/energético na quantidade de 1 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 2).

Ao final do experimento, os animais foram pesados e conduzidos até o frigorífico comercial, onde se procedeu ao abate dos animais. Após o abate, as carcaças foram identificadas, pesadas e realizadas as avaliações das características quantitativas da carcaça. O peso de carcaça quente (PCQ) foi determinado logo após o abate, antes da carcaça entrar na câmara fria. O rendimento de carcaça quente (RCQ) foi estabelecido pela razão entre o peso de carcaça quente e o Peso corporal final.

Na meia carcaça esquerda, foi feito um corte horizontal entre a 12^a e a 13^a costela com o objetivo de expor o músculo *Longissimus lomborum* para a aferição da área do músculo, traçando seu contorno em papel vegetal e, posteriormente, a área foi medida com auxílio de um planímetro para determinação da área de olho de lombo (AOL) em cm². A “placa plástica” utilizada foi desenvolvida por Luchiari Filho (2000). No mesmo local, foi medida a espessura de gordura subcutânea (EGS) obtida pela média aritmética de três observações na parte cranial, medial e final do músculo.

Para área de olho de lombo por 100 kg de peso vivo (cm²), utilizou-se a seguinte equação:

$$AOL_{PCQ} = (AOL)/(PCQ/100).$$

O ratio foi obtido pelo cálculo da relação entre altura e largura da área de olho de lombo, mensuradas através de uma régua graduada.

Em seguida, as amostras de músculo foram coletadas e imediatamente armazenadas à temperatura de -10°C , até realização das análises laboratoriais para determinação da composição centesimal, parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne.

2.2 Composição centesimal

Para a determinação da umidade, pesou-se, aproximadamente, 2 g de carne, adicionados em cadinhos e levados a estufa sem circulação de ar, a uma temperatura de 100 a 105°C por 2 h. Posteriormente, foram retirados, colocados em dessecador e submetidos a uma nova pesagem. As amostras foram levadas à estufa, por períodos de 30 minutos até obtenção de peso constante, em que se calculou o teor de umidade nas amostras (AOAC, 2010).

De acordo com o método gravimétrico 923.03 da AOAC (2010) com calcinação a 550°C , pelo tempo de 6 h, em forno mufla, determinou-se a matéria mineral. Cerca de 2 g de amostra da carne foram colocadas em cadinhos, levados ao forno mufla, para sua queima e, em seguida, colocados no dessecador até peso constante, seguidos por uma nova pesagem.

A proteína bruta foi analisada segundo o método Micro-Kjeldahl (procedimento 920.87) da AOAC (2010), que se baseia na quantificação do nitrogênio total e pelo fator de conversão de 6,25 determina-se o valor da proteína bruta.

Para determinação dos lipídeos totais, utilizou-se metodologia proposta por (Bligh & Dyer, 1959).

2.3 Perfil de ácidos graxos

Para a quantificação dos ácidos graxos, as amostras de carne, o suplemento concentrado (milho e farelo de soja) e a forragem, foram submetidos à extração dos lipídios, segundo a metodologia proposta por (Bligh & Dyer, 1959). A extração da fração lipídica foi extraída com uma mistura de clorofórmio, metanol e água, respectivamente

(2:2:1,8 v/v/v). Foram pesadas cerca de 15g ($\pm 0,1$ mg) de amostra em um béquer de 250 mL, sendo a este adicionado 15mL de clorofórmio e 30mL de metanol, agitados por 5 minutos; após, adicionou-se mais 15 mL de clorofórmio, novamente agitando a mistura por mais 5 minutos. Em seguida, fez-se a adição de 15ml de água destilada à solução, mantendo esta em agitação por mais 5 minutos. A solução obtida foi filtrada a vácuo em funil de Büchner, com papel filtro quantitativo, sendo ao resíduo adicionado mais 15 mL de clorofórmio, mantendo sob agitação por 5 minutos. Filtrou-se o resíduo fazendo-se uso do mesmo papel de filtro e o béquer lavado com 10 mL de clorofórmio. O filtrado foi recolhido em funil de separação; após a separação das fases, a inferior contendo o clorofórmio e a matéria graxa foi drenada para um balão previamente tarado, sendo a solução concentrada em rota-vapor (banho-maria a 33°/34°). O resíduo de solvente foi eliminado com fluxo de nitrogênio. A matéria restante no balão foi pesada e o teor de lipídeos determinado gravimetricamente.

Para extração da matéria graxa do milho, da soja e da forragem, e para a determinação do perfil em ácidos graxos, na etapa de extração lipídica por Bligh & Dyer (1959), foi corrigido o teor de umidade para 80%.

A transesterificação dos triacilgliceróis foi realizada conforme o método 5509 da ISO (1978). Aproximadamente 200 mg da matéria lipídica extraída foi transferida para tubos de 10 mL com tampa rosqueável, adicionados 2 mL de n-heptano e a mistura agitada até completa dissolução. Em seguida, foram adicionados 2 mL de KOH 2 mol L⁻¹ em metanol, sendo o frasco hermeticamente fechado e a mistura submetida a uma agitação vigorosa em vortéx, até a obtenção de uma solução levemente turva. Após a ocorrência da separação das fases, a superior (heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foi transferida para microtubos tipo ependorf de 2 mL de capacidade, fechados hermeticamente e armazenados em freezer (-18°C), para posterior análise cromatográfica.

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados por um cromatógrafo a gás Shimadzu, modelo GC-2010 Plus, equipado com Detector de Ionização de Chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida Rt-2560 (100 m, 0,25 mm d.i). As vazões dos gases (White Martins) foram de 40 mL.min⁻¹ para o gás de arraste (H₂); 30 mL.min⁻¹ para o gás auxiliar (N₂) e 4.000 mL.min⁻¹ para o ar sintético da chama. A razão da divisão da amostra foi de 90:10. Os parâmetros de funcionamento foram estabelecidos após verificação da condição de melhor resolução. As temperaturas do injetor e detector foram 225°C e 260°C, respectivamente. A temperatura da coluna foi programada a 140°C por 5 minutos, seguido por uma rampa de 3°C/min até atingir 245°C por 20 minutos. O tempo total de

análise foi de 60 minutos. As injeções foram realizadas em duplicata, e os volumes das injeções foram de 0,7 µL. As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas através do software LCSolution®.

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação de tempo de retenção dos constituintes da amostra com uma mistura de 37 padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (189-19 Sigma, EUA) e por comparação com os tempos de retenção com os ésteres metílicos de padrões, contendo os isômeros geométricos c9t11 e t10c12 do ácido linoleico (O-5632 Sigma, EUA).

2.4 Extração e identificação do colesterol da carne

A extração foi realizada em duplicata por saponificação direta e posterior extração com hexano, de acordo com Saldanha et al. (2004), com modificações sobre o tipo e tempo de saponificação baseados em Saldanha et al. (2006).

Para extração da matéria insaponificável, foram adicionados em um tubo falcon, com capacidade de 50 ml, 2,0 g de carne, 4 mL de solução aquosa de hidróxido de potássio (KOH) a 50% (m/v) e 6,0 ml de álcool etílico P.A. Na sequência, a amostra foi misturada em um vortéx durante um minuto, a mistura foi mantida em repouso durante 22 horas ao abrigo da luz e a temperatura ambiente para completar a reação de saponificação. Em seguida, foram adicionados 5,0 ml de água destilada e 10 mL de n-hexano a mistura, que foi novamente agitada em vortéx durante 5 minutos. Em seguida, essa nova mistura foi adicionada em um funil de decantação para separação das fases, a camada superior foi recolhida e o n-hexano foi evaporado em temperatura ambiente em um evaporador rotativo. O resíduo foi suspenso em 2,5 mL de acetonitrila e isopropanol (85:15, v/v), a mesma fase utilizada como fase móvel de HPLC. As amostras foram filtradas através de uma membrana de fluoreto de polivinilidieno (PVDF) com um diâmetro de poro de 0,45 µm e injetado em HPLC.

Utilizou-se um cromatógrafo líquido de alta eficiência (SHIMADZU), equipado com duas bombas (LC-20 AR), um desgaseificador on-line (DGU – 20 A_{5R}), uma válvula de injeção Rheodyne com 20 µL de loop de amostra e detector UV-Visível (SPD – 20 A). A coluna analítica usada foi C18, 250 x 4,6mm x 5µm (Shimpack, Shimadzu). A fase móvel constituiu-se de acetonitrila:isopropanol (85:15), usando um fluxo isocrático na vazão de 2mL/min, sendo o tempo de análise 20 minutos. Os solventes utilizados foram grau cromatográfico, filtrados e desgaseificados em ultrassom antes do uso. Os

cromatogramas foram processados a 210nm, e o volume de injeção foi de 20 μ L. A identificação do colesterol foi realizada através de comparação do tempo de retenção das amostras com o padrão, e a quantificação do colesterol foi realizada por padronização externa. Foram construídas curvas analíticas para todos os analitos por injeção de soluções padrão dos compostos, relacionando a solução à concentração com a resposta do equipamento (área do pico), e as concentrações das amostras dos analitos foram calculadas pela interpolação de seus sinais analíticos nas curvas analíticas. Os dados cromatográficos foram processados com o Software LabSolutions® (Shimadzu).

2.5 Parâmetros físico-químicos

2.5.1 Cor

Os músculos coletados foram descongelados sob refrigeração (5°C), por cerca de 12 h, e expostos à luz natural e a mistura de gases atmosféricos por um período prévio de 30 minutos, objetivando que eles retornassem a sua cor natural, mantidos sob uma placa de polietileno e em ambiente com baixa luminosidade, onde, em seguida, realizou-se a determinação da cor por meio da colorimetria, utilizando o colorímetro (Miniscan EZ-4500, Hunterlab). Os valores da cor foram expressos por meio do sistema CIE (Comissão Internacional de Iluminação) $L^*a^*b^*$, que possui escala uniforme, em que L^* mede luminosidade que varia de 0 (preto puro) a 100 (branco puro); a^* (tonalidade), mede a variação de vermelho para verde; e b^* (saturação) mede a variação de amarelo ao azul. As coordenadas L^* , a^* e b^* foram mensuradas em dois pontos distintos da superfície interna do músculo, sendo calculada, posteriormente, a média das duplicatas de cada coordenada por animal. Para tanto, o colorímetro foi posicionado perpendicularmente sobre a superfície muscular em cada unidade amostral.

2.5.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

Através do uso de uma centrífuga, procedeu-se à análise de capacidade de retenção de água, em que 1,0 g de amostra moída da carne foi pesada em papel filtro, colocada em tubo de polietileno com tampa rosqueável, levada para centrifugação por um período de 4 minutos a 1500 rpm e, em seguida, pesada e colocada para secar em estufa a 70°C, durante 12 h. Após a secagem em estufa, as amostras foram retiradas e, em

seguida, pesadas. A capacidade de retenção de água foi determinada pela seguinte fórmula:

$$\text{CRA \%} = \frac{\text{Peso da amostra centrifugada} - \text{peso da amostra seca}}{\text{Peso inicial da amostra antes da centrifugação}}$$

2.5.3 Perdas de peso por cocção (PPC)

Para a perda de peso por cocção, seguiu-se a metodologia descrita por Johnson et al. (1989), na qual cortaram-se duas amostras do músculo, com espessura aproximada de 2,5 cm, sendo pesadas em balança semi-analítica (B-TEC2109, Tecnal), envoltas em papel alumínio e colocadas sob cocção em uma chapa aquecedora (0313F21, Quimis) a uma temperatura de 150°C. Foram viradas ao atingirem 35°C e mantidas na chapa, até atingirem a temperatura interna de 72°C. O monitoramento da temperatura interna foi realizado com auxílio de um termômetro digital (Termopar). Na sequência, as amostras foram mantidas em temperatura ambiente para seu resfriamento e, em seguida, pesadas. Através da diferença entre o peso inicial e peso final de cada amostra, calculou-se a perda de peso por cocção em gramas.

2.5.4 Força de cisalhamento (FC)

Para a determinação da força de cisalhamento, foi utilizado o aparelho Texture Analyser, acoplado a lâmina de aço inox tipo Warner-Bratzler Blade, com capacidade de 50 kg e velocidade entre 1,5 a 10 milímetros/segundo. Para a realização do ensaio, foi adotado o procedimento padronizado e proposto por Wheeler et al. (1995), segundo o qual as amostras foram assadas até atingirem temperatura interna de 71°C. Em seguida, foi realizado o corte com cilindro de 2,5 cm de diâmetro em sentido longitudinal às fibras musculares, sendo retiradas três medidas por amostra.

2.5.5 Análise de pH

A determinação do pH foi realizada em triplicata em três pontos distintos do músculo, com auxílio de um peagâmetro de bancada da marca Quimis 0400MT.

Misturou-se, num Becker de 200 mL, 50g de amostra homogeneizada num Turrax MA 385/3 da Marconi, com 10 mL de água destilada para facilitar a penetração do eletrodo. Ajustou-se o peagâmetro com solução tampão de pH entre 4 a 7.

2.6 Delineamento experimental dos dados

As amostras foram organizadas em um conjunto de dados e, a partir desse, foram constituídos quatro conjuntos (A1, A2, A3 e A4) diferentes. Os conjuntos de dados foram construídos com n medidas do consumo e digestibilidade, das características físico-químicas do músculo *Longissimus lumborum*, perfil de ácidos graxos e avaliação econômica, realizadas sobre as m amostras de carne dos animais submetidos aos dois planos nutricionais, de modo que foram formados conjuntos com $m \times n$ elementos (m linhas correspondentes às amostras e n colunas, correspondentes as variáveis).

Para o conjunto de dados (A1), utilizou-se, 11 medidas relativas às variáveis de consumo e digestibilidade ($n=11$): consumo de matéria seca da forragem (CMSF), consumo de matéria seca do suplemento (CMSS), consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (CFDNcp), consumo de matéria orgânica (CMO), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de extrato etéreo (CEE), coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (CDMO), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) e coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutra corrigida para cinzas e proteína (CDFDNcp), por 22 linhas relacionadas ao número de animais mestiços submetidos a dois planos nutricionais ($m=22$).

Para o segundo conjunto de dados (A2), utilizou-se 17 medidas diferentes relativas às variáveis quantitativas e qualitativas da carcaça ($n=17$): peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça quente (RQC), área de olho de lombo por 100 kg de Peso corporal (AO_{LPCQ}), espessura de gordura subcutânea (EGS), ratio, pH, capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (FC), perda de peso por cocção (PPC), luminosidade (L*), índice de vermelho (a*), índice de amarelo (b*), umidade, proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), lipídeos totais e colesterol, composta por 21 linhas relacionadas as amostras de carne de animais mestiços submetidos a dois planos nutricionais ($m=21$).

Para o terceiro conjunto de dados (A3), utilizou-se seis colunas relativas às variáveis do perfil de ácidos graxos da carne ($n=5$): ômega 3, ômega 6, ácidos graxos

saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), composta de 18 linhas relacionadas ao número de amostras de carne do músculo *Longissimus lumborum* obtidas do experimento de animais mestiços submetidos a dois planos nutricionais ($m=18$).

O quarto conjunto de dados (A4) foi composto por 14 colunas relativas às variáveis econômicas ($n=14$): real retornado por real aplicado (R\$ RETOR.), taxa mensal de retorno (TXMENS.), lucratividade (LUCRAT.) capital investido na atividade em reais (CAPINVEST.), retorno da aplicação em reais (RETORNO 6%), retorno obtido com a suplementação em reais (RETOR SUPL.), taxa interna de retorno em % ao mês (TIR), renda bruta por hectare (RBHA), renda bruta por animal no período em R\$.ANIMAL⁻¹ (RBANI), renda líquida em R\$.ha⁻¹ (RLÍQUIDA) e renda bruta por período (RBPERÍODO), e VPL 4, 8, 12, composta por 22 linhas relacionadas ao número de animais mestiços submetidos a dois planos nutricionais ($m=22$).

2.7 Medidas de dispersão e padronização do conjunto de dados

Foram realizadas as determinações de algumas medidas de dispersão, a saber, desvio padrão e coeficiente de variação. A partir desse resultado, fez-se a padronização dos dados, que consistiu na implementação de uma nova variável (Z) com média zero e desvio padrão igual a 1, eliminando as diferenças entre as unidades de medidas das variáveis estudadas (Equação 1).

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Onde Z : nova variável (forma padrão)

X : variável

μ : média

σ : desvio padrão

2.8 Análises estatísticas multivariadas dos dados

Para realização das análises estatísticas multivariadas com a técnica de componentes principais, foram utilizados os procedimentos descritos em SAS, do pacote computacional SAS, versão SAS Studio.

2.8.1 Análise de Componentes Principais

A partir do conjunto de médias padronizadas obtido no item 2.7, foi realizada a transformação das variáveis Z em um novo sistema de coordenadas com eixos ortogonais, dando origem aos componentes principais (CP's), obtidos através de combinações lineares (Equação 2).

$$CP_i = a_{i,1}Z_1 + a_{i,2}Z_2 + \dots + a_{i,n}Z_n$$

com $i = 1, 2, \dots, n$, em que:

CP_i : i -ésimo componente principal;

$a_{i,1}, a_{i,2}, \dots, a_{i,n}$ elementos do i -ésimo autovetor (a_i) normalizado, associado ao i -ésimo autovalor (λ_i) do i -ésimo componente principal (CP_i).

Para a escolha do número de componentes principais, foi considerado o critério de fatores interpretáveis e o critério de Kaiser, que selecionaram os primeiros k componentes principais que retêm, juntos, a maior proporção de variância dos atributos originais (acima de 70% da variância) e autovalor maior que um. Já para a seleção de variáveis, avaliou-se no componente de maior autovalor, as variáveis que apresentam, em valor absoluto e maior correlação. O mesmo procedimento foi realizado nos demais componentes principais selecionados a partir dos critérios acima estabelecidos.

Para o descarte de variáveis, utilizou-se o método proposto por Pereira & Pereira (2004) no qual é realizado o descarte da variável com menor valor para a soma dos coeficientes de determinação ($\sum r^2_{ijr}$) nos p primeiros componentes, sendo p o número de

componentes a serem efetivamente usados na interpretação dos resultados, e o descarte feito passo a passo, retirando uma variável de cada vez, repetindo a análise até atingir o número de variáveis a serem retidas. A escolha do número de variáveis retidas foi feito utilizando o critério de separação dos tratamentos através dos gráficos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o conjunto *AI* relativo às variáveis de consumo e digestibilidade ($n=11$), obteve-se como resultado duas componentes principais (CP). A porcentagem de variância total explicada pela primeira componente foi de 68,33% e, pela segunda, 25,09% (Tabela 1). Juntas, as duas primeiras componentes representaram 93,42% da variância dos dados.

Tabela 1. Resultados da análise de componentes principais para os primeiros dois componentes principais das variáveis de consumo e digestibilidade

| Componentes | Autovalores | % de variação | Varição acumulada (%) |
|-------------|-------------|---------------|-----------------------|
| 1 | 6,14 | 68,33 | 68,33 |
| 2 | 2,26 | 25,09 | 93,42 |

Para melhor ajuste dos dados, procedeu-se ao descarte de variáveis, eliminando uma a uma. Foram descartadas as variáveis CDFDNcp e, em seguida, o CDEE. Provavelmente, essas variáveis tiveram pouca variação entre as amostras, e menor variação entre os planos nutricionais. Dessa forma, de um total de 11 variáveis, nove foram consideradas importantes na variação total dos planos nutricionais utilizados.

Na sequência, tem-se que todas as variáveis de consumo obtiveram correlação alta com o CP 1. Assim, CP1 é um descritor global do consumo e da digestibilidade, enquanto o CP 2 descreve o CMSF e CDFDNcp (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson para variáveis de consumo e digestibilidade

| Variáveis | CP 1 | CP 2 |
|-----------|------|-------|
| CMSF | 0,73 | -0,67 |
| CMSS | 0,79 | 0,52 |
| CFDNcp | 0,74 | -0,66 |
| CMO | 0,90 | -0,42 |
| CPB | 0,96 | 0,14 |
| CEE | 0,91 | -0,38 |
| CDMS | 0,79 | 0,48 |
| CDMO | 0,79 | 0,48 |
| CDPB | 0,78 | 0,56 |

Como pode ser observado na figura 1, o CP 1 é o componente mais importante, pois as amostras foram separadas por ele e tiveram pouca influência de CP 2. Todos os

coeficientes de consumo e digestibilidade tiveram valores de correlação positiva (Tabela 2) com CP 1, e os animais do Plano nutricional 2 (B) tiveram maiores valores de CP 1 que o plano 2, principalmente para as variáveis CMO, CPB e CEE, resultante do maior consumo de suplemento nitrogenado/energético.

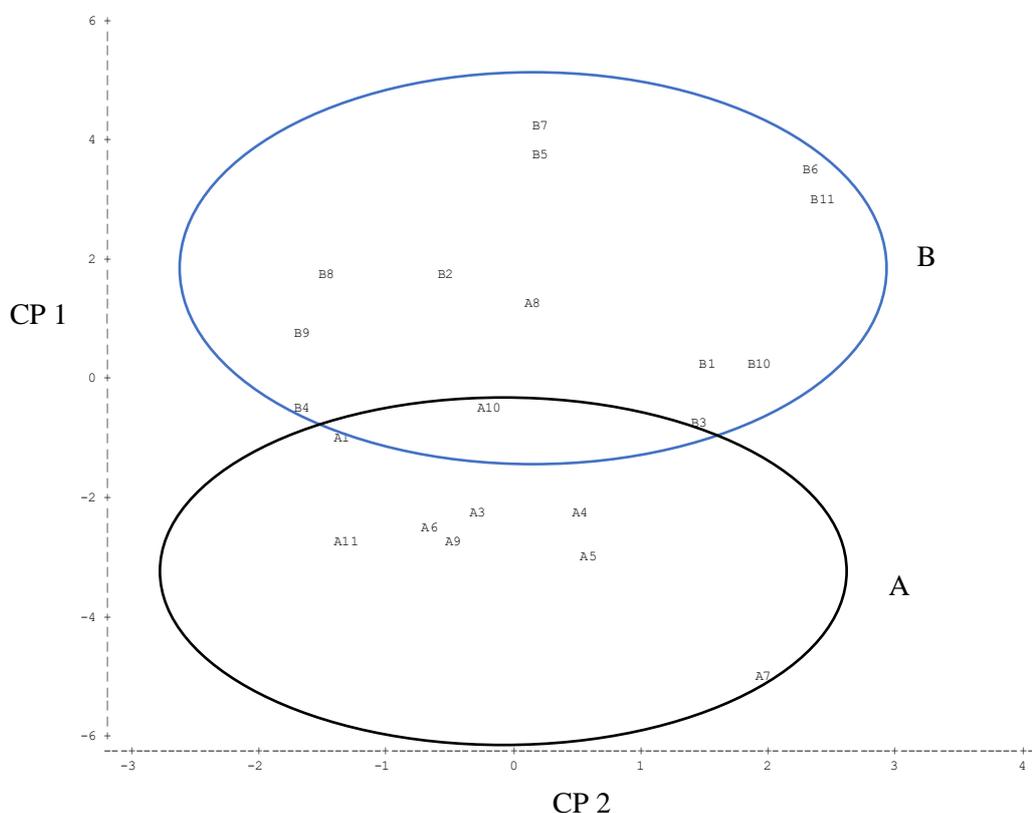


Figura 1. Gráfico dos consumos e digestibilidades: componente principal 1 (CP 1) x componente principal 2 (CP 2); A (plano nutricional 1); B (plano nutricional 2).

O CP 1 apresentou 68,33% da variação total, e é o componente que melhor representa a variação dos dados, sendo que as variáveis que estão relacionadas a esse componente apresentam maior importância relativa, e podem determinar a característica de cada grupo estudado.

Corroborando com este resultado, Silva et al. (2009) relataram que o nível de suplementação crescente aumenta a possibilidade de redução do consumo de forragem, sendo mais observado quando a ingestão de suplemento supera os níveis de 2 ou 3 g.kg.⁻¹ PC.

Para o conjunto A2 relacionado às variáveis físico-químicas do músculo *longissimus* (n=17), realizou-se o procedimento de descarte de variáveis utilizando o

mesmo critério estabelecido para o conjunto A1. As variáveis selecionadas e descartadas apresentaram correlações significativas entre si, ou seja, as variáveis descartadas foram redundantes (responsáveis pelo mesmo tipo de correlação já contida nas variáveis selecionadas).

Utilizou-se o procedimento de descarte de variáveis pela possibilidade de se descartar características que contribuíssem pouco para discriminar os animais submetidos aos diferentes planos nutricionais. No entanto, é importante considerar que a redução no número de características, com a eliminação daquelas que menos contribuem para a variação total, deve facilitar as interpretações sem causar perda considerável de informação.

A primeira variável descartada foi a perda de peso por cocção, seguida de peso de carcaça quente, matéria mineral, proteína bruta, lipídios totais, umidade, espessura de gordura subcutânea e luminosidade. No total de 17 variáveis, após a análise de componentes principais e realização do descarte de variáveis, apenas dez variáveis foram consideradas importantes na variação total dos planos nutricionais utilizados.

Em sequência ao descarte, permaneceram as variáveis quantitativas da carcaça: Rendimento de carcaça quente (RCQ), Área de olho de lombo por 100 kg de peso vivo (AOLpq) e Ratio. Para os parâmetros físico-químicos: pH, a* (índice de vermelho) e b* (índice de amarelo), força de cisalhamento (FC) e capacidade de retenção de água (CRA) e para composição centesimal o colesterol.

A partir da utilização dessas características da carne, através da combinação linear das variáveis originais, obteve-se, como resultado, quatro componentes principais (CP), sendo que os percentuais da variação dos dados explicados pela CP1, CP2, CP3 e CP 4 foram 25,26%, 20,30%, 17,49% e 16,71%, respectivamente, totalizando 79,76% da variância (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados da análise de componentes principais para os primeiros quatro componentes principais das variáveis quantitativas e qualitativas da carcaça

| Componentes | Autovalores | % de variação | Varição acumulada (%) |
|-------------|-------------|---------------|-----------------------|
| 1 | 2,27 | 25,26 | 25,26 |
| 2 | 1,82 | 20,30 | 45,56 |
| 3 | 1,57 | 17,49 | 63,05 |
| 4 | 1,50 | 16,71 | 79,76 |

As variáveis associadas ao CP 1 foram pH, força de cisalhamento (FC) e colesterol, para a CP 2 o RCQ, AOL_{PCQ}, CRA, para o CP 3, AOL_{PCQ}, Ratio e para a CP 4, a* e b* baseado nos maiores coeficientes de correlação entre as variáveis originais e os componentes selecionados (Tabela 4). É importante considerar que cada componente teve um significado próprio e relevante, possibilitando que a variância total seja melhor distribuída entre os quatro componentes. As CP 2 e CP 3 estão associadas, principalmente, às características da carcaça, enquanto CP 4 representam os parâmetros relacionados a cor da carne.

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson para variáveis quantitativas e qualitativas da carcaça

| Variáveis | CP 1 | CP 2 | CP 3 | CP 4 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| RCQ | 0,05 | -0,78 | 0,22 | -0,09 |
| AOL _{PCQ} | 0,15 | 0,65 | 0,64 | -0,28 |
| RATIO | 0,44 | -0,47 | 0,61 | -0,15 |
| pH | 0,65 | 0,23 | -0,37 | -0,42 |
| a* | 0,50 | 0,10 | -0,07 | 0,75 |
| b* | -0,33 | 0,17 | 0,50 | 0,71 |
| FC | 0,82 | -0,10 | 0,42 | -0,04 |
| CRA | 0,29 | 0,67 | 0,04 | -0,02 |
| COL | -0,71 | 0,15 | 0,41 | -0,39 |

Dentre as combinações dos componentes principais, a que proporcionou uma melhor separação dos dados foi CP 1 x CP 2. Apesar da CP 1 representar apenas 25,26% da variação dos dados, esse foi o componente que melhor representou as diferenças entre os planos nutricionais, permitindo melhor separação dos tratamentos. Assim, as variáveis que estão relacionadas a esse componente, apresentaram maior importância relativa e podem determinar a característica de cada plano nutricional estudado (Figura 2).

A força de cisalhamento e pH apresentaram correlação positiva com o CP 1, logo o plano nutricional 1 (A), proporcionou uma carne com maior força de cisalhamento, estando relacionado aos animais que receberam na maior parte do período experimental (estação chuvosa 1 e 2) apenas suplemento mineral, o que indica que esses animais precisariam pastear mais para suprir suas exigências de nutrientes. Já o colesterol apresentou correlação negativa com CP 1, indicando que os animais que receberam o plano nutricional 2, com suplementação proteica/energética com 2 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 1 e estação seca) e 1 g.kg⁻¹ PC (estação chuvosa 2) ao longo do período

experimental apresentaram um maior teor de colesterol proporcionado pelo acréscimo de nutrientes provenientes do suplemento.

Segundo Osório et al. (2012), a composição química da carne varia com a idade, região corporal e o tipo e qualidade da dieta. À medida que avança a idade, reduz a maciez da carne, logo a suplementação aumenta o aporte de energia ao animal e a taxa de ganho de peso, que pode aumentar a deposição de tecido muscular e adiposo (Baroni et al., 2010; Machado et al., 2012), de forma a produzir carcaças jovens com carne macia e adequado acabamento.

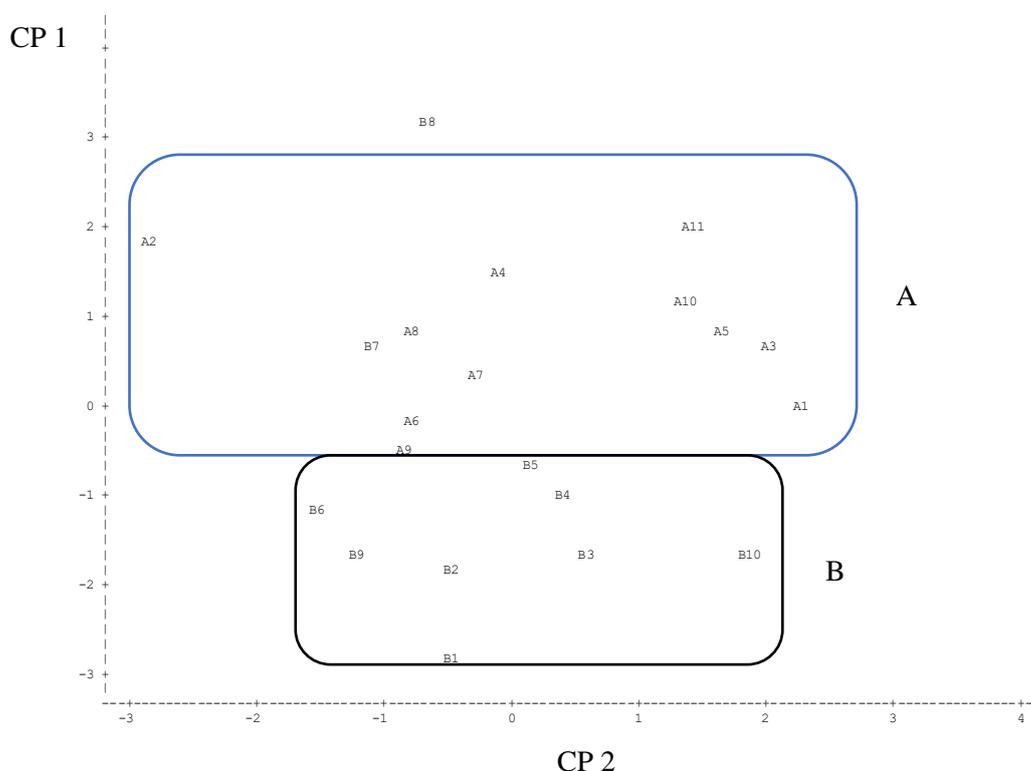


Figura 2. Gráfico das características da carcaça e da carne: componente principal 1 (CP 1) x componente principal 2 (CP 2); A (plano nutricional 1); B (plano nutricional 2).

Em estudo conduzido por Baldassini et al. (2017), em que utilizaram a análise de componentes principais para caracterizar variáveis de qualidade da carne no músculo *longissimus thoracis*, sendo estas, a AOL, EGS, marmoreio, força de cisalhamento, índice de fragmentação de miofibrilar, perda de peso por cocção e coloração (luminosidade - L*, índice de azul - a* e índice de amarelo - b*), verificaram que foram necessários quatro componentes principais para explicar as características de qualidade de carne, com uma variação acumulada de 66%, sendo que o primeiro componente principal explicou,

aproximadamente, 30% da variação total, e a cor da carne (índice de amarelo e luminosidade) foi mais eficaz para definir o primeiro componente principal. A força de cisalhamento e perdas de peso por cocção foram mais efetivas para definir o segundo CP, com 17% da variação total. A espessura de gordura subcutânea e lipídeos totais tiveram uma variação total de 10% e uma alta correlação com o terceiro CP. Os resultados encontrados por esses autores reforçam os obtidos no presente estudo, que, ao avaliar características de qualidade de carne e de carcaça, é preciso um número maior de componentes principais.

O conjunto A3 foi relacionado ao perfil de ácidos graxos da carne ($n=5$), ácidos graxos ômega 3, ácidos graxos ômega 6, ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) de amostras de carne obtidas do experimento de animais mestiços submetidos a dosi planos nutricionais. A partir da análise de CP foram obtidos dois componentes principais, com os percentuais da variação dos dados explicados pela CP 1 e CP 2 de 70,21% e 27,51%, respectivamente, totalizando 97,73% da variância (Tabela 5).

Tabela 5. Resultados da análise de componentes principais para os primeiros dois componentes principais do perfil de ácidos graxos da carne

| Componentes | Autovalores | % de variação | Variação acumulada (%) |
|-------------|-------------|---------------|------------------------|
| 1 | 3,51 | 70,21 | 70,21 |
| 2 | 1,37 | 27,51 | 97,73 |

Avaliando o gráfico (Figura 3), pode-se observar que não houve a formação de um padrão de agrupamento por tratamento (A e B). Como a análise de componentes principais, identifica a relação entre as características extraídas dos dados. Pode-se dizer que as amostras de carne apresentaram propriedades muito semelhantes quanto ao perfil de ácidos graxos e que não houve impacto dos planos nutricionais utilizados, o que dificultou a separação dos dados.

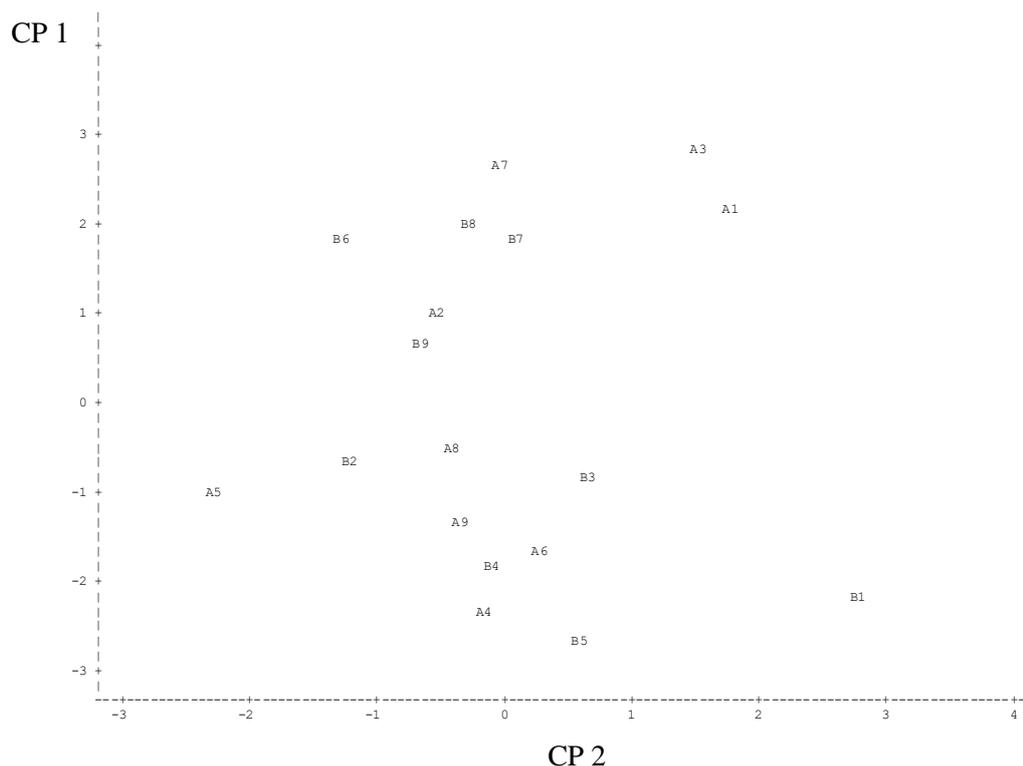


Figura 3. Gráfico do perfil de ácidos graxos da carne: componente principal 1 (CP 1) x componente principal 2 (CP 2); A (plano nutricional 1); B (plano nutricional 2).

As variáveis associadas ao CP 1 foram: ômega 3, ômega 6, ácidos graxos saturados e poli-insaturados. Para o CP 2, apenas os ácidos graxos monoinsaturados (Tabela 6).

Tabela 6. Coeficientes de correlação de Pearson para perfil de ácidos graxos da carne

| Variáveis | CP 1 | CP 2 |
|------------------|-------|-------|
| Ômega 3 | 0,89 | 0,37 |
| Ômega 6 | 0,94 | 0,29 |
| Saturados | -0,84 | 0,54 |
| Monoinsaturados | 0,46 | -0,89 |
| Poli-insaturados | 0,96 | 0,27 |

A CP 1 apresentou 70,21% da variação e foi o componente que melhor representou a distribuição dos dados (Tabela 5). Os ácidos graxos saturados apresentaram correlação negativa com CP 1, no entanto, não permitiu a separação dos dados (Figura 3).

Segundo Shingfield et al. (2013), a alimentação a base de forragem, em comparação com o uso de concentrados durante o período de acabamento, é

frequentemente associada a uma diminuição da concentração de ácidos graxos saturados e a um aumento da concentração de monoinsaturados no músculo, e o potencial para alterar a composição de ácidos graxos do músculo bovino por nutrição é determinado, em grande parte, pela biohidrogenação ruminal de lipídios alimentares. Porém, no presente estudo, a quantidade de suplemento utilizado nos planos nutricionais não foi suficiente para promover alterações no perfil de ácidos graxos.

Para o conjunto A4, relativo às variáveis econômicas ($n=14$), obteve-se como resultado dois componentes principais (CP), sendo que os percentuais da variação dos dados explicados pela CP 1 e CP 2 foram 58,60% e 36,45%, respectivamente, totalizando 95,05% da variância.

Tabela 7. Resultados da análise de componentes principais para os primeiros dois componentes principais das variáveis de avaliação econômica

| Componentes | Autovalores | % de variação | Variação acumulada (%) |
|-------------|-------------|---------------|------------------------|
| 1 | 8,20 | 58,60 | 58,60 |
| 2 | 5,10 | 36,45 | 95,05 |

As variáveis associadas ao CP 1, foram real retornado por real aplicado (R\$ RETOR.), taxa mensal de retorno (TXMENS.), lucratividade (LUCRAT.); capital investido na atividade em reais (CAPINVEST.), retorno da aplicação em reais (RETORNO 6%), retorno obtido com a suplementação em reais (RETOR SUPL.), taxa interna de retorno em % ao mês (TIR), e para o CP 2, renda bruta em R\$.ha¹ (RBHA), renda bruta por animal no período em R\$.ANIMAL⁻¹ (RBANI), renda líquida em R\$.ha⁻¹ (RLÍQUIDA), renda bruta por período (RBPÉRIODO) e as variáveis valor presente líquido (VPL) em R\$.ha⁻¹, sendo 4, 8 e 12 a taxa mínima de atratividade ao ano e em %, representando, 0,33%, 0,67% e 1% ao mês, baseado nos maiores coeficientes. Logo, o CP 1 representa os indicativos de rentabilidade, enquanto o CP 2 representa variáveis de renda (Tabela 8).

Como o CP 1 representa 58,60% da variação, e é o componente que explica a variação dos dados, as variáveis que estão relacionadas a esse componente, apresentam maior importância relativa, e podem determinar a característica de cada plano nutricional. Paralelamente, os animais que receberam o plano nutricional 1 (A), apresentaram alta correlação com as características de retorno e lucratividade, logo, pode-se inferir que a não utilização de suplemento nitrogenado/energético na maior parte dos períodos de

criação (fases recria e terminação) dos animais proporcionou um maior retorno econômico.

Tabela 8. Coeficientes de correlação de Pearson para variáveis econômicas

| Variáveis | CP 1 | CP 2 |
|---------------|-------|-------|
| RBHA | -0,24 | 0,96 |
| RBANI | -0,24 | 0,96 |
| RLIQUIDA | 0,66 | 0,74 |
| REALRETOR | 0,96 | -0,12 |
| TXMENS | 0,96 | -0,12 |
| LUCRATI | 0,97 | -0,17 |
| RBPERIODO | -0,16 | 0,88 |
| CAPINVES | -0,87 | 0,43 |
| RETORNO 6% | -0,87 | 0,43 |
| RETORNO SUPL. | 0,96 | -0,12 |
| TIR | 0,97 | -0,12 |
| VPL4 | 0,68 | 0,72 |
| VPL8 | 0,70 | 0,71 |
| VPL12 | 0,71 | 0,69 |

No entanto, é importante considerar que as características CAPINVEST e RETORNO 6%, apresentaram correlação negativa com o CP 1 (Tabela 8), e os animais que receberam o plano nutricional 2 (B), apresentaram maior capital investido, devido ao investimento com suplemento. Como o retorno a 6% foi considerado em cima do capital que foi investido, logo, o plano nutricional 2 apresentou o maior investimento e refletiu em maiores retornos. No entanto, o retorno obtido com a suplementação foi maior para o plano nutricional 1.

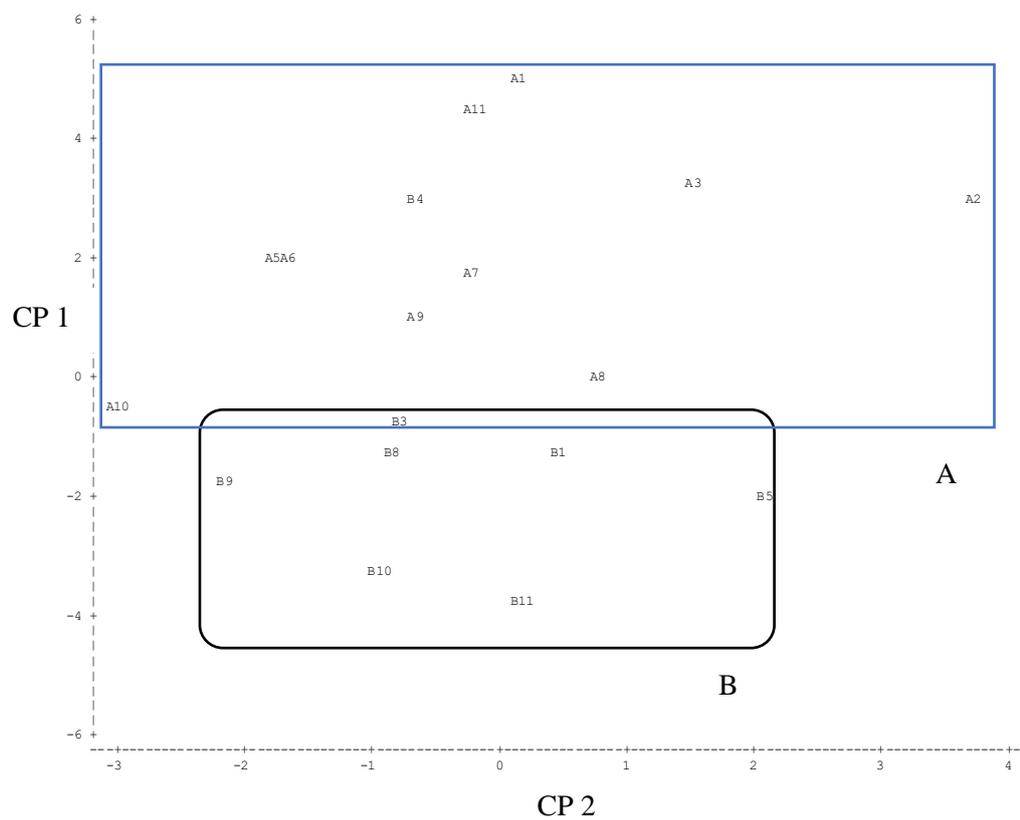


Figura 4. Gráfico da avaliação econômica: componente principal 1 (Prin 1) x componente principal 2 (Prin 2); A (plano nutricional 1); B (plano nutricional 2).

4 CONCLUSÕES

A análise de componentes principais possibilitou explicar as variáveis, utilizando um conjunto substancialmente menor contendo a maior parte da informação do conjunto original, obtendo síntese de informações, o que não é possível com a análise univariada.

Com base nos resultados obtidos para características físicas e químicas do músculo *longissimus*, pode-se verificar que 41,18% das variáveis analisadas foram redundantes. Dessa forma, nas condições em que o experimento foi executado, as análises de perda de peso por cocção, peso de carcaça quente, matéria mineral, proteína bruta, lipídeos totais, umidade, espessura de gordura subcutânea e luminosidade foram descartadas, sendo necessário mais estudos com estratégias de suplementação, para confirmar a importância dessas variáveis, para que se possa reduzir mão de obra, tempo despendido com análises e recursos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18. ed. Washington: AOAC. 2010. 1094p.

BALDASSINI, W. A.; CHARDULO, L. A. L.; SILVA, J. A. V.; MALHEIROS, J. M.; DIAS, V. A. D.; ESPIGOLAN, R.; PADILHA, P. M. Meat quality traits of Nellore bulls according to different degrees of backfat thickness: a multivariate approach. **Animal Production Science**, v.57, n.2, p.363-370, 2017.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.

FERREIRA, D.F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora UFLA, 2011. 675p.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V.L.M.; OLIVEIRA JÚNIOR, G.J. de. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **Engineering and Science**, v. 1, ed.5, p.83-90, 2016.

JOHNSON, M.H.; BIDNER, T.D., MCMILLIN, K.W.; DUGAS, S.M. E HEMBRY, F.G. The effect of three temperature conditioning treatments and subcutaneous fat removal on lamb quality. **Journal Animal Science**, v.67, n.9, p.2309-2315, 1989.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1 ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

MACHADO, P.A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M. F.; PAULINO, P. V. R.; MARCONDES, M. I. Desempenho e exigências de energia e proteína de bovinos de corte em pasto suplementados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.683-692, 2012.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2005.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M. R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.1, p.109-113, 2004.

SALDANHA, T.; SAWAYA, A. C. H. F.; EBERLIN, M. N.; BRAGAGNOLO, N. HPLC Separation and Determination of 12 Cholesterol Oxidation Products in Fish: Comparative Study of RI, UV, and APCI-MS Detectors. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.54, p. 4107-4113, 2006.

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

ROCHA, W.J.B. **Bioeconomicidade de baixos níveis de suplementação para novilhos girolandos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. marandu**. 2017. 71p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga.

PACHECO, J.; CASADO, S.; PORRAS, S. Exact methods for variable selection in principal component analysis: Guide functions and pre-selection. **Computational Statistics and Data Analysis**, v.57, p. 95–111, 2013.

PEREIRA, E. B. B.; PEREIRA, M. B. Um critério para o descarte de variáveis na análise de componentes principais. **Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas e da Terra**. v.23, n. 1-2, p. 1-7, 2004.

SHINGFIELD, K. J.; BONNET, M.; SCOLAN, N. D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v.7, p.132-162, 2013.

SILVA, F.F., SÁ, J.F.; SCHIO, A.R.; SÁ J.F.; SILVA, R.R.; ITAVO, L.C.V.; 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. (supl. especial).

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; VARGAS JUNIOR, F.M.; FERNANDES, A.R.M.; SENO, L. de O., ALMEIDA RICARDO, H. de; ROSSINI, F. C; ORRICO JUNIOR, M. A. P. Critérios para abate do animal e a qualidade da carne. **Revista Agrarian**, v.5, n.18, p.433-443, 2012.

WHEELER, T.T.; CUNDIFF, L.V.; KOCK, R.M. Effects of marbling degree on palatability and caloric content of beef. **Beef Research – Progress Report**, v.71, n.4, p.133, 1995.