

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR MILHETO SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS DA CARÇA E CARNE DE NOVILHOS
CONFINADOS DE DIFERENTES PREDOMINÂNCIAS GENÉTICAS**

Rodrigo Medeiros da Silva
Orientador: Prof. PhD. João Restle

GOIÂNIA-GO

2013



Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TE-DE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTE/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☐ Dissertação ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor: **Rodrigo Medeiros da Silva** E-mail: **rodrigo.medeiros@ueg.br**

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não

Vínculo Empregatício do autor: **Docente Regime Integ. Dedic. Docência/Pesquisa-RTIDP** Agência de fomento: Universidade Estadual de Goiás

País: **Brasil** UF: **Goiás** CNPJ: **01.112.580/0001-71** Sigla: **UEG**

Título: **SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR MILHETO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E CARNE DE NOVILHOS CONFINADOS DE DIFERENTES PREDOMINÂNCIAS GENÉTICAS**

Palavras-chave: **CLA, confinamento, gordura de cobertura, gordura intramuscular, peso de carcaça, traseiro especial.**

Título em outra língua: **REPLACEMENT OF CORN BY PEARL MILLET ON CARCASS AND MEAT TRAITS OF CONFINED STEERS OF DIFFERENT GENETIC PREDOMINANCE**

Palavras-chave em outra língua: **Carcass weight, CLA, confinement, fat thickness, intramuscular fat, special back.**

Área de concentração: **Produção Animal** Data defesa: (dd/mm/aaaa) **11/10/2013**

Programa de Pós-Graduação: **Ciência Animal**

Orientador(a): **Prof. PhD. João Restle** E-mail: **jorestle@terra.com.br**

Co-orientador(1): **Prof. Dr. João Teodoro Padua** E-mail: **teodoro@vet.ueg.br**

Co-orientador(2): **Prof. Dr. Juliano José de R. Fernandes** E-mail: **juliano@vet.ueg.br**

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?¹ ☒ total ☐ parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[] Capítulos. Especifique:

[] Outras restrições:

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Goiânia 8 de novembro de 2013

Assinatura do(a) autor(a)

¹ Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

RODRIGO MEDEIROS DA SILVA

**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO POR MILHETO SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E CARNE DE NOVILHOS
CONFINADOS DE DIFERENTES PREDOMINÂNCIAS GENÉTICAS**

Tese apresentada obtenção do grau de
Doutor em Ciência Animal junto à Escola de
Veterinária e Zootecnia da Universidade
Federal de Goiás

Área de Concentração:

Produção Animal

Orientador:

Prof. PhD. João Restle

Comitê de Orientação

Prof. Dr. João Teodoro Pádua

Prof. Dr. Juliano José de R. Fernandes

GOIÂNIA-GO

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

S586s Silva, Rodrigo Medeiros da.
Substituição do milho por milheto sobre as características da carcaça e carne de novilhos confinados de diferentes predominâncias genéticas [manuscrito] / Rodrigo Medeiros da Silva. - 2013.
85 f. : figs., tabs.

Orientador: Prof. PhD. João Retle; Coorientadores: Prof. Dr. João Teodoro Pádua, Prof. Dr. Juliano José de R. Fernandes.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2013.

Bibliografia.

1. Bovino de corte – Confinamento - Milheto. 2. Bovino de corte - Carcaças – Gordura intramuscular. I. Título.

CDU: 636.2.033

RODRIGO MEDEIROS DA SILVA

Tese defendida e aprovada em 11/10/2013 pela Banca Examinadora
constituída pelos professores:



Prof. Dr. João Restle - UFT/TO
(ORIENTADOR (A))



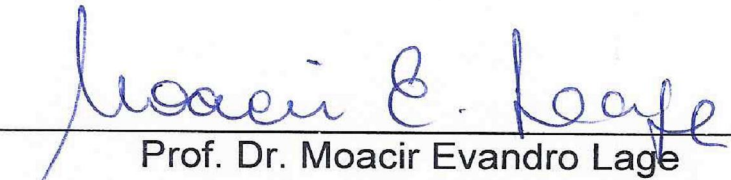
Prof. Dr. Rodrigo Zaiden Taveira – UEG/GO



Prof. Dr. Reinaldo Cunha de Oliveira Júnior - FMB



Profa. Dra. Eliane Sayuri Miyagi (memoria)



Prof. Dr. Moacir Evandro Lage

ãO maior valor da vida não é o que você obtém.

O maior valor da vida é o que você se torna.ò

Jim Rohn

A Deus e minha família, dedico.

AGRADECIMENTOS

Toda conquista é resultado de ações por um objetivo. Agradeço a Deus pela vida e saúde, pois me lembrar de que um dia não sabia aonde poderia chegar a meus estudos e hoje perceber que mais um objetivo está sendo conquistado... Tudo se resume na certeza que a caminhada nunca termina,

Família é a maior perfeição que Deus criou, mesmo tendo consciência que pessoas não são perfeitas, por isso, não sendo perfeito, agradeço a minha esposa Dilaila Domingues Pereira de Medeiros pela compreensão, o carinho e amor que me fortalece tanto, a nossa filha Ana Laura Domingues Pereira de Medeiros que nos motiva a lutar por um amanhã melhor e, agora, mais uma bênção que está por chegar, outra filha, Alice Domingues de Medeiros, que aguardamos já com tanto amor para somar nossa família e nos dar ainda mais incentivo para a felicidade.

Aos meus pais Alderico Honório da Silva e Maria de Fátima Silva que um dia sonharam em ter um filho doutor, meus irmãos Alessandro Medeiros da Silva, Cleide Cristiane da Silva, Alderico Júnior da Silva e nossa irmã de coração, Rosana Keith Medeiros Bastos, que está passando pela fase mais difícil de sua vida... A todos os sobrinhos e avós, Celso Félix de Medeiros e Maria Custódia de Medeiros.

A meu sogro Valdson Lourenço Pereira e minha sogra Elizabete Domingues de Oliveira Lourenço. A meus cunhados Dainer Domingues Lourenço Pereira e Jairton de Almeida Diniz Júnior e cunhadas Luciene Ferraz da Maia, Geiciane Domingues Pereira, Mônica Marília da Cruz.

Ao Prof. PhD. João Restle por ter me concedido a honra de ser seu orientado, divisão de conhecimentos, pela paciência amizade paternal e franqueza todo o tempo.

Aos Professores Dr. João Teodoro Pádua e Dr. Juliano José de R. Fernandes pela contribuição e amizade.

Ao Prof. Dr. Regis Luis Missio, pela amizade, conhecimento dividido, contribuição e demonstração de competência.

Ao amigo Prof. Dr. Paulo Santana Pacheco que sempre se colocou presente e disposto a contribuir com os trabalhos que desenvolvi.

A todos amigos que formam a equipe da Unidade Universitária da Universidade Estadual de Goiás de São Luís de Montes Belos, local que sempre foi e sempre será especial para mim (Professores, Servidores Técnico-Administrativos e Acadêmicos).

Aos amigos Zootecnistas e Professores Dr^a. Alliny das Graças Amaral, MSc. Daiane Aparecida Fausto, Dr^a. Eliane Sayuri Miyagi, e Dr. Rodrigo Zaiden Taveira.

Aos amigos que contribuíram com este trabalho: MSc. Alexey Heronville G. da Silva, MSc. Pedro Leonardo de Paula Rezende.

Ao colega de pós-graduação Dr. Ubirajara Oliveira Bilego, dedicado, competente, que cuidou todo o tempo do experimento de campo deste trabalho em Rio Verde por nós.

À COMIGO, cooperativa que investe tão bem em pesquisa e pessoas no Estado de Goiás.

À Universidade Federal de Goiás, através da EVZ, pela oportunidade de mais uma pós-graduação.

Ao Laboratório CPA/UFG, em nome do Prof. Dr. Moacir Evandro Lage, agradeço toda sua equipe técnica pela possibilidade da realização de todas as análises necessárias para estes resultados.

À FAPEG pela disponibilização de bolsa para auxílio desta e de outras tantas pós-graduações, para qualificação e aperfeiçoamento profissional em Goiás.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1 Introdução	1
1.2 Revisão de Literatura éé é é é é é é	3
1.2.1 Terminação de bovinos de corte	3
1.2.2 Produção de carcaça bovina é é é é é é é é é é é é é é é é éé é é é é é é	4
1.2.3 Influência dos cruzamentos nas características sensoriais da carne bovinaé é é é	5
1.2.4 Milho e milheto na composição de dietas para bovinos de corte	8
1.2.5 Ácidos graxos na carne bovina é é é é é é é é é é é é é é é é éé é é é é é é	10
1.3 Referências	12
CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E CARNE DE NOVILHOS DE DIFERENTES PREDOMINÂNCIAS GENÉTICAS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO PELO GRÃO DE MILHETO	18
Resumo	18
Abstract	19
Introdução	20
Material e Métodos	21
Resultados e Discussão	25
Conclusões éé é é é é é é	39
Referências Bibliográficas é ..é é é é é é é ..	40
CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXO NA CARNE DE NOVILHOS DE DIFERENTES PREDOMINÂNCIAS GENÉTICAS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO PELO GRÃO DE MILHETO é é éé é é é é é éé é é é é é é	45
Resumo	45
Abstract	46
Introdução	47
Material e Métodos	48
Resultados e Discussão	54

Conclusões	65
Referências Bibliográficas	66
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
ANEXOS	74

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1.	Composição bromatológica dos grãos de milho e milheto em diferentes trabalhos	9
-----------	---	---

CAPÍTULO 2

Tabela 1.	Composição percentual e química das dietas é é é é é ..	23
Tabela 2.	Variáveis referentes as características quantitativas da carcaça de novilhos mestiços com predominância europeu (E) e predominância zebu (Z), alimentados com níveis de grão de milheto em substituição ao de milho da dieta é	26
Tabela 3.	Matriz de correlação entre as características da carcaça	30
Tabela 4.	Matrizes de correlação para as características da carcaça, em função da predominância genética dos animais (diagonal superior: zebuínos; diagonal inferior: europeus) ...	32
Tabela 5.	Variáveis referentes às características qualitativas da carcaça de novilhos mestiços com predominância europeu (E) e predominância zebuino (Z), alimentados com níveis de milheto em substituição ao milho da dieta é é é é é é é ...	34
Tabela 6.	Variáveis referentes às características métricas da carcaça de novilhos mestiços com predominância europeu (E) e predominância zebuino (Z), alimentados com níveis de milheto em substituição ao milho da dieta é é é é é é é ...	36
Tabela 7.	Variáveis referentes aos cortes comerciais da carcaça de novilhos de mestiços com predominância européia (E) e predominância zebuina (Z), alimentados com níveis de grão de milheto em substituição ao grão de milho da dieta é é	38

CAPÍTULO 3

Tabela 1.	Composição percentual e química das dietas é é é é é	50
Tabela 2.	Variáveis quali-quantitativas da carne de novilhos mestiços de predominância genética européia (E) ou zebuina (Z), alimentados em confinamento com níveis de grão de milheto em substituição ao de milho da dieta é é	54
Tabela 3.	Variáveis referentes ao teor de umidade (U), proteína bruta (PB) e lipídios (L) da carne de novilhos mestiços de	

	predominância genética européia (E) e zebuína (Z), alimentados com níveis de grão de milheto em substituição ao de milho da dieta.	57
Tabela 4.	Variáveis referentes aos ácidos graxos saturados da carne de novilhos mestiços de predominância genética européia (E) e zebuína (Z), alimentados em confinamento com níveis de grão de milheto em substituição ao de milho da dieta é .	59
Tabela 5.	Variáveis referentes aos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) da carne de novilhos mestiços com predominância européia (E) e predominância zebuína (Z), alimentados com níveis de grão de milheto em substituição ao de milho da dieta é .	61
Tabela 6.	Variáveis referentes aos ácidos graxos polinsaturados (AGPI) da carne de novilhos mestiços de predominância europeu (E) e zebuína (Z), alimentados com níveis de grão de milheto em substituição ao de milho da dieta é é é é	63

LISTA DE ABREVIATURAS

AG	Ácidos graxos
AGI	Ácidos graxos insaturados
AGMI	Ácidos graxos monoinsaturados
AGPI	Ácidos graxos polinsaturados
AGS	Ácidos graxos saturados
AOL	Área do músculo <i>Longissimus dorsi</i>
EGS	Espessura de gordura subcutânea
GG	Grupos genéticos
PCQ	Peso de carcaça quente
PF	Pesos de abate
PI	Peso inicial
PLC	Perda de líquidos ao cozimento
PLD	Perda de líquidos ao descongelamento
RCQ	Rendimento de carcaça quente
RCF	Rendimento de carcaça fria
TCF	Temperatura da carcaça fria

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar as características de carcaça, da carne e perfil de ácidos graxos da carne de novilhos inteiros mestiços com predominância genotípica européia ou zebuína, alimentados em confinamento com dietas com elevada proporção de concentrado (80%) contendo diferentes níveis de grão de milheto moído em substituição ao grão de milho moído (0, 33, 66 e 100%). Foram confinados, em 16 baias coletivas, 45 novilhos com predominância genotípica européia e 44 novilhos com predominância genotípica zebuína, com peso médio inicial de 317,8 e 320,7 kg, respectivamente, e 21 meses de idade. Ao final do período de confinamento foram abatidos seis animais de cada grupo genético, escolhidos aleatoriamente dentro de cada nível de substituição do grão de milho pelo de milheto. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos em arranjo fatorial 4x2, utilizando seis repetições. A substituição do grão de milho pelo grão de milheto não influenciou significativamente os pesos de abate (480,4 kg), de carcaça quente (259,5 kg), rendimento de carcaça quente (54,1 %) e espessura de gordura subcutânea (3,95 mm). Novilhos com predominância genotípica européia apresentaram valores significativamente superiores para peso de abate (507,6 **vs** 453,3 kg), peso de carcaça quente (269,6 **vs** 249,3 kg) e área do músculo *Longissimus dorsi* (65,34 vs 56,83 cm²), porém, foram inferiores no rendimento de carcaça quente (53,2 vs 55,0 %). O avanço da percentagem do grão de milheto na dieta elevou linearmente a participação dos ácidos graxos araquídico (C20:0), heneicosanóico (C21:0), α -linolênico (C18:3 **n-3**) e di-homo α -linolênico (C20:3 **n-6**). Novilhos E apresentaram carne com menor ($P<0,05$) teor de mirístico (C14:0), heneicosanóico (C21:0) e α -linolênico (C18:3 **n-6**) do que novilhos Z. A concentração total de ácidos graxos saturados (45,2%), monoinsaturados (41,2%) e poliinsaturados (8,7%) e, a relação monoinsaturados/saturados (1,09) e poliinsaturados/saturados (0,18) não foram alterados pelos fatores estudados. O grão de milheto pode ser utilizado em substituição ao grão de milho, pois não altera as principais características de carcaça de interesse econômico de novilhos terminados em confinamento. O aumento da percentagem de grão de milheto na dieta de novilhos mestiços europeus ou zebuínos melhora a relação entre os ácidos graxos **n-6/n-3**.

Palavras-Chave: CLA, confinamento, gordura de cobertura, gordura intramuscular, peso de carcaça, traseiro especial.

ABSTRACT

This study aimed at assessing the carcass and meat traits as well as fatty acid profile of crossbred steers of European or zebu genotypic predominance, finished in feedlot, fed diets with high percentage of concentrate (80%) containing different levels of grounded millet grain as replacement for grounded corn grain (0, 33, 66 and 100%). We allocated in 16 collective pens 45 steers with European predominance and 44 with zebu-predominance, with average initial weight of 317.8 and 320.7 kg, respectively, and average age of 21 month. At the end of the finishing period, we slaughtered six animals of each genetic group, randomly chosen within each level of replacement of corn by millet grain. The experimental design was completely randomized with treatments in a 4x2 factorial arrangement using six replicates. The replacement of corn grain by millet grain did not significantly affect slaughter weight (480.4 kg), hot carcass weight (259.5 kg), carcass yield (54.1%) and subcutaneous fat thickness (3.95 mm). Steers with predominant European genotype showed significantly higher values for slaughter weight (507.6 **vs.** 453.3 kg), hot carcass weight (269.6 **vs.** 249.3 kg) and ***Longissimus dorsi*** area (65.34 vs 56.83 cm²); however, they had lower carcass yield (53,2 vs. 55,00%). Increasing the proportion of millet in the diet linearly increased the arachidic (C20:0), heneicosanoic (C21:0), ω linolenic (C18:3 n-3) and di-homo ω linolenic (C20:3 **n-6**) fatty acids. European steers meat showed less content of myristic (C14:0), heneicosanoic (C21:0) and ω linolenic (C18:3 **n-6**) fatty acids. The total concentration of saturated (45.2%), monounsaturated (41.2%) and polyunsaturated (8.7%) fatty acids and, monounsaturated/saturated (1.09) and polyunsaturated/saturated (0.18) relationship were not affected by the factors studied. Millet grain can be used in replacement of corn grain for finishing steers since it does not change carcass traits of economic interest. The increase in the percentage of millet grain in the diet of European and zebu crossbred steers improves the ratio between **n-6/n-3** fatty acids.

Keywords: Carcass weight, CLA, confinement, fat thickness, intramuscular fat, saw cut.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

O Brasil está inserido no mercado internacional como um dos principais produtores e exportadores de carne bovina do mundo. Todavia, os índices produtivos da pecuária brasileira ainda se encontram defasados em relação aos principais países produtores. Isso evidencia o grande potencial para aumento da produção de carne no país, ao contrário dos demais países produtores, fazendo frente ao aumento da demanda por carne bovina (ANUALPEC, 2012).

A estacionalidade na produção de forragem e a falta de planejamento nutricional estratégico permeiam como os principais entraves para o acréscimo de produtividade, bem como da qualidade de carne, na medida em que determinam elevada idade de abate e inadequado acabamento de carcaça. Isso associado ao fato da maior parcela do rebanho brasileiro ser constituído por animais zebuínos compromete o atendimento da demanda por carnes com melhores padrões de características químico-físicas da carne (maciez, cor, textura, teor de gordura, etc.).

Animais zebuínos são, reconhecidamente, produtores de carne com características químico-físicas menos desejáveis que animais europeus, fato associado não somente ao sistema de produção, mas também pelas características intrínsecas da carne e de temperamento desses genótipos (FELÍCIO, 1997; ALVES et al., 2005).

Vários autores demonstram que a utilização estratégica do confinamento é uma alternativa para obtenção de incrementos de produtividade e qualidade de carne (MENEZES et al., 2010), notoriamente para sistemas de produção baseados em pastagens tropicais. Essa estratégia de manejo possibilita que as diferenças quanto às características da carne relacionadas ao grupo genético sejam minimizadas (PACHECO et al., 2005; HADLICH et al., 2006), resultado do abate dos animais em idade jovem associado ao melhor acabamento de carcaça. No entanto, deve-se considerar essas argumentações não constituem um consenso na literatura (JOHNSON et al., 1990; RUBIANO et al., 2009).

O nível energético das dietas é um dos principais fatores determinantes do sucesso do período de terminação, influenciando o desempenho animal, bem como as características de carcaça e carne (MISSIO et al., 2009; MISSIO et al., 2010). No entanto, o aumento do nível energético representa, normalmente, elevação na proporção de concentrado da dieta, resultando em maiores custos com alimentação (GUESUALDI JR et al., 2000). Isso associado à elevação dos preços dos alimentos, notadamente do grão de milho, tem direcionado esforços na tentativa de encontrar-se alimentos alternativos que possam substituir total ou parcialmente o grão de milho, sem comprometer o desempenho animal e as características de carcaça e carne, beneficiando a margem de lucro na terminação de bovinos em confinamento.

O grão de milheto, nesse sentido, tem se destacado na alimentação de ruminantes, tanto pelo menor preço em relação ao grão de milho, como pelo seu valor nutritivo. Segundo HILL et al. (1996) é esperado que bovinos alimentados com grão de milheto e/ou misturas de grão milho com grão de milheto tenham desempenho similar àqueles alimentados com dietas tradicionais, em que se utilizam grãos de milho ou sorgo. No entanto, pesquisas desenvolvidas no intuito de avaliar o efeito desse grão sobre as características da carne ainda são insipientes.

A intensificação de pesquisas que apontem aos produtores as estratégias mais eficientes se torna necessária, o que em última análise, causará incremento valoroso nos índices zootécnicos da pecuária brasileira, proporcionado pela utilização de dietas e manejos mais adequados aos grupos genéticos e ingredientes disponíveis nas diversas regiões do país.

Com este trabalho objetivou-se avaliar a inclusão de milheto em substituição ao milho sob quatro índices percentuais na dieta de bovinos com predominância européia e zebuína, e influência nos resultados para características quantitativas e qualitativas da carcaça e carne.

1.2 Revisão de Literatura

1.2.1 Terminação de bovinos de corte

O fortalecimento da cadeia produtiva da carne bovina brasileira na economia mundial vai estar sempre dependente da capacidade que os sistemas de produção e os demais segmentos tenham em disponibilizar produtos saudáveis, de utilizar de forma conservadora os recursos não-renováveis, de garantir o bem-estar social, de aumentar a participação no mercado externo e de contribuir para a melhoria da equidade social (REZENDE & ANDRADE, 2000).

A fase de terminação é o período em que os animais são colocados para o acabamento, é a fase final da produção de bovinos de corte, sendo de grande importância aliar a seleção de melhores animais quando adquiridos através de compra. A escolha do sistema de melhor produtividade dentro da propriedade visa maior lucratividade na atividade, aliando a este o manejo e a nutrição adequada, a viabilidade econômica na pecuária de corte, que pode representar maior percentual de receitas ao longo do ciclo produtivo (VAZ & RESTLE, 1998).

Entre sistemas utilizados, através do uso de confinamento para a terminação de bovinos, busca-se a redução da idade de abate dos animais, produção de carne de melhor qualidade, retorno do capital investido em curto prazo, descanso das áreas de pastagem durante a seca, elevada produção de esterco, melhor rendimento de carcaça (LUCHIARI FILHO, 2000). É uma estratégia para terminação, em que a flexibilidade advém de parâmetros zootécnicos, bem como econômicos de cada região onde a pecuária se insere (OLIVEIRA et al., 2011).

Segundo LOPES et al. (2007) vários pesquisadores têm se preocupado em estudar diferentes aspectos da terminação de bovinos de corte em confinamento, tais como a nutrição (alimentos alternativos), instalações, tipos raciais, sexo e idade dos animais, mas consideram também importante, estudos sobre a viabilidade econômica dessa atividade e os fatores que influenciam sua rentabilidade, como o fator escala de produção.

Os sistemas de terminação de bovinos de corte precisam ser analisados economicamente, pois possuem implicações práticas de grande valia na análise sistêmica do empreendimento, em que nem sempre a melhor resposta biológica consiste na melhor resposta econômica (PACHECO et al., 2006).

No atual cenário do agronegócio brasileiro, a margem de lucro se torna cada vez menor e, sistemas de produção com maior escala têm menores custos totais unitários, podendo influenciar na lucratividade e rentabilidade (LOPES et al., 2007).

1.2.2 Produção de carcaça bovina

Independente do sistema de produção adotado, durante a comercialização dos animais, algumas características são importantes como: o peso de abate ou de carcaça (quente ou fria) e o grau de acabamento ou espessura de gordura da carcaça. Segundo RESTLE et al. (1999), o peso de carcaça normalmente buscado pelos frigoríficos é acima de 230 kg, no entanto, carcaças com menor peso (acima de 180 kg) estão sendo bem aceitas pelos açougues e supermercados, que associam pesos mais leves como sendo de animais mais jovens e, portanto, carne de melhor qualidade.

Quanto ao grau de acabamento ou espessura de gordura subcutânea da carcaça, os frigoríficos exigem carcaças com, no mínimo, 3 mm e, no máximo, 6 mm (MÜLLER, 1987; RESTLE et al., 1997; RESTLE et al., 1999). Abaixo de 3 mm, ocorre escurecimento da parte externa dos músculos expostos ao resfriamento, maior perda de líquidos, podendo contribuir de modo significativo na redução da sua maciez conferindo aspecto visual indesejável prejudicando a comercialização (MÜLLER, 1987; FELÍCIO & NORMAN, 1978).

Acima de 6 mm o prejuízo para o produtor se dá pelo recorte do excesso de gordura antes da pesagem da carcaça e alto custo em se produzir tecido adiposo, para o frigorífico, ocorre pelo maior custo operacional envolvido neste processo (COSTA et al., 2002).

Em bases constantes de idade, os cruzamentos específicos de touro ***Bos taurus*** x vaca Nelore ou os cruzamentos terminais de touro ***Bos taurus*** x vaca

F₁ (**Bos taurus** x Nelore), produzem mais carne que o Nelore exclusivo (PEROTTO et al., 2000).

Entre as características relativas à carcaça, a que se torna mais importante para o produtor não é qualidade ou acabamento, uma vez que a maioria dos frigoríficos paga a carcaça somente pelo peso. Acabamentos similares de carcaças de bovinos de corte pode ser resultado de ganho de peso médio diário similar, visto que a taxa de ganho de peso é o principal fator determinante da taxa de deposição de gordura na carcaça (NRC, 1996).

Segundo MENEZES et al. (2005) quando comparada em tratamentos com diferentes níveis de concentrado, a raça Nelore pode ser mais precoce quanto à deposição de gordura subcutânea do que a raça Charolês.

Similaridade de acabamento de carcaça em diferentes grupos genéticos pode ocorrer, segundo DI MARCO et al. (2007) avaliando crescimento de bovinos de corte, embora a taxa de deposição de gordura em relação à taxa de ganho de peso possa ser menor nos animais com predominância genética européia, em função do maior peso adulto, esses podem apresentar maior ganho de peso, enquanto que novilhos com predominância genética zebuína podem apresentar maior taxa de deposição de gordura em relação ao ganho de peso, em função do menor peso adulto, mas apresentaram menores taxas de ganho de peso.

1.2.3 Influência dos cruzamentos nas características sensoriais da carne bovina

As características sensoriais da carne são os atributos que impressionam os órgãos do sentido, de maneira mais ou menos apetecível, e que dificilmente podem ser medidos por instrumentos. É o caso dos atributos frescor, firmeza e palatabilidade, o primeiro envolvendo uma apreciação da aparência visual e olfativa, o segundo uma apreciação visual e tátil, e o terceiro, resultante de combinação de impressões visuais, olfativas e gustativas que se manifestam a partir da cocção, seguida da mastigação do alimento (FELÍCIO, 1999).

A cor é uma das principais características da carne que influencia a compra pelo consumidor, colorações mais escuras inibem a compra, por serem associadas à possível deterioração, entretanto, para MISSIO et al. (2009), a melhora desta característica é importante do ponto de vista dos vendedores finais, como supermercados e açougues, os quais terão maior comercialização e maior giro de capital.

O desempenho dos grupos genéticos sofre influência pelo efeito da região. Estudos verificaram que a partir de um rebanho-base com vacas zebuínas, altera-se a composição racial dos touros utilizados, adequando-se às características de carcaça dos produtos, tanto para atender mercados que valorizam carne magra, como o europeu, como àqueles que valorizam carne com maior quantidade de gordura, como o mercado asiático (TEIXEIRA et al., 2006).

A carne dos zebuínos era identificada como dura, porque além desses animais serem criados a pasto e abatidos mais velhos, se comparados com as raças precoces de bovinos americanos ou europeus, o número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno dos músculos também favorece a dureza da carne, além de pouco marmoreio e textura mais grosseira (OLIVEIRA, 2000; METZ et al., 2009). Através de melhor manejo nutricional e redução da idade ao abate, pode-se melhorar tanto características de carcaça quanto sensoriais de animais zebuínos.

A maciez assume posição de destaque entre as características de qualidade da carne bovina, sendo considerada a característica sensorial de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores. A dureza da carne pode ser dividida em dureza residual, causada pelo tecido conjuntivo e outras proteínas do estroma e, dureza de actomiosina, causada pelas proteínas miofibrilares (ALVES et al., 2005; ALVES & MANCIO, 2007).

Na influência para menor maciez da carne em ***Bos indicus***, há também o resultado da maior actividade da calpastatina (ROSSATO et al., 2010). A calpastatina é uma protease cálcio dependente, que atua inibindo a ação das calpaínas responsáveis pela fragmentação das estruturas miofibrilares e pelo amaciamento da carne no ***post mortem*** (KOOHARAIE, 1992; ALVES et al., 2005; ALVES & MANCIO, 2007; ROSSATO et al., 2010).

Outros fatores responsáveis por variações na maciez entre raças é o comprimento de sarcômero (KOOHMARAIE et al., 2002) e quantidade de colágeno total e colágeno insolúvel (PURSLOW, 2005).

Ocorrem vários fatores que influenciam na maciez, como a elevada idade dos animais abatidos devido a sistemas ineficientes de produção, o manejo pré e pós-abate, o estado nutricional dos animais e o fato de os rebanhos serem constituídos predominantemente por raças zebuínas. A qualidade final da carne é resultante de tudo o que aconteceu com o animal durante toda a cadeia produtiva (ALVES et al., 2005; ALVES & MANCIO, 2007).

RESTLE et al. (1999) avaliaram as características de carcaça e da carne de novilhos Hereford (H), cruzados 5/8 H 3/8 Nelore (N), 1/2 H 1/2 N e 1/4 H 3/4 N, terminados em confinamento dos 20 aos 24 meses de idade, utilizando como volumoso silagem de milho, cana-de-açúcar e concentrado. O peso de abate e o de carcaça fria foram maiores nos novilhos 1/2 H 1/2 N (443 e 236 kg), seguidos pelos 5/8 H 3/8 N (426 e 225 kg), o rendimento de carcaça aumentou com o acréscimo de gens N, sendo 48,91; 52,74; 53,37; e 54,23%, respectivamente. Para espessura de gordura subcutânea da carcaça e porcentagem de osso, músculo e gordura na carcaça não houve diferença ($P>0,05$), já a maciez da carne decresceu à medida que aumentou a porcentagem de Nelore no cruzamento.

BIANCHINI et al. (2007) estudando o efeito das diferentes proporções de composição genética Simental e Nelore sobre as características da carcaça e da carne de bovinos superprecoces, concluíram que os da raça Nelore possuem carne menos macia em comparação aos Simental e mestiços Nelore × Simental, sendo que estas diferenças desaparecem com a maturação da carne durante sete dias. Não encontraram diferenças significativas ($P>0,05$) entre os grupos genéticos para as variáveis: pesos de carcaça fria, de dianteiro e de traseiro, evidenciando a diminuição das diferenças entre raças em sistemas que permitem a produção de animais mais homogêneos.

ROSSATO et al. (2010) trabalhando com animais Nelore e Angus, encontraram diferenças para força de cisalhamento, sendo a maior para animais Nelore.

1.2.4 Milho e milheto na composição de dietas para bovinos de corte

De maneira geral, os volumosos utilizados nos confinamentos sempre foram considerados limitantes para alcançar maior eficiência, quer seja pelas perdas nas lavouras, até a própria conservação dos mesmos, incluindo ainda a baixa qualidade, tanto pela qualidade intrínseca do material ensilado, quanto pela falta de tecnologias adequadas para sua produção como no caso das silagens de milho e sorgo. Além disso, confinamentos com dietas com elevados níveis de volumosos, esbarram na parte operacional do seu fornecimento. Nestas condições, a utilização de dietas com elevada proporção de concentrado seriam alternativas importantes para viabilizar a utilização do confinamento (ARAÚJO et al., 1998; FERREIRA et al., 1998; GOMES JR et al., 2002; BRONDANI et al., 2004; MISSIO et al., 2010).

Segundo PRADO et al. (2000) entre os fatores que mais limitam o confinamento de bovinos de corte, com exceção do valor dos animais, está o custo da alimentação, tornando-se necessário combinar uma alimentação com as propriedades adequadas para bom desempenho animal e qualidade da carne com um custo viável.

O milho está entre os mais importantes cereais produzidos no mundo, como alimento, é a principal fonte de energia e importante fonte de aminoácidos nas dietas de aves e suínos (BUTOLO, 2002).

O uso deste em monogástricos o coloca no mercado ainda mais valorizado, dessa forma, a viabilidade da substituição do milho por outra fonte de energia, contribuiria para a redução nos custos com alimentação para animais confinados, necessária na redução de despesas, fundamentais para realização desses manejos (FIGUEIREDO et al., 2007; BENATTI et. al., 2012).

Dentre as alternativas para substituir o grão de milho na dieta de bovinos pode-se destacar o grão de milheto. RIBEIRO et al. (2004) registraram que o grão de milheto pode ser utilizado em substituição ao milho, uma vez que suas características nutritivas o qualificam como um alimento energético.

ROSTAGNO et al. (2005), avaliaram a composição química do milheto comum, obtida em experimentos realizados no Brasil, verificaram valores

nutricionais na material natural, considerados superiores quando comparados com a composição nutricional do milho e outros grãos com exceção da energia bruta (3.894 **vs** 3.925 kcal/kg), os teores de minerais do milheto comum e do milho são semelhantes, principalmente, cálcio e fósforo disponível, 0,03% e 0,08%, respectivamente. Os resultados de análises bromatológicas de outros trabalhos podem ser observados na Tabela 1.

Esse grão não possui nenhum fator antinutricional, sendo uma cultura de pouca necessidade de utilização de insumos e que produz bem, mesmo em regiões de clima com pouca distribuição de chuvas, de alta eficiência na produção de grãos e renda em condições de pouca água e solos de menor fertilidade (CATELAN, 2010).

Tabela 1 – Composição bromatológica dos grãos de milho e milheto em diferentes trabalhos.

Fonte	MS	PB	FDN	Energia
Milho				
PINHEIRO et al. (2003)	87,01	8,49	8,74	3312 kcalEM/kg MS
RIBEIRO et al. (2004)	-	8,5	18,3	-
PERON (2012)	87,30	9,10	13,90	-
BERGAMASCHINE et al. (2011)	90,87	9,50	23,15	13,32 MJ EM/kg MS
Milheto				
PINHEIRO et al. (2003)	87,04	11,60	20,75	3040 kcalEM/kg MS
RIBEIRO et al. (2004)	-	15,2	18,7	-
PERON (2012)	88,60	12,90	18,90	-
BERGAMASCHINE et al. (2011)	92,05	14,80	21,55	12,00 MJ EM/kg MS

MS = matéria seca, %; PB = proteína bruta, %; FDN = fibra detergente neutro, %

O crescimento sucessivo da área plantada de milheto no Brasil, especialmente no Centro-Oeste, tem proporcionado maior oportunidade para a utilização na alimentação animal como forragem ou ingrediente energético, pelo seu bom valor nutricional (BUTOLO, 2002; BASTOS et al., 2005).

O milheto (***Pennesetum americanum***(L.)) é uma forrageira anual de verão, que pode ser empregada tanto para a produção de forragem quanto para a produção de grãos. É produzido no Brasil, principalmente em sistema de plantio direto, comumente em sucessão ao cultivo da soja (PEREIRA FILHO et al., 2003; BERGAMASCHINE et al., 2011).

Devido essas características, em algumas épocas do ano, ocorre disponibilidade desses grãos para comercialização, promovendo assim preços relativamente baixos (BUTOLO, 2002; GONÇALVES et. al., 2010).

1.2.5 Ácidos graxos na carne bovina

O Brasil conquistou nos últimos anos importante espaço no mercado mundial de carnes, devido a estratégias de diferentes tipos de alimentos empregados na alimentação animal. No entanto, cada vez mais é necessário investir na qualidade da carne para manutenção e expansão desse mercado (METZ et al., 2009).

A quantidade e qualidade de ácidos graxos da carcaça dos animais variam de acordo com a raça, dietas oferecidas aos animais, e outros fatores. Segundo CONEGLIAN (2013) quanto maior a marmorização, maior o total de ácidos graxos saturados (AGS) e menor a proporção de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI).

Contrário disso, KUSS et al. (2007) trabalhando com vacas de descarte comprovaram esta variação ao relatarem menor representação dos ácidos saturados, em detrimento aos insaturados com o incremento do peso de abate, com associação negativa ($r = -0,61$; $P < 0,01$) entre o marmoreio e a fração de gordura saturada na gordura.

A carne bovina, em específico, é considerada uma das carnes com maior efeito prejudicial à saúde humana, em função de sua composição lipídica, formada pelos ácidos graxos, especialmente os saturados e **trans**. Porém tem sido demonstrado que ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa participam de vários processos metabólicos benéficos à saúde humana e que as gorduras da

carne de animais ruminantes são fontes naturais de alguns desses ácidos graxos, como os isômeros de ácido linoléico conjugado (METZ et al., 2009).

Entretanto, os ácidos graxos poliinsaturados proporcionam proteção ao sistema cardiovascular e as razões poliinsaturados/saturados e $n-6/n-3$ são consideradas índices nutricionais e, quanto menor esta razão, melhor e, a produção de bovinos a pasto proporciona esta vantagem (SANTOS, 2011).

Nas designações da simbologia para ácidos ômega, podem ser utilizadas a letra ω ou Ω (ômega), última letra do alfabeto grego, mesmo sendo ambas letras usadas, na maioria das vezes a comunidade internacional usa o ω (VISENTAINER & FRANCO, 2006).

Outros ácidos graxos são igualmente ponderados importantes, como o ácido linoléico conjugado, que tem atividade imunoestimulatória, antimutagênica e antioxidante (ROSSATO et al., 2010).

Segundo KAZAMA et al. (2008) a maioria das substâncias naturais com atividade anticarcinogênica é originada de plantas, mas a carne vermelha pode ser considerada como um produto saudável através do ácido linoléico conjugado (CLA).

A concentração de CLA na carne bovina é superior a dos outros animais, devido à degradação de lipídeos no rúmen. Os ácidos graxos insaturados por serem quimicamente mais instáveis (possuem menor ponto de fusão), não passam pela membrana da bactéria, então são hidrogenados pelas enzimas hidrogenases e esse processo é denominado biohidrogenação (SANTOS, 2011).

1.3 Referências

1. ALVES, D.D.; MANCIO, A.B. Maciez da Carne Bovina – Uma Revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 193-216. 2007. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/viewFile/2488/1947>. Acesso: julho/2012.
2. ALVES, D.D.; De GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B. Maciez da Carne Bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 135-149, jul./set. 2005.
3. ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**, Instituto FNP, ed. 2012, 378 p.
4. ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, O.F.; PEREIRA, J.C.; SIGNORETTI, R.D.; TURCO, S.H.N.; TEXEIRA, F.V. Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.5, p. 1006-1012, 1998.
5. BASTOS, A.O.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; FRAGA, A.L.; OLIVEIRA, R.P.; OLIVEIRA, E. Composição química, digestibilidade dos nutrientes e da energia de diferentes milhetos (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Brown) em suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.2, p.520-528, 2005.
6. BENATTI, J.M.B; MORAES, E.H.B.K; ZERVOUDAKIS, J.T; ARAÚJO, C.V; CABRAL, L.S; RUFINO JUNIOR, J; CARVALHO, D.M.G. Fornecimento de grão de milho, inteiro ou triturado, em duas frequências de suplementação para bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.4, p.941-950, 2012.
7. BERGAMASCHINE, A.F.; FREITAS, R.V.L.; VALÉRIO FILHO, W.V.; BASTOS, J.F.P.; MELLO, S.Q.S.; CAMPOS, Z.R. Substituição do milho e farelo de algodão pelo milho no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.1, p.154-159, 2011.
8. BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A.M.; ARRIGONI, M.B.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, É.; HADLICH, J.C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.2109-2117, 2007 (supl.).
9. BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J.; ROSA, J.R.P.; SANTOS, C. V.M.; FERNANDES, M.S.; GARAGORRY, F.C.; HECK, I. Desempenho de bovinos jovens das raças Aberdeen Angus e Hereford, confinados e alimentados com dois níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n.6, p. 2308-2317, 2004 (supl. 3).

10. BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: J. E. BUTOLO, 2002, p.153-156.
11. CATELAN, F. Avaliação de grãos de milheto (*Pennisetum glaucum*) na alimentação de coelhos em crescimento. **Tese...** Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR, 2010.
12. CONEGLIAN, S.M. Perfil de ácidos graxos na carcaça dos animais. Disponível em: <http://www.nftalliance.com.br/artigos/bovinos-de-corte/perfil-de-cidos-graxos-na-carcaa-dos-animais>. Acesso em: junho/2013.
13. COSTA, E.C.; RESTLE, J.; VAZ, F.N.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.L.C.; KUSS, F. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.119-128, 2002.
14. DI MARCO, O.N.; BARCELLOS, O.J.; COSTA, E.C. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 276p.
15. FELÍCIO, P.E. Qualidade da Carne Bovina: Características Físicas e Organolépticas. In: XXXVI Reunião Anual da SBZ, Porto Alegre. Anais. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.
16. FELÍCIO, P.E. de. **Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina**. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P.de. (editores). Produção do Novilho de Corte. FEALQ-USP, Piracicaba, SP, p.79-97, 1997.
17. FELÍCIO, P.E., NORMAN, G.A. Curso internacional sobre tecnologia da carne bovina. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas. Paginação descontínua, 1978.
18. FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; MUNIZ, E.B. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características de carcaça de bovinos F₁ Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.2, p.343-351, 1998.
19. FIGUEIREDO, D.M.; OLIVEIRA, A.S.; SALES, M.F.L; PAULINO, M.F; VALE, S.M.L.R. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1443-1453, 2007.
20. GESUALDI JR., A.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.da.; VELOSO, C.M.; CECON, P.R. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.1458-1466, 2000.

21. GOMES JR., P.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; ZERVOUDAKIS, J.T.; LANA, R.P. Desempenho de Novilhos Mestiços na Fase de Crescimento Suplementados Durante a Época Seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31 n. 1, p. 139-147, 2002.
22. GONÇALVES, J.R.S; PIRES, A.V; SUSIN, I; LIMA, L.G; MENDES, C.Q; FERREIRA, E.M. Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim-elefante na alimentação de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.9, p.2032-2039, 2010.
23. HADLICH, J.C.; MORALES, D.C.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N.de.; CHARULO, L.A.L. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 57-62, 2006.
24. HILL, G. M.; NEWTON, G. L.; STREETER, M. N.; HANNA, W. W.; UTLEY, P. R.; MATHIS, M. J. Digestibility and utilization of pearl millet diets fed to finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p.1728-1735, 1996.
25. JOHNSON, D.D.; HUFFMAN, R.D.; WILLIAMS, S.E. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 1980-1986, 1990.
26. KAZAMA, R.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; SILVA, D.C.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, p.350-357, 2008.
27. KOOHMARAIE, M. The role of Ca^{2+} -dependent proteinases (calpains) in post mortem proteolysis and meat tenderness. **Biochimie**, Paris, v. 74, p. 2935-2942, 1992.
28. KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D. Beef tenderness: regulation and prediction. **Meat Animal Research Center**, USDA-ARS, Clay Center, 11 p., 2002.
29. KUSS, F.; RESTLE, J.; KOSLOSKI, G.V.; DESCHAMPS, F.; MOLETTA, J.L.; SANTOS, A.P.; FIAMONCINI, J. Perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular da carne de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento, abatidas com distintos pesos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.815-820, mai-jun, 2007.
30. LOPES, M.A.; SANTOS, G.; MAGALHÃES, G.P.; CARVALHO, F.M. Efeito da escala de produção na rentabilidade da terminação de bovinos de corte em

confinamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 212-217, jan/fev, 2007.

31. LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1^a ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000.
32. MENEZES, L.F.G.de.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; SILVEIRA, M.F.da.; FREITAS, L.da.S.; PIZZUTI, L.A.D. Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.667-676, 2010.
33. MENEZES, L.F.G.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J. ARBOITTE, M. Z.; FREITAS, L. S.; PAZDIORA R. D. Características da carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos, terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1141-1147, set-out, 2005.
34. METZ, P.A.M.; MENEZES, L.F.G.; SANTOS, A.P.; BRONDANI, I.L.; RESTLE, J.; LANNA, D.P.D. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.523-531, 2009.
35. MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; ARBOITTE, M.Z.; METZ, P.A.M., RESTLE, J. 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.
36. MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; FREITAS, L.da.S.; SACHET, R.H.; SILVA, J.H.S.da.; RESTLE. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de zootecnia**, Viçosa, v.38, n.7, p.1309-1316, 2009.
37. MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2 ed. Santa Maria: UFSM, 1987.31 p.
38. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7^a ed. Washington: National Academy Press. 1996. 242 p.
39. OLIVEIRA, M.R.; NEUMANN, M.; MENDES, M.C.; FARIA, M.V.; NERI, J. Resposta econômica na terminação de novilhos confinados com silagens de milho (*Zea mays* L.), em diferentes estádios de maturação, associadas a dois níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Viçosa, v.10, n.2, p. 87-95, 2011.
40. OLIVEIRA, A.L. Maciez da carne bovina. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, n.33, p. 7-18, 2000.

41. PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S.; FREITAS, A.K.; ARBOITTE, M.Z.; PÁDUA, J.T. Relação entre componentes do corpo vazio e rendimentos de carcaça de novilhos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.7, p.107-113, 2006.
42. PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S.da.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L.; ALVES FILHO, D.C.; ARBOITTE, M.Z.; FREITAS, A.K.de. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1691-1703, 2005.
43. PEREIRA FILHO, I.A.; FERREIRA, A.S.; COELHO, A.M.; CASELA, C.R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J.A.S.; CRUZ, J.C.; WAQUIL, J.M. Manejo da Cultura do Milheto. Sete Lagoas, MG, Dezembro, 2003. **Embrapa**, Circular Técnico 29. 65p.
44. PERON, H. J. M. C. **Inclusão de grão de milho em dietas de alto concentrado para ovinos em confinamento**. 2012. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) ï Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
45. PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; MOLETTA, J.L. Características Quantitativas de Carcaça de Bovinos Zebu e de Cruzamentos Bos taurus x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2019-2029, 2000 (Suplemento 1).
46. PINHEIRO, M. S. M.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; SILVA, H. O. Milheto moído em substituição ao milho em rações para suínos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2. n. 2, p. 99-109, 2003.
47. PRADO, I.N.; PINHEIRO, A.D.; ALCALDE, C.R.; ZEOULA, L.M.; NASCIMENTO, W.G.; SOUZA, N.E. Níveis de Substituição do Milho pela Polpa de **Citrus** Peletizada sobre o Desempenho e Características de Carcaça de Bovinos Mestiços Confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29(6):2135-2141, 2000 (Suplemento 1).
48. PURSLOW, P.P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 435-447, 2005.
49. RESTLE, J.; KEPLIN, L.A.S.; VAZ, F.N. Características da carcaça de novilhos Charolês, abatidos com diferentes pesos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.8, p.851-856, 1997.
50. RESTLE, J.; VAZ, F.N.; QUADROS, A.R.B.; MÜLLER, L. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.6, p.1245-1251, 1999.

51. REZENDE, C.A.P.; ANDRADE, I.F. Bovinocultura de Corte. Lavras - MG. UFLA/FAEPE, 2000. 60 p.
52. RIBEIRO, C.V.D.M.; PIRES, A.V.; SIMAS, J.M. C.; SANTOS, F.A.P.; SUSIN, I.; OLIVEIRA JUNIOR, R.C. Substituição do Grão de Milho pelo Milheto (*Pennisetum americanum*) na Dieta de Vacas Holandesas em Lactação. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.5, p.1351-1359, 2004.
53. 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**, Viçosa, v.39, n.5, p.1127-1134, 2010.
54. ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 1.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186p.
55. RUBIANO, G.A.G.; ARRIGONI, M.de.B.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E.; GONSALVES, H.C.; ANGERANI, C.N. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.12, p.2490-2498, 2009.
56. SANTOS, C.C. Impacto em características qualitativas de carne bovina *in natura* decorrente de manejo nutricional e de tecnologias pós-abate, e sua relação com grupo genético. **Tese...** Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP, 2011.
57. TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M.; DIAS, L.T. Interação genótipo-ambiente em cruzamentos de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1677-1683, 2006 (Suplemento).
58. VAZ, F.N.; RESTLE, J. Produção de carne com qualidade. In: RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L. et al. (Ed.). **Produção intensiva com qualidade em bovinos de corte**. Santa Maria: UFSM, 1998. p.104-119.
59. VISENTAINER, J.V.; FRANCO, M.R.B. Ácidos graxos em óleos e gorduras: identificação e quantificação. São Paulo: Varela, 2006. 120p.

CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E CARNE DE NOVILHOS DE DIFERENTES PREDOMINÂNCIAS GENÉTICAS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO PELO GRÃO DE MILHETO

RESUMO - Objetivou-se avaliar as características de carcaça e carne de novilhos inteiros mestiços com predominância genotípica européia ou zebuína, alimentados em confinamento com dietas com elevada proporção de concentrado (80%) contendo diferentes níveis de grão de milheto moído em substituição ao grão de milho moído (0, 33, 66 e 100%). Foram confinados, em 16 baias coletivas, 45 novilhos com predominância genotípica européia e 44 novilhos com predominância genotípica zebuína, com peso médio inicial de 317,8 e 320,7 kg, respectivamente e 21 meses de idade. Ao final do período de confinamento foram abatidos seis animais de cada grupo genético, escolhidos aleatoriamente dentro de cada nível de substituição do grão de milho pelo de milheto. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos em arranjo fatorial 4x2, utilizando seis repetições. A substituição do grão de milho pelo grão de milheto não influenciou significativamente os pesos de abate (480,4 kg), de carcaça quente (259,5 kg), rendimento de carcaça quente (54,1 %) e espessura de gordura subcutânea (3,95 mm). Novilhos com predominância genotípica européia apresentaram valores significativamente superiores para peso de abate (507,6 **vs** 453,3 kg), peso de carcaça quente (269,6 **vs** 249,3 kg) e área do músculo *Longissimus dorsi* (65,34 **vs** 56,83 cm²), porém, foram inferiores no rendimento de carcaça quente (53,2 **vs** 55,0 %). O grão de milheto pode ser utilizado em substituição ao grão de milho, pois não altera as principais características de carcaça de interesse econômico de novilhos terminados em confinamento.

Palavras-Chave: Confinamento, gordura de cobertura, peso de carcaça, traseiro especial, zebuínos.

CHAPTER 2. CARCASS CHARACTERISTICS OF STEERS OF DIFFERENT GENETIC PREDOMINANCE FED DIETS CONTAINING LEVELS OF SUBSTITUTION OF CORN GRAIN BY MILLET GRAIN

ABSTRACT - This study aimed to assess the carcass and meat characteristics of crossbred young bulls of european or zebu genotypic predominance feedlot finished with diets with high percentage of concentrate (80%) containing different levels of grounded millet grain as replacement for grounded corn grain (0, 33, 66 and 100%).Forty-five european predominance and forty-four zebu predominance young bulls with average initial weight of 317.8 and 320.7 kg, respectively, and average age of 21 month, were allocated in 16 collective pens. At the end of the finishing period were slaughtered six animals of each genetic group, randomly chosen within each level of substitution of corn by millet grain. The experimental design was the completely randomized design with treatments in a 4x2 factorial arrangement using six replicates. The replacement of corn grain by millet grain did not significantly influence slaughter weight (480.4 kg), hot carcass weight (259.5 kg), carcass yield (54.1%), subcutaneous fat thickness (3.95 mm). Steers predominantly european genotype showed significantly higher values for slaughter weight (507.6 **vs.** 453.3 kg), hot carcass weight (269.6 **vs.** 249.3 kg) and longissimus dorsi area (65.34 **vs** 56.83 cm²), however, were lower in carcass yield (53.2 **vs.** 55.0%). Millet grain can be used in substitution to corn grain for finishing steers since it does not change carcass traits of economic interest.

Keywords: Carcass weight, feedlot, saw cut, subcutaneous fat, zebu.

Introdução

Diante do cenário da pecuária brasileira, caracterizada pelos elevados custos de produção e redução histórica do preço pago pelo boi pronto para abate (ANUALPEC, 2011), os produtores buscam alternativas que propiciem aumento da eficiência econômica de seus sistemas de produção.

O confinamento, nesse sentido surge como uma das alternativas para a intensificação da atividade pecuária, necessária para a competitividade do sistema de produção, possibilita incrementos na taxa de desfrute, bem como a terminação de animais no período de entressafra e a maior remuneração ao pecuarista. A utilização dessa estratégia, em sistemas de produção com integração lavoura pecuária e/ou próximo de regiões produtoras de grãos, pode possibilitar índices de lucratividade ainda melhores em função da oferta de alimentos (forragens, grãos e subprodutos) de menores custos.

O milheto, como uma cultura de sucessão, tem sido muito utilizado na região Centro Oeste, em que a área cultivada é estimada em 4,0 milhões de hectares (MARTINS NETO & BONAMIGO, 2005). Essa cultura tem sido normalmente utilizada após o cultivo da soja, para pastejo e produção de palhada para o plantio direto, para produção de grãos em substituição a cultura do milho (de maior risco na safrinha) e/ou para produção de silagem (BERGAMASCHINE et al., 2011).

O grão de milheto, nesse contexto, é mais uma alternativa para a alimentação de bovinos, podendo contribuir para contornar a baixa margem de lucro em confinamento em função do menor custo em relação ao grão de milho. Isso pode ser possível, visto que é esperado que bovinos alimentados com grão de milheto e/ou misturas de grão de milho com grão de milheto tenham desempenho similar àqueles alimentados com dietas tradicionais, em que se utilizam grãos de milho ou sorgo, ou ambos (HILL et al., 1996). Entretanto, apesar do milheto apresentar grande potencial para a alimentação de ruminantes, esse grão está envolvido em número limitado de estudos relacionados com a alimentação de bovinos de corte e, resultados relacionando sua utilização com as características de carcaça de bovinos.

Com relação ao genótipo bovino, animais de raças européias especializadas para a produção de carne apresentam maior musculosidade na carcaça em detrimento à deposição de gordura, que é maior na carcaça de animais zebuínos (VAZ et al., 2005). Isso ocorre em função do maior peso adulto dos genótipos europeus, os quais são mais jovens fisiologicamente a um mesmo peso corporal e, com isso, apresentam maior síntese protéica e menor depósito de gordura (DI MARCO et al., 2007). No entanto, bovinos europeus apresentam normalmente maiores taxas de ganho de peso e, sendo essas determinantes da taxa de depósito de gordura (NRC, 1996), esses genótipos podem apresentar a mesmo peso corporal e/ou idade cronológica, similar acabamento de carcaça que animais com predominância zebuína, desde que o aporte nutricional não seja limitante (PACHECO et al., 2005a,b).

Além dos aspectos mencionados deve-se destacar que zebuínos são menos tolerantes às elevadas proporções de grãos e/ou concentrado na dieta (maior exigência de fibra longa na dieta), o que pode limitar seu desempenho em confinamento (ALMEIDA et al., 2010).

Dessa forma, a utilização de alimentos com menores teores de carboidratos não fibrosos e de amido, como o grão de milheto, em dietas com altos teores de concentrado podem favorecer o desenvolvimento corporal desses genótipos. Todavia, a redução dessas frações nas dietas pode refletir em redução do aporte energético ao animal, o qual assume grande importância sobre a deposição de gordura, bem como para a composição tecidual das carcaças (BERG & BUTTERFIELD, 1976; PETHICK et al., 2004).

Face ao exposto, objetivou-se avaliar a inclusão de milheto em substituição ao milho em quatro índices percentuais na dieta de bovinos com predominância européia ou zebuína sobre as características quantitativas e qualitativas da carcaça.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido entre 14 de agosto e 11 de novembro de 2010, nas instalações do Setor de Bovinocultura de Corte do Centro Tecnológico

da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano, no município de Rio Verde/GO, localizado a 17°46'22'' de latitude Sul e 51°02'86'' de longitude Oeste e, 815 metros de altitude. O presente trabalho foi aprovado pelo CEEA/COEP/UFG, processo 101/2011.

Foram utilizados 45 novilhos inteiros com predominância genotípica européia e 44 novilhos inteiros com predominância genotípica zebuína, com peso médio inicial de 317,8 e 320,7 kg, respectivamente. Os animais apresentaram idade média inicial, avaliada pela dentição, de 21 meses. Esses foram confinados em baias coletivas (10 x 7,70 m), equipadas com bebedouros e comedouros, sendo o piso a base de cascalho, com declive de 5%. Antecedendo o período experimental, os animais foram submetidos ao controle de endoparasitas e ectoparasitas e vacinados contra pasteurelose.

Os animais, de cada grupo genético, foram distribuídos aleatoriamente nas dietas experimentais (Tabela 1), sendo adaptados às instalações e dietas por sete dias. No início do experimento e a cada 28 dias os animais foram pesados individualmente após jejum de sólidos por 14-16 horas, sendo o período experimental de 89 dias. Os tratamentos avaliados associaram as dietas com níveis de grão de milheto em substituição ao grão de milho e as diferentes predominâncias genéticas, as quais foram determinadas por meio da avaliação das características fenotípicas dos animais.

As dietas foram balanceadas para ganho de peso de 1,5 kg/dia, estimando-se o consumo de 2,4% do peso corporal (NRC, 1996). O consumo foi registrado diariamente, mantendo-se as sobras em torno de 10% por meio da pesagem das sobras do dia anterior. A alimentação foi fornecida em duas refeições diárias (09h00 e 17h00), com a mistura do volumoso e do concentrado no comedouro. Para determinação da composição química da dieta, semanalmente foram colhidas amostras dos alimentos, as quais foram pré-secas em estufa de ar com ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. Após as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivos de 1 mm e armazenadas em potes plásticos para posteriores análises químicas (Tabela 1).

Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram determinados segundo AOAC (1995). O teor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e insolúvel em detergente ácido

(NIDA) foram determinados segundo LICITRA et al. (1996). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado segundo VAN SOEST et al. (1991), sendo corrigida para cinzas e proteínas.

Tabela 1 – Composição percentual e química das dietas.

Itens	Grão de milho em substituição ao grão de milho			
	0%	33%	66%	100%
Silagem de milho	20,00	20,02	20,00	20,02
Milho	70,50	48,96	25,06	0,00
Milheto	0,00	24,05	49,88	77,47
Farelo de soja	8,02	5,49	3,61	1,19
Uréia	0,62	0,63	0,60	0,49
Núcleo mineral ¹	0,86	0,85	0,85	0,83
Matéria seca, % MN	66,04	66,22	66,46	66,67
Matéria mineral, % MS	1,54	1,67	1,54	1,96
Proteína bruta, % MS	14,19	14,16	14,45	14,18
Extrato etéreo, % MS	3,36	2,82	5,46	6,64
FDN, % MS	11,69	12,71	14,98	15,74
FDNcp, % MS	10,66	10,34	12,13	12,74
FDA, % MS	2,28	2,33	2,32	2,78
Lignina, % MS	0,82	0,94	1,08	1,23
NIDM, % do N total	0,08	0,14	0,21	0,29
NIDA, % do N total	0,02	0,03	0,05	0,06
CT, % MS	80,38	80,21	79,69	79,39
CNF, % MS	70,25	71,01	66,42	64,48
Amido, % MS	70,76	75,58	59,92	58,69
NDT, % MS	78,91	78,48	77,54	77,22

¹Níveis de garantia (g/kg): Ca 117,00 ÷ 130,00 g; P ÷ 61,00 g; S ÷ 9,00 g; Na ÷ 150,00 g; Mg ÷ 694,00 mg; Zn ÷ 5.783,00 mg; Mn ÷ 1.000,00 mg; Cu ÷ 1.880,00 mg; Co ÷ 160,00 mg; I ÷ 165,00 mg; Se ÷ 25,00 mg; Monensina sódica - 2,40 g; MN = matéria natural; MS = matéria seca; FDN = fibra em detergente neutro (FDN); FDNcp = FDN corrigida para cinzas e proteína; NIDM = nitrogênio (N) insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Adaptado SILVA (2012).

Os teores de fibra em detergente ácido e lignina foram determinados segundo VAN SOEST (1973). Os teores de carboidratos totais (CT) e

carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados segundo o NRC (2001): $CT = 100 - (\%PB + \%FDNcp + \%EE + \%MM)$ e $CNF = 100 - (\%FDNcp + \%PB + \%EE + \%MM)$. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado segundo CAPPELLE et al. (2001): $NDT = 83,79 + (0,4171 * FDN)$. O teor de amido dos alimentos e dietas foi determinado segundo metodologia proposta por SILVA & QUEIROZ (2002).

Ao final do período de confinamento, foram selecionados aleatoriamente seis animais de cada predominância genética nas diferentes dietas, os quais foram abatidos em frigorífico comercial, seguindo o fluxo normal na linha de abate. Assim, antecedendo o abate os animais foram submetidos a jejum completo por 14-16 horas.

Após o abate, as carcaças foram identificadas, divididas ao meio e pesadas para determinação do rendimento de carcaça quente, lavadas e levadas ao resfriamento por 24 horas em temperatura variando entre 0 e 2°C. Após o resfriamento, as carcaças foram pesadas e avaliadas quanto à maturidade fisiológica e conformação segundo MÜLLER (1987). O rendimento de carcaça quente foi obtido pela relação entre o peso de carcaça quente e o peso de fazenda.

Na meia-carcaça direita foram realizadas primeiramente as medidas métricas: espessura de coxão, medida com auxílio de compasso posicionado entre a face lateral e a medial da porção superior do coxão; comprimento de perna, desde a articulação tíbio-tarsiana até o bordo anterior do osso do púbis; comprimento de braço, da articulação rádio-carpiana até a extremidade do olécrano; e perímetro de braço, envolvendo a parte média do rádio-cúbito e os músculos que recobrem a região.

Na mesma carcaça direita foi realizado um corte entre a 11^a e 12^a costelas com intuito de expor o músculo *Longissimus dorsi* para determinação da área desse músculo, com auxílio de planímetro e determinada a espessura de gordura subcutânea, obtida pela média aritmética de três observações.

A meia carcaça esquerda, por sua vez, foi separada nos cortes primários, onde o dianteiro foi separado do traseiro e a ponta de agulha entre a 5^a e 6^a costela, incluindo pescoço, paleta, braço e cinco costelas. Através de corte das costelas a 22 cm da coluna vertebral separou-se o traseiro especial da ponta

de agulha que incluiu as costelas a partir da sexta, mais os músculos abdominais. Depois de separados, os cortes foram pesados, determinando-se o peso relativo à meia-carcaça.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos em arranjo fatorial 4x2 (quatro dietas e dois grupos genéticos), utilizando-se seis repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância, correlação, regressão e teste para a falta de ajuste das equações de regressão (**lack-of-fit**), utilizando-se o PROC REG do SAS (**Statistical Analysis System**, versão 9.2). Quando os dados não se ajustaram aos modelos de regressão, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, considerando-se 5% como nível crítico de significância.

O peso corporal inicial foi utilizado como co-variável, quando não significativo foi retirado do modelo. O modelo matemático geral utilizado foi: $\gamma_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_k + \varepsilon_{ijkl}$, em que: γ_{ijkl} = variável dependente; μ = média geral; τ_i = efeito das dietas; β_j = efeito do grupo genético j; $(\tau\beta)_{ij}$ = interação entre dieta i e grupo genético j; ϵ_k = efeito da co-variável m ; ε_{ijkl} = erro experimental residual. No estudo de regressão, o modelo foi: $\gamma_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \alpha_j + U_j$, onde: γ_{ij} = variáveis dependentes; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ = coeficientes de regressão; X_i = variáveis independentes; α_j = desvios da regressão; e U_j = erro aleatório residual.

Resultados e Discussão

Não foi verificada ($P>0,05$) interação entre o nível de grão de milheto em substituição ao de milho e predominâncias genéticas para as variáveis avaliadas. O peso de abate não foi influenciado ($P>0,05$) pelo nível de grão de milheto em substituição ao grão de milho (Tabela 2), resultado do ganho similar de peso médio diário (1,75; 1,58; 1,75 e 1,56 kg/dia para as dietas com 0; 33; 66 e 100% de milheto, respectivamente), o qual refletiu, por sua vez, o consumo similar de matéria seca (2,25; 2,17; 2,30 e 2,23% para as dietas com 0; 33; 66 e 100% de milheto) (SILVA, 2012). Todavia, novilhos com predominância genética européia

apresentaram maior ($P<0,05$) peso de abate em relação aos com predominância zebuína, resultado do maior ganho de peso médio diário (2,10 **vs** 1,50 kg/dia) dos primeiros.

Tabela 2. Variáveis referentes as características quantitativas da carcaça de novilhos mestiços com predominância europeu (E) e predominância zebu (Z), alimentados com níveis de grão de milho em substituição ao de milho da dieta.

GG	% de milho na dieta				Média	CV (%)	Fontes de variação		
	0	33	66	100			M	GG	M*G
Peso de abate, kg									
E	517,4	495,7	515,4	501,7	507,6				
Z	461,2	452,7	440,3	459,0	453,3	6,45	0,311	<0,0001	0,384
Média	489,2	474,2	477,8	480,3	480,4				
Peso de carcaça quente, kg									
E	271,60	262,50	272,60	271,60	269,58				
Z	254,80	249,20	236,50	256,60	249,28	6,52	0,141	<0,001	0,254
Média	263,20	255,85	254,55	264,10	259,43				
Peso de carcaça fria, kg									
E	265,79	256,83	266,28	266,47	263,84				
Z	245,65	243,84	229,19	252,60	242,80	7,32	0,082	<0,001	0,251
Média ¹	255,66	250,34	247,66	259,54	253,30				
Rendimento de carcaça quente, %									
E	52,49	52,96	52,89	54,14	53,11				
Z	55,25	55,05	53,71	55,90	54,99	3,06	0,246	<0,001	0,492
Média	53,80	53,95	53,28	54,99	54,00				
Rendimento de carcaça fria, %									
E	51,37	51,81	51,66	53,11	51,98				
Z	53,26	53,86	52,05	55,03	53,56	2,96	0,049	0,002	0,547
Média ²	52,26 ^b	52,79 ^{ab}	51,83 ^b	54,04 ^a	52,73				
Quebra ao resfriamento, %									
E	2,14	2,16	2,32	1,89	2,13				
Z	3,59	2,15	3,09	1,56	2,60	30,05	0,011	0,179	0,056
Média	2,87 ^{ab}	2,16 ^{bc}	2,71 ^{ab}	1,73 ^c	2,36				

M = % de milho na dieta; GG= grupo genético; M*G = interação entre fatores; médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste Tukey.

Esses resultados foram coerentes com os resultados apresentados por RESTLE et al. (1999) e VAZ et al.(2002), os quais verificaram que animais com predominância européia (Charolês) superaram aqueles com predominância

genética zebuína (Nelore) quanto ao peso de abate. Corroborando, PEROTTO et al. (2000) destacaram que animais com predominância genética européia, produtos de cruzamentos terminais de touros ***Bos taurus*** x vacas F1 ***Bos Taurus*** x Nelore, são alternativas do uso de recursos genéticos para aumentar a produção de carne, notadamente nos rebanhos de corte do Brasil Central.

Os pesos de carcaça quente e fria não foram alterados ($P > 0,05$) pelo aumento do teor de grão de milho na dieta (Tabela 2), resultado do semelhante do ganho de peso médio diário ($r = 0,26$ e $r = 0,22$, respectivamente) e peso de abate dos animais ($r = 0,91$ e $r = 0,89$, respectivamente) (Tabela 3). Os pesos de carcaça quente e fria foram altamente correlacionados entre si ($r = 0,99$) (Tabela 3), apresentando correlações moderadas a altas ($P < 0,05$) com a área do ***Longissimus dorsi*** ($r = 0,52$ e $r = 0,52$, respectivamente), conformação ($r = 0,50$ e $r = 0,41$, respectivamente), espessura de coxão ($r = 0,52$ e $0,51$, respectivamente), perímetro de braço ($r = 0,70$ e $r = 0,66$, respectivamente), dianteiro ($r = 0,99$ e $r = 0,99$, respectivamente), ponta de agulha ($r = 0,98$ e $r = 0,99$, respectivamente) e traseiro especial ($r = 0,96$ e $r = 0,99$, respectivamente). Esses resultados demonstraram que, de forma geral, o peso de carcaça foi reflexo do depósito de tecidos na carcaça, especialmente de músculo, já que os animais eram machos não castrados.

As predominâncias genéticas influenciaram ($P < 0,05$) os pesos de carcaça quente e fria, em que novilhos europeus apresentaram carcaças mais pesadas, antes e depois do resfriamento (Tabela 2). Esses resultados refletiram o maior peso de abate dos novilhos com predominância genética européia. Resultados similares ao do presente estudo são comumente encontrados na literatura (PEROBELLI et al., 1995; RESTLE et al., 2000; RESTLE et al., 2002), desde que os animais não sejam abatidos com o mesmo peso corporal, independentemente do rendimento de carcaça.

Corroborando, WHEELER et al. (1996) concluíram que à mesma idade ou grau de acabamento, o peso de carcaça é maior em novilhos filhos de touros europeus e, a uma mesma idade, peso vivo ou grau de marmoreio, novilhos filhos de touros zebuínos apresentam maior rendimento de carcaça.

Considerando as predominâncias genéticas, verificou-se que os pesos de carcaça quente e fria, nos novilhos com predominância zebuína, foram

correlacionados, respectivamente, com o peso de abate ($r = 0,95$ e $r = 0,92$), espessura de coxão ($r = 0,61$ e $r = 0,62$), comprimento ($r = 0,50$ e $r = 0,53$) e perímetro de braço ($r = 0,74$ e $r = 0,71$), peso do dianteiro ($r = 0,99$ e $r = 0,99$), ponta de agulha ($r = 0,99$ e $r = 0,99$) e traseiro especial ($r = 0,91$ e $r = 0,92$) e, nos novilhos com predominância genética européia, com o peso de abate ($r = 0,91$ e $r = 0,89$), perímetro de braço ($r = 0,53$ e $r = 0,48$), peso do dianteiro ($r = 0,99$ e $r = 1,00$), da ponta de agulha ($r = 0,98$ e $r = 0,99$) e do traseiro especial ($r = 0,99$ e $r = 1,00$), inferindo que em animais com predominância européia o depósito dos tecidos nos cortes comerciais assumiu maior importância sobre o peso de carcaça, enquanto que, o tamanho e a forma da carcaça, bem como o peso de abate, apresentaram maior importância para o peso de carcaça nos novilhos com predominância genética zebuína (Tabela 4).

O rendimento de carcaça quente não foi alterado ($P > 0,05$) pelo avanço do teor de grão de milho na dieta (Tabela 2). Por outro lado, o rendimento de carcaça fria foi maior ($P > 0,05$) nas dietas com 100% de milho, as quais foram similares às dietas com 33% de milho e, essas com as demais dietas. Esses resultados foram possivelmente associados à variação na quebra ao resfriamento ($r = -0,30$; Tabela 3), em que as maiores perdas de líquidos ao resfriamento coincidiram com os menores rendimentos de carcaça fria.

Os rendimentos de carcaça quente e fria apresentaram correlações ($P < 0,05$), de médias a baixas (Tabela 3), com a conformação ($r = -0,31$ e $r = -0,31$, respectivamente) e espessura de coxão ($r = -0,34$ e $r = -0,32$, respectivamente). Esses resultados podem estar indicando que o aumento da conformação e espessura de coxão podem ter influenciado o rendimento de carcaça indiretamente, já que o aumento da massa muscular pode resultar em maior acúmulo de líquidos (DI MARCO et al., 2007) e, estando o rendimento de carcaça fria associado à perda de líquidos, resultar em menores rendimentos de carcaça. No entanto, segundo KUSS et al. (2005), o aumento da hipertrofia muscular normalmente resulta em menor perda de líquidos ao resfriamento, em função de reduzir a superfície específica.

É válido lembrar que o rendimento de carcaça é influenciado principalmente pelo peso corporal animal e componentes não integrantes da carcaça (PACHECO et al., 2006; VAZ et al., 2010; PASCOAL et al., 2011), em

que, segundo verificações de PACHECO et al. (2013), o peso corporal foi responsável por 57% da variação encontrada no rendimento de carcaça fria, enquanto que os componentes não carcaça responderam por 30% da variação dessa variável. MISSIO et al. (2013) destacam que a medida que o peso corporal aumenta, ocorre maior deposição de músculo e gordura corporal, contribuindo para o aumento do peso de carcaça em relação ao peso de abate, sendo o rendimento de carcaça de importância relativa para os frigoríficos, já que o valor pago ao produtor é em função do peso de carcaça.

Além dos fatores citados, o rendimento de carcaça é influenciado pelo acabamento da carcaça. Segundo BERG & BUTTERFIELD (1976), o rendimento de carcaça é diretamente proporcional ao nível de tecido adiposo presente na carcaça, dentro de um mesmo grupo genético. Deve-se destacar, no entanto, que os fatores mencionados não podem ser considerados, no presente estudo, como determinantes do rendimento de carcaça, uma vez que tanto o peso de abate como o acabamento das carcaças foi similar entre as dietas.

Animais com predominância genética zebuína apresentaram maior ($P < 0,05$) rendimento de carcaça que animais com predominância genética européia (Tabela 2), resultados coerentes com os apresentados na literatura (PEROBELLI et al., 1995; RESTLE et al., 1999; MENEZES et al., 2011). RESTLE et al. (2000) e MENEZES et al. (2011) atribuíram essa diferença ao menor peso relativo de patas, cabeça e, principalmente, do trato gastrointestinal, bem como pelo menor peso e espessura do couro e maior superfície relativa do corpo de zebuínos em relação aos europeus, o que reflete as características adaptativas dos genótipos zebuínos aos climas mais quentes.

Além disso, verificou-se que apenas nas carcaças de animais com predominância genética zebuína ocorreu correlação significativa (Tabela 4) entre rendimento de carcaça fria e quebra ao descongelamento ($r = -0,51$), o que pode estar relacionado com a distribuição da gordura de cobertura na carcaça, já que essa é depositada em maior quantidade na região cervical, em zebuínos (***Bos taurus indicus***) e, na região peitoral e sobre os processos espinhosos, nos taurinos (BERG & BUTTERFIELD, 1976). Isso caracteriza menor deposição de gordura no posterior de zebuínos, o que pode resultar em maior perda de líquidos,

Tabela 3. Matriz de correlação entre as características da carcaça.

		PF	GMD	PCQ	PCF	RCQ	RCF	QR	EGS	ALD	CC	EC	CB	PB	DIA	PA
GMD	r	0,38														
	P	0,046														
PCQ	r	0,91	0,26													
	P	<0,0001	0,225													
PCF	r	0,89	0,22	0,99												
	P	<0,0001	0,311	<0,0001												
RCQ	r	-0,14	-0,26	0,28	0,29											
	P	0,524	0,237	0,302	0,171											
RCF	r	-0,20	-0,34	0,20	0,26	0,95										
	P	0,354	0,113	0,364	0,237	<0,000										
QR	r	0,43	-0,16	0,41	0,31	0,02	-0,30									
	P	0,046	0,466	0,058	0,154	0,944	0,045									
EGS	r	0,27	-0,01	0,40	0,38	0,34	-0,15	0,05								
	P	0,212	0,971	0,056	0,075	0,114	0,319	0,735								
ALD	r	0,19	-0,06	0,28	0,23	0,25	-0,08	-0,01	0,08							
	P	0,383	0,271	0,183	0,286	0,243	0,569	0,953	0,552							
CC	r	0,26	0,28	0,18	0,15	0,17	-0,31	0,10	-0,01	0,52						
	P	0,226	0,188	0,394	0,467	0,415	0,033	0,529	0,967	<0,001						
EC	r	0,16	0,26	0,03	-0,01	-0,32	-0,32	0,13	0,13	0,45	0,40					
	P	0,449	0,239	0,896	0,960	0,129	0,026	0,383	0,383	0,001	0,005					
CB	r	0,34	-0,21	0,22	0,50	0,36	0,24	0,03	0,04	-0,30	-0,34	-0,11				
	P	0,116	0,330	0,303	0,014	0,095	0,103	0,862	0,743	0,040	0,022	0,476				
PB	r	0,45	0,26	0,53	0,48	0,24	-0,11	0,21	0,16	0,54	0,35	0,29	-0,18			
	P	0,032	0,223	0,008	0,018	0,264	0,443	0,167	0,300	<0,001	0,017	0,051	0,288			
DIA	r	0,89	0,22	0,99	1,00	0,29	-0,07	-0,01	0,15	0,52	0,41	0,51	0,19	0,66		
	P	<0,0001	0,311	<0,0001	<0,0001	0,171	0,619	0,993	0,300	<0,001	0,005	<0,001	0,189	<0,001		
PA	r	0,88	0,22	0,98	0,99	0,30	-0,05	-0,01	0,15	0,50	0,40	0,51	0,21	0,65	0,99	
	P	<0,0001	0,310	<0,0001	<0,0001	0,158	0,616	0,910	0,319	<0,001	0,006	<0,001	0,152	<0,001	<0,000	
TE	r	0,89	0,22	0,99	1,00	0,29	-0,09	-0,01	0,17	0,56	0,38	0,50	0,18	0,65	0,97	0,96
	P	<0,0001	0,312	<0,0001	<0,0001	0,171	0,617	0,959	0,244	<0,001	0,008	<0,001	0,214	<0,001	>0,0001	<0,0001

PF = peso final; GMD = ganho médio diário; PCQ e PCF = peso de carcaça quente e fria e RCQ e RCF = rendimento de carcaça quente e fria, respectivamente; QR = quebra ao resfriamento; EGS = espessura de gordura subcutânea; ALD = área do *Longissimus dorsi*; CC = conformação de carcaça; EC = espessura de coxa; EB = espessura de braço; CB = comprimento de braço; DI, PA e TE = peso do dianteiro, ponta de agulha e traseiro especial, respectivamente.

visto que essa região da carcaça é caracterizada pela maior massa muscular e, conseqüentemente, com maior quantidade de líquidos armazenada.

A quebra ao resfriamento foi superior com dietas com níveis de 0% e 66% de grão de milheto, as quais apresentaram similar quebra ao resfriamento as dietas com 33% de grão de milho e, essas, por sua vez, apresentaram similar perda de líquidos com 100% (Tabela 2). A quebra ao resfriamento está intrinsecamente associada às características da carcaça, principalmente com a espessura de gordura de cobertura, a qual protege a carcaça do escurecimento pelo frio e da perda de líquidos por desidratação (MÜLLER, 1987).

Não foi verificada correlação ($P>0,05$) da quebra ao resfriamento com a espessura de gordura subcutânea (Tabela 3), bem como com as demais características avaliadas, exceto rendimento de carcaça fria, indicando que outros fatores foram determinantes para sua variação. RESTLE et al. (1997), nesse contexto, ponderam que a variação da quebra ao resfriamento pode estar associada a oscilações que ocorrem na câmara fria, como temperatura, velocidade do vento, disposição e número de carcaças.

Além disso, KUSS et al. (2005) verificaram que a quebra ao resfriamento diminuiu com o aumento do peso de abate, resultados atribuídos a maior conformação e espessura de coxão, em que a conformação, segundo ARBOITTE et al. (2004), está negativamente correlacionada com a quebra ao resfriamento e espessura de gordura subcutânea, o que não foi verificado nesse estudo.

A maturidade fisiológica das carcaças não foi alterada ($P>0,05$) pelo avanço do teor de milheto na dieta, bem como pelo grupo genético dos animais (Tabela 5). A similaridade na maturidade fisiológica das carcaças, entre as dietas, pode ser explicada pelo similar ganho de peso médio diário, já que a taxa de crescimento é o principal determinante da deposição dos tecidos na carcaça e do atingimento do peso adulto (NRC, 1996; DI MARCO et al., 2007).

Já a explicação para a similar maturidade fisiológica entre os grupos genéticos pode ser atribuída ao maior tamanho adulto dos genótipos europeus, fato evidenciado pelo maior peso de abate destes e seu similar acabamento em relação aos zebuínos.

Tabela 4. Matrizes de correlação para as características da carcaça, em função da predominância genética dos animais (diagonal superior: zebuínos; diagonal inferior: europeus).

		PF	GM	PCQ	PCF	RCQ	RCF	QR	EGS	ALD	CC	EC	CB	PB	DIA	PA	TRA	PF
GM	R	0,38		0,17	0,17	0,02	0,08	-	-	0,04	-	0,20	0,13	0,13	0,19	0,16	0,17	0,16
D	P	0,046		0,448	0,378	0,912	0,708	0,50	0,53	0,86	0,61	0,36	0,54	0,557	0,378	0,466	0,432	0,456
PC	R	0,91	0,26		0,99	0,20	0,10	0,19	-	0,30	0,16	0,61	0,50	0,74	0,99	0,99	0,91	0,95
Q	P	<0,001	0,22		<0,001	0,362	0,663	0,38	0,54	0,16	0,45	0,00	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCF	R	0,89	0,22	0,99		0,22	0,18	0,03	-	0,31	0,13	0,62	0,53	0,71	0,99	0,99	0,92	0,92
	P	<0,0001	0,31	<0,001		0,296	0,399	0,90	0,60	0,15	0,55	0,00	0,00	<0,001	<0,000	<0,000	<0,000	<0,000
RC	R	-0,14	-	0,28	0,29		0,92	-	0,01	0,34	0,08	0,02	-	0,16	0,23	0,24	0,26	-0,12
Q	P	0,524	0,23	0,302	0,171		<0,00	0,52	0,95	0,11	0,69	0,90	0,50	0,457	0,294	0,260	0,231	0,581
RCF	R	-0,20	-	0,20	0,26	0,95		-	0,07	0,30	-	-	-	0,03	0,18	0,21	0,20	-0,20
	P	0,354	0,11	0,364	0,237	<0,00		0,01	0,76	0,16	0,94	0,98	0,71	0,359	0,399	0,336	0,359	0,359
QR	R	0,43	-	0,41	0,31	0,02	-0,26		-	0,01	0,23	0,06	-	0,28	0,03	0,01	0,06	0,24
	P	0,046	0,46	0,058	0,154	0,944	0,236		0,51	0,99	0,29	0,77	0,60	0,200	0,892	0,993	0,791	0,274
EG	R	0,27	-	0,40	0,38	0,34	0,25	0,28		0,10	0,32	0,01	-	-0,22	-0,11	-0,14	-0,01	-0,13
S	P	0,212	0,97	0,056	0,075	0,114	0,258	0,19		0,64	0,14	0,95	0,33	0,319	0,603	0,534	0,938	0,552
ALD	R	0,19	-	0,28	0,23	0,25	0,10	0,41	0,06		0,19	0,10	-	0,30	0,31	0,29	0,39	0,18
	P	0,383	0,27	0,183	0,286	0,243	0,636	0,05	0,79		0,37	0,64	0,35	0,159	0,152	0,174	0,066	0,391
CC	R	0,260	0,28	0,18	0,15	0,17	-0,24	0,26	-	0,43		0,23	-	-0,01	0,13	0,11	0,03	0,13
	P	0,226	0,18	0,394	0,467	0,415	0,274	0,24	0,30	0,04		0,28	0,59	0,957	0,553	0,587	0,867	0,536
EC	R	0,16	0,26	0,03	-0,01	-0,32	-0,39	0,11	0,26	0,06	0,19		0,27	0,31	0,62	0,62	0,57	0,61
	P	0,449	0,23	0,896	0,960	0,129	0,066	0,62	0,22	0,79	0,38		0,21	0,145	0,001	0,001	0,005	0,002
CB	R	0,34	-	0,22	0,50	0,36	0,38	0,10	0,26	-	-	-		0,40	0,53	0,55	0,55	0,56
	P	0,116	0,33	0,303	0,014	0,095	0,073	0,65	0,22	0,88	0,16	0,21		0,059	0,010	0,006	0,011	0,006
PB	R	0,45	0,26	0,53	0,48	0,24	0,09	0,45	0,35	0,54	0,29	-	0,20		0,71	0,70	0,64	0,70
	P	0,032	0,22	0,008	0,018	0,264	0,670	0,03	0,10	0,00	0,18	0,22	0,35		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
DIA	R	0,89	0,22	0,99	1,00	0,29	0,26	0,31	0,38	0,23	0,16	-	0,50	0,66		0,99	0,92	0,93
	P	<0,000	0,31	<0,000	<0,000	0,171	0,238	0,15	0,07	0,28	0,46	0,96	0,01	<0,001		<0,000	<0,000	<0,000
PA	r	0,88	0,22	0,98	0,99	0,30	0,26	0,29	0,38	0,20	0,15	0,02	0,51	0,65	0,99		0,90	0,90
	P	<0,000	0,31	<0,000	<0,000	0,158	0,219	0,18	0,07	0,34	0,49	0,91	0,01	<0,001	<0,000		<0,001	<0,000
TE	r	0,90	0,22	0,99	1,00	0,29	0,26	0,31	0,38	0,23	0,16	-	0,50	0,65	1,00	0,99		0,84
	P	<0,000	0,31	<0,000	<0,000	0,171	0,238	0,15	0,07	0,28	0,46	0,96	0,01	<0,001	<0,000	<0,000		<0,000

PF = peso final; GMD = ganho médio diário; PCQ e PCF = peso de carcaça quente e fria e RCQ e RCF = rendimento de carcaça quente e fria, respectivamente; QR = quebra ao resfriamento; EGS = espessura de gordura subcutânea; ALD = área do *Longissimus dorsi*; CC = conformação de carcaça; EC = espessura de coxão; EB = espessura de braço; CB = comprimento de braço; DI, PA e TE = peso do dianteiro, ponta de agulha e traseiro especial, respectivamente.

Isso infere que a maior taxa de crescimento ocorrida nos novilhos com predominância genética européia permitiu composição tecidual das carcaças similares àsquelas de novilhos com predominância genética zebuína, compensando a maturidade corporal mais tardia.

Esses resultados foram similares aos obtidos por ARBOITTE et al. (2012), os quais avaliando as características de carcaça de novilhos da raça Aberdeen Angus de **frames** pequenos e médios, verificaram similar maturidade fisiológica das carcaças, em que os novilhos de **frame** médio apresentaram maior peso de abate, similar acabamento de carcaça e idade cronológica em relação aos novilhos classificados como de **frame** pequeno.

Os níveis de substituição do grão de milho pelo grão de milheto da dieta e os grupos genéticos não influenciaram ($P>0,05$) a espessura de gordura subcutânea (Tabela 5). Os acabamentos similares de carcaças ocorridos entre as dietas experimentais foram resultado do ganho de peso médio diário similar, visto que a taxa de ganho de peso é o principal fator determinante da taxa de deposição de gordura na carcaça (NRC, 1996). Quanto às predominâncias genéticas, o acabamento similar de carcaça pode ser explicado pela ocorrência de taxas similares de deposição de gordura, o que pode ser resultado da compensação entre as taxas de ganho de peso e da composição do ganho.

Isso pode ocorrer, pois, embora a taxa de deposição de gordura em relação à taxa de ganho de peso possa ter sido menor nos animais com predominância genética européia, em função do maior peso adulto, esses apresentaram maior ganho de peso, enquanto que novilhos com predominância genética zebuína podem ter apresentado maior taxa de deposição de gordura em relação ao ganho de peso, em função do menor peso adulto, mas apresentaram menores taxas de ganho de peso (DI MARCO et al., 2007).

De outra maneira, novilhos com predominância genética européia apresentaram maior ($P<0,05$) espessura de coxão, conformação de carcaça e área do **Longissimus dorsi**, expressa em cm^2 , em relação aos novilhos com predominância genética zebuína. Quando expressa em relação ao peso de carcaça fria, a área de **Longissimus dorsi** não foi alterada pelas predominâncias genéticas avaliadas. De forma geral, os resultados obtidos foram similares aos encontrados na literatura (PEROBELLI et al., 1995; FATURI et al., 2002; LOPES

et al., 2012), em que a justificativa para a maior musculabilidade das carcaças de animais de genótipos europeus tem sido atribuída a seleção genética para o desenvolvimento muscular.

Tabela 5. Variáveis referentes às características qualitativas da carcaça de novilhos mestiços com predominância europeu (E) e predominância zebuino (Z), alimentados com níveis de milho em substituição ao milho da dieta.

GG	% de milho na dieta				Média	CV (%)	Fontes de variação		
	0	33	66	100			M	GG	M*G
Maturidade fisiológica, pontos									
E	13,02	12,87	11,89	12,59	12,59				
Z	12,36	12,32	12,08	12,16	12,23	6,87	0,187	0,316	0,543
Média	12,69	12,60	11,98	12,38	12,42				
Espessura de gordura subcutânea (EGS), mm									
E	4,03	4,03	3,88	3,65	3,90				
Z	3,95	4,14	4,24	3,64	3,99	30,35	0,884	0,927	0,985
Média	3,99	4,08	4,06	3,65	3,95				
EGS, mm/100 kg de carcaça fria									
E	1,52	1,57	1,46	1,37	1,48				
Z	1,61	1,70	1,85	1,44	1,64	29,49	0,587	0,235	0,759
Média	1,56	1,63	1,64	1,41	1,56				
Área do <i>Longissimus dorsi</i> (AOL), cm ²									
E	61,35	66,98	68,55	64,49	65,34				
Z	58,09	58,12	52,32	58,80	56,83	9,71	0,689	<0,001	0,051
Média	59,72	62,55	60,44	61,65	61,09				
AOL, cm ² /100 kg de carcaça fria									
E	23,08	26,08	25,74	24,20	24,77				
Z	23,65	23,84	22,83	23,28	23,41	10,73	0,361	0,254	0,534
Média	23,36	24,99	24,40	23,75	24,12				
Conformação, pontos									
E	11,48	10,64	11,63	10,94	11,17				
Z	10,65	10,25	10,04	9,83	10,19	7,46	0,123	<0,001	0,334
Média	11,06	10,45	10,83	10,39	10,69				

M = % de milho na dieta; G= grupo genético; M*G = interação entre fatores.

As características relacionadas com a musculabilidade da carcaça como a espessura de coxão (Tabela 6), área do *Longissimus dorsi* e conformação não foram influenciadas ($P>0,05$) pelo avanço do nível de milho na dieta (Tabela 5),

resultado do similar desenvolvimento corporal atingido ao término do período experimental.

As características de musculosidade da carcaça foram medianamente correlacionadas ($P < 0,05$) entre si (Tabela 4), resultados discordantes aos verificados por MISSIO et al. (2013), os quais verificaram elevadas associações entre essas variáveis. De outra maneira, a área do ***Longissimus dorsi*** e a conformação apresentaram correlações médias/baixas (Tabela 3) com o comprimento de braço ($r = -0,30$ e $r = -0,30$, respectivamente) e perímetro de braço ($r = 0,54$ e $r = 0,41$, respectivamente). O perímetro de braço, nesse contexto, tem grande importância na estimativa da quantidade de músculo na carcaça, uma vez que nessa região os tecidos presentes são basicamente, músculo e osso.

Já a correlação negativa entre comprimento de braço e as características de musculosidade de carcaça demonstram a baixa associação entre altura de carcaça e conformação, uma vez que essa característica é avaliada pela hipertrofia muscular (MÜLLER, 1987). Além disso, verificou-se que apenas nas carcaças dos animais com predominância genética européia ocorreu correlação significativa entre conformação e área do ***Longissimus dorsi*** (Tabela 4), o que de certa forma se justifica pela maior hipertrofia muscular nesses genótipos. Deve-se destacar que a maior hipertrofia muscular proporciona cortes com melhor aparência para o consumidor, bem como determina menor proporção de osso e maior de porção comestível da carcaça (MÜLLER, 1987; KUSS et al., 2005).

As características métricas da carcaça, exceto comprimento de braço, não foram alteradas pela substituição do grão de milho pelo grão de milheto na dieta (Tabela 6). Esses resultados refletiram, em grande parte, o similar desenvolvimento corporal dos animais durante o período experimental.

O comprimento de braço foi maior ($P < 0,05$) para as carcaças dos novilhos alimentados com as dietas com 100% de grão de milheto. Essa variação do comprimento de braço foi uma resposta inesperada, causada provavelmente, por diferenças existentes entre os animais na formação dos lotes no início do experimento, já que essa característica não foi considerada para a seleção dos animais que seriam confinados, pois o critério foi à similaridade quanto ao peso e

estado corporal. De outra maneira, novilhos com predominância genotípica europeia apresentaram maior ($P < 0,05$) perímetro de braço e menor comprimento de braço que novilhos com predominância genética zebuína (Tabela 6).

Tabela 6. Variáveis referentes às características métricas da carcaça de novilhos mestiços com predominância europeu (E) e predominância zebuino (Z), alimentados com níveis de milho em substituição ao milho da dieta.

GG	% de milho na dieta				Média	CV (%)	Fontes de variação		
	0	33	66	100			M	GG	M*G
Espessura de coxão, cm									
E	25,91	25,58	24,99	24,91	25,35				
Z	24,41	22,68	23,34	24,42	23,71	7,04	0,418	0,002	0,407
Média	25,16	24,13	24,17	24,66	24,53				
Perímetro de braço, cm									
E	37,21	37,35	37,07	36,18	36,95				
Z	36,45	35,35	34,96	36,25	35,76	4,06	0,545	0,002	0,212
Média	36,83	36,35	36,02	36,21	36,35				
Comprimento de braço, cm									
E	39,25	38,67	38,50	40,83	39,31				
Z	40,33	39,67	40,00	41,83	40,46	4,19	0,005	0,008	0,952
Média	39,79 ^b	39,17 ^b	39,25 ^b	41,33 ^a	39,88				
Comprimento de perna, cm									
E	73,70	73,41	72,46	75,55	73,78				
Z	73,61	76,11	74,17	75,99	74,97	3,41	0,079	0,146	0,780
Média	73,65	74,76	73,31	75,77	74,38				

M = % de milho na dieta; G= grupo genético; M*G = interação entre fatores; médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste Tukey.

Segundo verificações de PEROBELLI et al. (1995), RESTLE et al. (1999) e RESTLE et al. (2002), a maior participação de grau de gens zebuínos no genótipo, determina membros mais compridos e finos e, carcaça mais curta, embora nem sempre essas diferenças sejam evidenciadas (KUSS et al., 2005), já que dependem da composição genética dos animais, bem como da idade fisiológica em que foram realizadas as medidas na carcaça em cada genótipo. No presente estudo, os aspectos mencionados ficaram evidentes em função da ocorrência de correlações significativas mais frequentes entre as características métricas e demais características da carcaça nos novilhos com predominância genética zebuína (Tabela 4).

O peso dos cortes comerciais não foi alterado ($P>0,05$) pela substituição do grão de milho pelo de milheto na dieta (Tabela 7), resultado do similar peso de abate, já que essa característica apresentou ($P<0,05$) elevada associação com o peso do dianteiro, ponta de agulha e traseiro especial ($r = 0,89$, $r = 0,88$ e $r = 0,89$, respectivamente).

Esses resultados foram coerentes com as verificações de BONILHA et al. (2007), os quais avaliaram a seleção para peso pós-desmama em diferentes genótipos e sistemas alimentares e verificaram que a variação do peso de abate influenciou as características correlacionadas como o peso do traseiro especial, dianteiro e ponta de agulha. Verificou-se ainda, que os pesos dos cortes comerciais apresentaram correlações ($P<0,05$) medianas com as características de musculosidade da carcaça e perímetro de braço e, elevadas correlações positivas entre seus pesos, o que indica a possibilidade de aumento do peso destes via seleção para conformação e perímetro de braço, bem como a dificuldade em se promover a alteração na proporção destes, uma vez que, segundo BERG & BUTTERFIELD (1979), o animal tende a manter, dentro de certos limites, equilíbrio entre os quartos traseiro e dianteiro.

Em relação ao genótipo, verificou-se que animais com predominância genética européia apresentaram maior ($P<0,05$) peso absoluto de dianteiro, ponta de agulha e traseiro especial em relação aos animais com predominância genética zebuína (Tabela 7).

LOPES et al. (2012) avaliando as características de novilhos Red Norte (Nelore, Red Angus, Senepol e Caracu) e Nelore verificaram que os animais com predominância européia apresentam maior peso absoluto dos cortes comerciais, fato relacionado com o maior peso de abate, bem como com a maior musculatura do traseiro especial de bovinos europeus.

KUSS et al. (2005) avaliando as características da carcaça de vacas de descarte mestiças Charolês (C) Nelore (N) ($3/4$ Charolês-C Nelore-N, $3/4$ NC, $5/8$ CN e $5/8$ NC), verificaram que animais com predominância genética européia ($3/4$ CN) apresentaram maior peso relativo da ponta de agulha que animais com predominância genética zebuína ($3/4$ NC), resultados do maior arqueamento das costelas. Deve-se destacar, no entanto, que variações nos pesos dos cortes comerciais nem sempre são encontrados na avaliação entre genótipos com

predominância genética européia e zebuína (FATURI et al., 2002; RESTLE et al., 2002), o que certamente está relacionado com o grau de gens de cada genótipo, o peso de abate, o acabamento de carcaça e a idade dos animais avaliados.

Tabela 7. Variáveis referentes aos cortes comerciais da carcaça de novilhos de mestiços com predominância européia (E) e predominância zebuína (Z), alimentados com níveis de grão de milho em substituição ao grão de milho da dieta.

GG	% de milho na dieta				Média	CV (%)	Fontes de variação		
	0	33	66	100			M	GG	M*G
Dianteiro, kg									
E	104,62	98,54	100,28	105,0	102,13 ^a				
Z	96,36	93,96	91,08	98,79	95,05 ^b	5,27	0,083	0,001	0,254
Média	100,49	96,25	95,68	101,9	98,59				
Dianteiro, % do peso de carcaça fria									
E	38,97	39,04	39,02	38,54	38,89 ^b				
Z	39,05	39,01	39,08	39,00	39,04 ^a	1,01	0,074	0,001	0,496
Média	39,01	39,03	39,05	38,77	38,96				
Ponta de agulha, kg									
E	38,49	36,18	36,79	41,64	38,27 ^a				
Z	35,42	35,06	33,77	36,39	35,16 ^b	9,16	0,060	0,001	0,335
Média	36,95	35,62	35,28	39,02	36,72				
Ponta de agulha, % do peso de carcaça fria									
E	14,34	14,34	14,32	15,18	14,54				
Z	14,36	14,52	14,47	14,37	14,43	5,34	0,830	0,068	0,369
Média	14,35	14,43	14,40	14,77	14,49				
Traseiro especial, kg									
E	125,35	117,65	119,86	126,1	122,26 ^a				
Z	114,92	111,93	108,27	118,1	113,31 ^b	5,58	0,119	<0,001	0,354
Média	120,13	114,79	114,07	122,1	117,79				
Traseiro especial, % do peso de carcaça fria									
E	46,68	46,60	46,64	46,27	46,55				
Z	46,57	46,45	46,44	46,62	46,53	0,85	0,411	0,195	0,498
Média	46,63	46,53	46,54	46,44	46,54				

M = % de milho na dieta; G= grupo genético; M*G = interação entre fatores. Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey.

Quando expresso em percentagem do peso de carcaça fria, apenas o peso de dianteiro foi alterado, apresentando maior participação na carcaça de animais com predominância genética zebuína (Tabela 7). Segundo BERG &

BUTTERFIELD (1976), o dianteiro é a parte do corpo que apresenta maior crescimento inicial em relação ao da ponta de agulha e traseiro especial, em função das ondas de crescimentos atuantes no corpo do animal (da frente para o posterior e da parte dorsal para a ventral). Além disso, sendo os animais com predominância genética zebuína mais precoces, em função de seu menor peso adulto (DI MARCO et al., 2007), os resultados se fazem coerentes, já que esses genótipos apresentaram desenvolvimento do dianteiro em fase mais precoce que os animais com predominância genética européia.

A análise de correlação, realizada em função da predominância genética (Tabela 4), demonstrou também que o peso do traseiro especial apresentou maior associação com o peso corporal nos novilhos com predominância genética européia, enquanto nos zebuínos, o peso de abate foi mais associado com o dianteiro e ponta de agulha.

Deve-se destacar ainda que segundo LUCHIARI FILHO (2000), é desejável que as carcaças apresentem rendimento de traseiro superior a 48%, dianteiro até 39% e ponta de agulha até 13%, no entanto, no presente estudo, com exceção do rendimento do dianteiro, os demais rendimentos não se enquadraram nessa recomendação, independente do genótipo utilizado.

Conclusões

O grão de milheto pode ser utilizado em substituição ao grão de milho, pois não altera a maioria das características de interesse econômico da carcaça de novilhos terminados em confinamento nos sistemas de produção.

Novilhos com predominância européia são mais pesados ao abate, apresentando carcaça com maior peso e melhor conformação.

Referências Bibliográficas

1. ALMEIDA, R.; MEDEIROS, S.R.; CALEGARE, L.; ALBERTINI, T.Z.; LANNA, D.P. Fazendas de terminação. In: **Bovinocultura de corte volume I**, Piracicaba: FEALQ, 2010. p.183-199.
2. ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2011. Anual. 378 p.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16^a ed. AOAC, Washington, DC. 1995.
1. ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; PASCOAL, L.L.; PACHECO, P.S.; SOCCAL, D.C. Características da carcaça de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.969-977, 2004.
2. ARBOITTE, M.Z.; BRONDANI, I.L.; RESTLE, J.; FREITAS, L.S.; PEREIRA, L.B.; CARDOSO, G.S. Carcass characteristics of small and medium-frame Aberdeen Angus young steers. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.34, n.1, 2012.
3. BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sidney University, 1976. 240p.
4. BERGAMASCHINE, A.F.; FREITAS, R. V.L.; VALÉRIO FILHO, W.V.; BASTOS, J.F. P.; MELLO, S.Q.S.; CAMPOS, Z. R. Substituição do milho e farelo de algodão pelo milheto no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.1, p.154-159, 2011.
5. BONILHA, S.F.M.; PACKER, I.U.; FIGUEREDO, L.A.; ALLEONI, G.F.; RESENDE, F.D.; RAZOOK, A.G. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre características de carcaça e rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1275-1281, 2007.
6. CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
7. DI MARCO, O.N.; BARCELLOS, J.O.J.; COSTA, E.C. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre, 2007. 276p.
8. FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; SILVA, J.H.S.; ARBOITTE, M.Z.; CARRILHO, C.O.; PEIXOTO, L.A.O. Características da Carcaça e da Carne

de Novilhos de Diferentes Grupos Genéticos Alimentados em Confinamento com Diferentes proporções de Grão de Aveia e Grão de Sorgo no Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.2024-2035, 2002.

9. HILL, G.M.; NEWTON, G.L.; STREETER, M.N.; HANNA, W.W.; UTLEY, P.R.; MATHIS, M.J. Digestibility and utilization of pearl millet diets fed to finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p.1728-1735, 1996.
10. KUSS, F.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L.; MENEZES, L.F.G.; PAZDIORA, R.D.; FREITAS, L.S. Características da carcaça de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento com distintos pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.915-925, 2005.
11. LOPES, S.L.; LADEIRA, M.M.; NETO, O.R.M.; PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E.M.; OLIVEIRA, D.M. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.4, p.970-977, 2012.
12. LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Netherlands, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
13. LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: R Vieira Gráfica e Editora, 2000. 134p.
14. MARTINS NETO, D.A.; BONAMIGO, L.A. Milheto: características da espécie e usos. In: MARTINS NETO, D. A.; DURÃES, F. O. M. (eds.) **Milheto: tecnologias de produção e agronegócio**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.20-36.
15. MENEZES, L.F.G.; BRONDANI, I.L.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; CALLEGARO, A.M.; WEISE, M. Características dos componentes não integrantes da carcaça de novilhos superjovens da raça Devon, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, n.2, p.372-381, 2011.
16. MISSIO, R.L.; RESTLE, J.; MOLETTA, J.L.; KUSS, F.; NEIVA, J.N.M.; MOURA, I.C.F. Características da carcaça de vacas de descarte abatidas com diferentes pesos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n.3, p.644-651, 2013.
17. MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2^a ed. Santa Maria: UFSM, 1987. 31p.
18. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7^a ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.

19. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7th ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
20. PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S.; BRONDANI, I.L.; PASCHOAL, L.L.; ARBOITTE, M.Z.; FREITAS, A.K.F; Desempenho de Novilhos Jovens e Superjovens de Diferentes Grupos Genéticos Terminados em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.963-975, 2005a.
21. PACHECO, P.S.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M.Z.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; FREITAS, A.K. Características quantitativas da carcaça de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1666-1677, 2005b.
22. PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S.; FREITAS, A.K.; ARBOITTE, M.Z.; PÁDUA, J.T. Relação entre componentes do corpo vazio e rendimentos de carcaça de novilhos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.7, p.107-113, 2006.
23. PACHECO, P.S.; RESTLE, j.; MISSIO, R.L.; MENEZES, L.F.G.; ROSA, J.R.P.; KUSS, F.; ALVES FILHO, D.C.; NEIVA, J.M.N.; DONICHT, P.A.M.M. Características da carcaça e do corpo vazio de bovinos Charolês de diferentes categorias abatidos com similar grau de acabamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.65, n.1, p.281-288, 2013.
24. PASCOAL, L.L.; VAZ, F.N.; VAZ, R.Z.; RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; SANTOS, J.P.A. Relações comerciais entre produtor, indústria e varejo e as implicações na diferenciação e precificação de carne e produtos não-carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, p.82-92, 2011. Suplemento.
25. PEROBELLI, Z.V.; RESTLE, J.; MÜLLER, L. Estudo das carcaças de vacas de descarte das raças Charolês e Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.3, p.409-412, 1995.
26. PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; MOLETTA, J.L. Características Quantitativas de Carcaça de Bovinos Zebu e de Cruzamentos Bos taurus x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2019-2029, 2000 (Suplemento 1).
27. PETHICK, D.W.; HARPER, G.S.; ODDY, V.H. Growth, developpment and nutritional manipulation of marbling in cattle: a review. **Australian Journal Experimental Agriculture**, Collingwood, v.44, p.704-715, 2004.
28. RESTLE, J.; KEPLIN, L.A.S.; VAZ, F.N. Características da carcaça de novilhos Charolês, abatidos com diferentes pesos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.8, p.851-856, 1997.

29. RESTLE, J.; VAZ, F.N.; QUADROS, A.R.B.; MÜLLER, L. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.6, p.1245-1251, 1999.
30. RESTLE, J.; VAZ, F.N.; FEIJÓ, G.L.D.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.C.; FATURI, C.; PACHECO, P.S. Características de carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes composições raciais Charolês e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1371-1379, 2000.
31. RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PACHECO, P.S.; PEIXOTO, L.A. Efeito do grupo genético e da heterose nas características quantitativas da carcaça de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.350-362, (Suplemento), 2002.
32. SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3^a ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
33. SILVA, A.H.G. Substituição do milho por milheto na dieta de novilhos mestiços terminados em confinamento. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2012. 31p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, 2012.
34. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS Institute Inc. 2002. **SAS User's Guide: Statistics**. Cary, NC, 2001. 285p.
35. VAN SOEST, P.J. Collaborative study of acid-detergent fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Washington, v.56, p.781-784, 1973.
36. VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
37. VAZ, F.N.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L.; VAZ, R.Z.; PEIXOTO, L.A. Características de carcaça e da carne de novilhos filhos de vacas 1/2 Nelore 1/2 Charolês e 1/2 Charolês 1/2 Nelore acasaladas com touros Charolês ou Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1734-1743, 2002.
38. VAZ, F.N.; RESTLE, J.; SILVA, N.L.Q.; ALVES FILHO, D.C.; PASCOAL, L.L.; BRONDANI, I.L.; KUSS, F. nível de concentrado, variedade da silagem de sorgo e grupo genético sobre a qualidade da carcaça e da carne de novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.239-248, 2005.

39. VAZ, F.N; RESTLE, J.; ARBOITE, M.Z.; PASCOAL, L.L.; FATURI, C.; JONER, G.. Fatores relacionados ao rendimento de carcaça e novilhos ou novilhas superjovens, terminados em pastagem cultivada. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.11, n.1, p.57-65, 2010.
40. WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; CROUSE, J.D. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and ***Longissimus*** palatability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.4, n.5, p.1023-35, 1996.

CAPÍTULO 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXO NA CARNE DE NOVILHOS DE DIFERENTES PREDOMINÂNCIAS GENÉTICAS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO PELO GRÃO DE MILHETO

RESUMO: Avaliou-se o perfil de ácidos graxos da carne de novilhos mestiços com predominância genotípica européia (E) ou zebuína (Z), alimentados em confinamento com dietas com elevada proporção de concentrado (80%) contendo níveis de grão de milheto moído em substituição ao grão de milho moído (0, 33, 66 e 100%). Foram utilizados 24 novilhos de cada predominância genética, abatidos aos 24 meses de idade, após 96 dias de confinamento. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos em arranjo fatorial 4x2, utilizando-se seis repetições. O pH inicial (6,7) e final (5,9), a temperatura final (9,72), a perda de líquidos ao descongelamento (9,7%) e cocção (26,6%), a cor (3,7 pontos), a textura (3,1 pontos), o marmoreio (4,5 pontos), a força ao cisalhamento das fibras musculares (kgf/cm³) e os teores de umidade (72,9%), proteína bruta (23,0%) e extrato etéreo (1,5%) da carne não foram alterados pela substituição do grão de milho pelo de milheto. As características da carne não foram influenciadas pelas predominâncias genéticas, exceto o marmoreio, o qual foi superior (4,99 **vs** 3,95 pontos) nos animais europeus. O pH final da carcaça foi correlacionado com a perda de líquidos ao descongelamento ($r = -0,36$) e cor da carne ($r = -0,62$). A substituição do grão de milho pelo de milheto na dieta de novilhos não altera a qualidade da carne. O avanço da percentagem do grão de milheto na dieta elevou linearmente a participação dos ácidos graxos araquídico (C20:0), heneicosanóico (C21:0), ω linolênico (C18:3 **n-3**) e di-homo ω linolênico (C20:3 **n-6**). Novilhos E apresentaram carne com menor ($P < 0,05$) teor de mirístico (C14:0), heneicosanóico (C21:0) e ω linolênico (C18:3 **n-6**) que novilhos Z. A concentração total de ácidos graxos saturados (45,2%), monoinsaturados (41,2%) e poliinsaturados (8,7%) e, a relação monoinsaturados/saturados (1,09) e poliinsaturados/saturados (0,18) não foram alterados pelos fatores estudados. O aumento da percentagem de grão de milheto na dieta de novilhos mestiços europeus ou zebuínos melhora a relação entre os ácidos graxos **n-6/n-3**.

Palavras-chave: bovinos, CLA, linoléico, gordura intramuscular, maciez da carne, perda de líquidos ao cozimento.

CHAPTER 3. PHYSICAL AND CHEMICAL AND FATTY ACID PROFILE OF BEEF STEERS OF DIFFERENT GENETIC PREDOMINANCE FED DIETS CONTAINING SUBSTITUTIONS LEVELS OF CORN BY PEARL MILLET

ABSTRACT: This study aimed to assess the meat fatty acid profile of young crossbred bulls of European (E) or zebu (Z) genotypic predominance fed diets with high concentrate (80%) containing levels of ground millet grain in replacement to ground corn grain (0, 33, 66 and 100%). Twenty-four bulls of each genetic predominance were feedlot fed during 96 days and slaughtered at 24 months of age. The experimental design was the completely randomized design with treatments in a 4x2 factorial arrangement using six replicates. The initial (6.68) and final carcass pH (5.9), the final temperature of carcass (9.7), the fluid loss during thawing (9.7%) and cooking (26.6%), color (3.7 points), texture (3.1 points), marbling (4.5 points), the shear strength of the muscle fibers (kgf/cm³) and moisture (72.9%), crude protein (23.0%) and ether extract content (1.5%) of the meat were not affected by the substitution of corn grain by millet grain. Meat characteristics were not influenced by genetic predominance, except the marbling, which was higher (4.99 **vs.** 3.95 points) in European animals. The final pH was correlated with thawing liquid loss ($r = -0.36$) and meat color ($r = -0.62$). The replacement of corn grain by millet grain in diet did not affect meat quality of young bulls. Increasing the proportion of millet in the diet linearly increased the arachidic (C20:0), heneicosanoic (C21:0), α -linolenic (C18:3 n-3) and di-homo γ -linolenic (C20:3 **n-6**) fatty acids. European bulls meat showed less content of myristic (C14:0), heneicosanoic (C21:0) and γ -linolenic (C18:3 **n-6**) fatty acids. The total concentration of saturated (45.2%), monounsaturated (41.2%) and polyunsaturated (8.7%) fatty acids and, monounsaturated/saturated (1.09) and polyunsaturated/saturated (0.18) relationship were not affected by the factors studied. The increase in the percentage of millet grain in the diet of European and zebu crossbred bulls improves the ratio between **n-6/n-3** fatty acids.

Keywords: cattle, CLA, fluid loss to cooking, intramuscular fat, linoleic, meat tenderness.

Introdução

A utilização do confinamento para terminação de bovinos é uma prática que vem aumentando no Brasil, passando de 3,35 milhões de cabeças no ano de 2005 para 3,39 milhões em 2011 (ANUALPEC, 2011), quando havia rebanho efetivo de bovinos de 212,798 milhões de cabeças segundo IBGE (2011).

Além dos benefícios relacionados com o sistema de produção (liberação de áreas de pastagens para o rebanho de cria, redução da idade de abate, aumento da taxa de desfrute, entre outras), o confinamento possibilita melhorias na padronização dos cortes cárneos e na qualidade da carne. Isso está relacionado com o melhor acabamento de carcaça e a redução da idade de abate, impactando positivamente as características de interesse econômico (coloração, textura e maciez da carne, entre outras).

Aspectos genéticos e fatores ambientais presentes durante o processo de criação dos bovinos podem ser responsáveis pela alteração de vários fatores, entre os quais a qualidade da carne, com a aparência apresentada no momento da compra e, na maciez (FELÍCIO, 1993).

No entanto, apesar dos avanços na compreensão da função de nutrição na taxa de crescimento no metabolismo miofibrilar e na deposição de tecidos no músculo. O impacto desses na qualidade da carne ainda não é totalmente compreendido, assim como a cada dia, ocorre crescimento do número de consumidores mais exigentes que buscam, além do aspecto visual e sensorial, produtos mais saudáveis.

Apesar dos benefícios sobre as principais características físico-químicas da carne, a alimentação de bovinos em confinamento tem sido associada com a produção de carne menos saudável em relação àquela produzida a pasto, o que se deve aos maiores teores ácidos graxos (AG) saturados (mirístico e palmítico, principalmente) e menor teor de ácidos graxos poliinsaturados (DE SMET et al., 2004; DARLEY et al., 2010; BRESSAN et al., 2011).

Em função disso, diversos estudos têm sido realizados no intuito de se conhecer melhor essas alterações, seja em função das estratégias de

alimentação e/ou do grupo genético dos animais, entre outros fatores (SAMI et al., 2006; FERNANDES et al., 2009; BRESSAN et al., 2011).

Têm sido verificadas respostas diferenciadas, nessas pesquisas, quanto ao perfil de ácidos graxos da carne, entre ***Bos taurus*** e ***Bos indicus*** em função da dieta oferecida. Existem evidências que zebuínos alimentados com elevadas proporções de concentrado depositam maiores quantidades de AG saturados (BRESSAN et al., 2011). Além disso, o perfil de AG dos grãos de cereais tem papel importante sobre os AG depositados na carne (FERNANDES et al., 2009).

Na carne bovina os ácidos graxos saturados e monoinsaturados predominantes (DUNGAN JR., 1984) podem ser alterados pela idade, raça (ZEMBAYASHI et al., 1995) e dieta (MEDEIROS et al., 2005).

Considerando o exposto, objetivou-se avaliar as características físico-químicas e o perfil de ácidos graxos da carne de novilhos mestiços com predominância genética européia ou zebuína alimentados com elevada proporção de concentrado e níveis de grão de milheto em substituição ao de milho.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido entre 14 de agosto e 11 de novembro de 2010, nas instalações do Setor de Bovinocultura de Corte do Centro Tecnológico da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano, no município de Rio Verde/GO, localizado a 17°46'22'' de latitude Sul e 51°02'86'' de longitude Oeste e, 815 metros de altitude. O presente trabalho foi aprovado pelo CEEA/COEP/UFG, processo 101/2011.

Foram utilizados 45 novilhos inteiros com predominância genotípica européia e 44 novilhos inteiros com predominância genotípica zebuína, com peso médio inicial de 317,8 e 320,7 kg, respectivamente. Os animais apresentaram idade média inicial, avaliada pela dentição, de 21 meses. Esses foram confinados em baias coletivas (10 x 7,70 m), equipadas com bebedouros e comedouros, sendo o piso a base de cascalho, com declive de 5%. Antecedendo o período

experimental, os animais foram submetidos ao controle de endoparasitas e ectoparasitas e vacinados contra pasteurelose.

Os animais, de cada predominância genética, foram distribuídos aleatoriamente nas dietas experimentais (Tabela 1), sendo adaptados às instalações e dietas por sete dias.

No início do experimento e a cada 28 dias os animais foram pesados individualmente após jejum de sólidos por 14-16 horas, sendo o período experimental de 89 dias. Os tratamentos avaliados associaram as dietas com níveis de grão de milheto em substituição ao grão de milho e as diferentes predominâncias genéticas (Europeu e Zebuino), as quais foram avaliadas por meio da avaliação das características fenotípicas dos animais. As dietas foram balanceadas para ganho de peso de 1,5 kg/dia, estimando-se o consumo de 2,4% do peso corporal (NRC, 1996).

O consumo foi registrado diariamente, mantendo-se as sobras em torno de 10% por meio da pesagem das sobras do dia anterior. A ração foi fornecida em duas refeições diárias (09h00 e 17h00), com a mistura do volumoso e do concentrado no comedouro. Semanalmente foram coletadas amostras dos alimentos, as quais foram pré-secas em estufa de ar com ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. Após as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 1 mm e armazenadas em potes plásticos para posteriores análises químicas.

Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram determinados segundo AOAC (1995). O teor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados segundo LICITRA et al. (1996).

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado segundo VAN SOEST et al. (1991), sendo corrigida para cinzas e proteínas. Teores de fibra em detergente ácido e lignina foram determinados segundo VAN SOEST (1973). Os carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram analisados de acordo com NRC (2001): $CT = 100 - (\%PB + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM)$ e $CNF = 100 - (\%PB + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM)$. E os nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado segundo CAPELLE et al. (2001):

NDT = 83,79 $\pm$ (0,4171 * FDN). O amido foi determinado segundo metodologia proposta por SILVA & QUEIROZ (2002).

Tabela 1 $\pm$ Composição percentual e química das dietas.

Itens	Grão de milho em substituição ao grão de milho			
	0%	33%	66%	100%
Silagem de milho	20,00	20,02	20,00	20,02
Milho	70,50	48,96	25,06	0,00
Milheto	0,00	24,05	49,88	77,47
Farelo de soja	8,02	5,49	3,61	1,19
Uréia	0,62	0,63	0,60	0,49
Núcleo mineral ¹	0,86	0,85	0,85	0,83
Matéria seca, % MN	66,04	66,22	66,46	66,67
Matéria mineral, % MS	1,54	1,67	1,54	1,96
Proteína bruta, % MS	14,19	14,16	14,45	14,18
Extrato etéreo, % MS	3,36	2,82	5,46	6,64
FDN, % MS	11,69	12,71	14,98	15,74
FDNcp, % MS	10,66	10,34	12,13	12,74
FDA, % MS	2,28	2,33	2,32	2,778
Lignina, % MS	0,82	0,94	1,08	1,23
NIDM, % do N total	0,08	0,14	0,21	0,29
NIDA, % do N total	0,02	0,03	0,05	0,06
CT, % MS	80,38	80,21	79,69	79,39
CNF, % MS	70,25	71,01	66,42	64,48
Amido, % MS	70,76	75,58	59,92	58,69
NDT, % MS	78,91	78,48	77,54	77,22

¹Níveis de garantia (g/kg): Ca 117,00 $\pm$ 130,00 g; P $\pm$ 61,00 g; S $\pm$ 9,00 g; Na $\pm$ 150,00 g; Mg $\pm$ 694,00 mg; Zn $\pm$ 5.783,00 mg; Mn $\pm$ 1.000,00 mg; Cu $\pm$ 1.880,00 mg; Co $\pm$ 160,00 mg; I $\pm$ 165,00 mg; Se $\pm$ 25,00 mg; Monensina sódica - 2,40 g; MN = matéria natural; MS = matéria seca; FDN = fibra em detergente neutro (FDN); FDNcp = FDN corrigida para cinzas e proteína; NIDM = nitrogênio (N) insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Adaptado SILVA (2012).

Ao final do período de confinamento, foram selecionados aleatoriamente seis animais de cada predominância genética nas diferentes

dietas, os quais foram abatidos em frigorífico comercial, seguindo o fluxo normal na linha de abate. Antecedendo o abate os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 14-16 horas. Após o abate, as carcaças foram identificadas, divididas ao meio, pesadas e levadas ao resfriamento por 24 horas em temperatura variando entre 0 e 2°C.

Após o resfriamento, da meia carcaça direita, entre a 9^a e 11^a costelas foram retiradas amostras da porção cranial do músculo ***Longissimus dorsi***. Para determinação do grau de marmorização, pela quantidade de gordura intramuscular: 1 a 3 = traços; 4 a 6 = leve; 7 a 9 = pequeno; 10 a 12 = médio; 13 a 15 = moderado; 16 a 18 = abundante; a textura, por meio da observação da granulometria das fibras musculares (1 = muito grosseira; 2 = grosseira; 3 = levemente grosseira; 4 = fina; 5 = muito fina) e da coloração, avaliada após 30 minutos de exposição do corte ao ar (1 = escura; 2 = vermelho escura; 3 = vermelho levemente escura; 4 = vermelha; 5 = vermelho-viva), segundo proposta de MÜLLER (1987).

As amostras foram identificadas, embaladas em saco plástico e congeladas (freezer a -20 °C), para posteriores análises laboratoriais de força de cisalhamento e análises químicas.

As amostras retiradas do músculo ***Longissimus dorsi*** congeladas, posteriormente, cortadas em bifes com espessura de uma polegada (2,54 cm), embaladas em sacos plásticos adequados e mantidas sob temperatura média de 1°C, para posteriores análises quanto à maciez, por meio da força de cisalhamento.

Para a análise de força de cisalhamento os bifes foram descongelados em geladeira por 18 horas. Foi adotada a metodologia padronizada por WHEELER et al. (1997), na qual as amostras foram assadas em forno elétrico até atingirem temperatura interna de 71°C, controladas por meio de termômetros. Durante o cozimento das amostras para análise de força de cisalhamento, foram coletados os dados necessários para o cálculo dos valores de perdas por evaporação, gotejamento e totais. As perdas foram obtidas pela pesagem das bandejas de cozimento, com e sem as amostras, e, antes e após o cozimento. A relação percentual de perda de peso das bandejas com as amostras, antes e depois do cozimento, foi relacionada às perdas por evaporação e o acréscimo de

peso das bandejas após o cozimento e sem as amostras representou as perdas por gotejamento. As perdas totais resultaram da soma das perdas por gotejamento e evaporação.

Após o cozimento os bifes foram resfriados e posteriormente analisados. De cada bife foram removidas oito amostras cilíndricas medindo 1,27 cm diâmetro por 2,54 cm de comprimento, extraídas paralelamente ao longo do eixo das fibras musculares (AMSA, 1995; WHEELER et al., 1997). O cisalhamento foi realizado perpendicularmente na orientação longitudinal das fibras musculares. Cada amostra foi cisalhada por completo em seu centro geométrico por um acessório Warner-Bratzler Shear Force. O cálculo das perdas por congelamento e por cozimento foi realizado por diferença de peso.

As análises da carne foram realizadas no Centro de Pesquisas em Alimentos (CPA) da Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ/UFG). A umidade (U), quantificação da proteína bruta (PB) foi realizada pelo método de ãMicro-Kjeldahlõ conforme AOAC (1990) e MAPA (1999) e, o teor de lipídios totais foi determinado de acordo com metodologia proposta por BLIGH & DYER (1959), em que a gordura externa e demais tecidos foram retirados. As análises foram realizadas mediante rotina do laboratório (ANEXOS 1, 2 e 3).

Depois disso, 25 mg de gordura bovina foram pesadas em tubos contendo o padrão interno (0,2 ml de uma solução com concentração 10 mg/2ml de tricosanoato de metila - C23:0) e 1,5 mL de solução metanólica de NaOH 0,5 mol/L. A solução foi aquecida em banho-maria a 100°C por cinco minutos e resfriada em água corrente até a temperatura ambiente. Em seguida foram adicionados 2 mL de solução de BF₃ (trifluoreto de boro) a 12% em metanol e, novamente aquecido em banho-maria a 100°C durante 30 minutos e resfriado em água corrente até a temperatura ambiente. Após, foi adicionado 1 mL de hexano, agitado vigorosamente por 30 segundos e adicionou-se 5 mL de solução aquosa saturada de NaCl. A amostra esterificada foi centrifugada a 200 rpm por 5 minutos, sendo o sobrenadante retirado e transferido para um frasco âmbar de 5 mL. 1 mL de hexano foi adicionado ao tubo, sendo novamente agitado e centrifugado e o sobrenadante adicionado à fração anterior. A mistura dos sobrenadantes foi concentrada para um volume final de aproximadamente 1 mL, utilizando N₂ gasoso comercial.

A determinação dos ácidos graxos (AG) foi realizada em Cromatógrafo Gasoso (CG), modelo Focus GC, marca Thermo-Finnigan (série: 20032920, Milano - Itália), com detector de ionização em chama (FID) a 250°C, injetor split (razão de 1:70) a 225°C e com coluna (Restek RT-2560) de 100 metros de comprimento por 0,25 mm de diâmetro interno e 0,2 µm de espessura do filme da fase líquida. A temperatura inicial do forno foi de 100 °C durante 4 minutos, a temperatura foi programada para elevar 3°C por minuto até atingir 240°C, permanecendo estável por 30 minutos. O tempo de corrida total foi de 80,67 minutos com velocidade do gás de arraste (hidrogênio) de 1,2mL/min e injeção de 1µL de amostra. A integração das áreas dos picos foi realizada através do programa ChromQuest 4.1 (Thermo Electron).

Os AGs foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ésteres metílicos de AG (Sigma) e por co-cromatografia. A quantificação foi feita por padronização interna (JOSEPH & ACKMAN, 1992) e expressa em percentual (%).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos em arranjo fatorial 4x2 (quatro dietas e dois grupos genéticos), utilizando-se seis repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, regressão e teste para a falta de ajuste das equações de regressão (*lack-of-fit*), utilizando-se o PROC REG do SAS (**Statistical Analysis System**, versão 9.2). Quando os dados não se ajustaram aos modelos de regressão, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, considerando-se 5% como nível crítico de significância. Quando necessário os dados foram transformados utilizando-se a função $\log^2$.

O peso corporal inicial foi utilizado como co-variável e quando não significativo foi retirado do modelo. O modelo matemático geral utilizado foi: $\gamma_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_k + \epsilon_{ijkl}$, em que: γ_{ijkl} = variável dependente; μ = média geral; τ_i = efeito das dietas; β_j = efeito do grupo genético j; $(\tau\beta)_{ij}$ = interação entre dieta i e grupo genético j; ϵ_k = efeito da co-variável m; ϵ_{ijkl} = erro experimental residual. No estudo de regressão, o modelo foi: $\gamma_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \alpha_j + \hat{U}_j$, onde: γ_{ij} = variáveis dependentes; β s = coeficientes de regressão; X_i = variáveis independentes; α_j = desvios da regressão; e $\hat{U}_j$ = erro aleatório residual.

Resultados e Discussão

Não foi verificada interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de substituição do grão de milho pelo de milheto e as predominâncias genéticas sobre as variáveis avaliadas.

O pH da carcaça quente (pH inicial), apresentou variação ($P<0,05$) em função da predominância genética européia (6,75) quando comparado aos animais com predominância genética zebuína (6,59). A maior reatividade dos animais com predominância européia durante o embarque para o frigorífico e no curral de espera no frigorífico antecedendo o abate pode ser a razão para esta diferença.

Tabela 2. Variáveis quali-quantitativas da carne de novilhos mestiços de predominância genética européia (E) ou zebuína (Z), alimentados em confinamento com níveis de grão de milheto em substituição ao de milho da dieta.

Itens (%)	Nível de milheto na dieta, %				GG		CV (%)	Fontes de variação		
	0	33	66	100	E	Z		M	GG	M*G
pHCQ	6,63	6,61	6,77	6,69	6,75 ^a	6,59 ^b	2,77	0,153	0,007	0,354
pHCF	5,86	5,94	5,93	5,89	5,91	5,91	4,19	0,915	0,835	0,724
TCF	9,55	9,67	9,81	9,83	9,82	9,61	8,05	0,808	0,343	0,264
Cor ¹	2,99	3,51	3,17	3,34	2,99	3,51	43,40	0,153	0,341	0,238
Tex ¹	3,05	3,21	2,88	3,13	2,91	3,23	21,28	0,672	0,163	0,583
Marm ²	4,54	4,03	4,09	5,22	4,99 ^a	3,95 ^b	20,99	0,311	0,038	0,329
PLD	7,82	11,00	9,29	10,81	9,44	10,03	30,37	0,093	0,338	0,142
PLC	25,96	28,29	24,18	27,98	26,56	26,65	16,63	0,094	0,791	0,632
PLT	33,78 ^b	39,29 ^a	33,47 ^b	38,79 ^a	36,00	33,78	16,82	0,028	0,416	0,981
Shear	7,04	8,64	7,42	9,35	7,69	8,53	28,48	0,066	0,239	0,535

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste Tukey. M = % de milheto na dieta; GG= grupo genético; M*G = interação entre fatores; pHQC = pH carcaça quente; pHCF = pH carcaça fria; TCF = temperatura carcaça fria ($^{\circ}\text{C}$); Tex = textura; Marm = marmoreio; PLD = perda de líquidos ao descongelamento (%); PLC = perda de líquidos ao cozimento (%); PLT = perda de líquidos total (%); Shear = força ao cisalhamento das fibras musculares pelo aparelho **Warner-Bratzler Shear**, ¹1= textura muito grosseira e coloração escura e 5= textura muito fina e coloração vermelha intenso; ²Variação de 1 a 18 pontos, sendo 1-3= traços e 16-18= abundante.

Por outro lado, LOPES et al. (2012), verificaram pH inicial maior na carcaça de animais da raça Nelore (6,79) em relação à carcaça de animais Red

Norte (6,55), esses autores atribuíram tais resultados ao maior estresse no momento pré-abate em animais zebuínos, o que poderia contribuir para maior utilização das reservas de glicogênio muscular, determinando, após o abate, no processo de transformação do músculo em carne, a falta de glicogênio, influenciando negativamente a acidificação do músculo, resultando em carne com pH elevado ($\text{pH} > 5,8$), o que ocasionaria carne tipo DFD (**Dark, firm and dry**).

A carne bovina é exportada pelos frigoríficos brasileiros com $\text{pH} < 5,8$ por avaliação no músculo *Longissimus dorsi*, 24 horas **post-mortem** (ROÇA, 2013). O valor de pH 6,0 tem sido considerado como linha divisória entre o corte normal e o do tipo DFD (ALVES et al., 2005), no entanto, alguns autores utilizam valores de 6,2 a 6,3 para esta classificação. O pH final nas carcaças avaliadas neste estudo foi superior a 5,8 e inferior a 6,0 e apresentou queda considerada normal para a espécie bovina, sendo o pH final considerado dentro dos limites aceitáveis (HONIKEL et al., 1981).

O principal objetivo da conservação da carne é retardar ou evitar alterações (microbiano, químico e físico) que a inutilizam como alimento e reduzem sua qualidade, uma vez que a carne fresca é um dos alimentos mais perecíveis, além da redução de perdas de peso da carcaça e desnaturação de proteínas (ROÇA, 2012; FELÍCIO, 1993).

Através do método usual, em que a temperatura da câmara é mantida entre 0 a 4°C, as carcaças bovinas atingem 10°C em 24 horas e de 0 a 4°C em 48 horas (ROÇA, 2012).

As características cor, textura, marmoreio avaliadas não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelas dietas experimentais e pelos grupos genéticos avaliados.

Os resultados para avaliação da coloração da carne foram similares aos verificados por RESTLE et al. (2003), que também não encontraram diferença para esta característica em animais de genótipo Charolês x Nelore.

A coloração da carne pode estar relacionada com a alteração da quantidade de mioglobina circulante e pode ser alterada em função idade do animal, mais frequentes na avaliação de diferentes categorias (VAZ et al., 2001; KUSS et al., 2010). Em estudo realizado por estes autores, bovinos não castrados apresentaram carne mais escura que castrados, fato associado com a maior

susceptibilidade de estresse pré-abate dos não castrados, afetando o teor de glicogênio no músculo e o pH da carne.

Deve-se ressaltar ainda, que a cor da carne é uma das principais características da carne que influencia a compra pelo consumidor, colorações mais escuras inibem por serem associadas à possível deterioração. Para MISSIO et al. (2010) a melhoria desta característica é importante do ponto de vista dos vendedores finais, como supermercados e açougues, os quais terão maior comercialização e maior giro de capital.

A textura é avaliada por meio da granulação que a superfície do músculo apresenta quando cortada, uma vez que o músculo é constituído por um conjunto de fibras musculares agrupadas em fascículos envolvidos por uma tênue camada de tecido conectivo, o perimísio (MÜLLER, 1987). Segundo esse autor, a textura da carne varia nitidamente com a idade dos animais, onde bovinos jovens apresentam carne com textura mais fina e mais macia que os de maior idade. Não foi observado influência ($P>0,05$) do nível de substituição do grão de milho pelo de milho e pelos genótipos avaliados na textura da carne (Tabela 2).

A quantidade de gordura intramuscular ou marmoreio não foi influenciada significativamente pelo nível de substituição do milho pelo grão de milho, porém foi 26% maior ($P=0,038$) nos animais com predominância européia. Vários fatores, incluindo alterações da curva de crescimento e diferenças de níveis alimentares em diferentes fases da vida, influenciam na deposição de gordura em diferentes locais, inclusive a deposição da gordura intramuscular (RESTLE et al., 2003).

O grau de marmoreio da carne apresentou correlação significativa com a maciez ($r=0,30$; $P<0,05$) quando avaliada pelo painel de degustadores, porém, não há correlação significativa com a força de cisalhamento necessária para o corte das fibras musculares através do aparelho **Warner-Bratzler Shear** (MENEZES et al., 2005).

Embora a força de cisalhamento tenha sido de 8,53 kgf para os animais com predominância zebuína em relação aos 7,69 kgf para os de predominância européia, esta diferença não foi significativa ($P=0,239$). Em geral animais zebuínos ou com esta predominância apresentam carne menos macia (RESTLE et al., 1999; VAZ et al., 2002; ROSSATO et al., 2010) e o limite de força de

cisalhamento 6 kgf pode ser considerado para separação da carne dura de macia (KOOHMARAIE, 1994; WHEELER et al., 1997). Fatores relacionados ao comprimento de sarcômero, onde o encurtamento excessivo aumenta a dureza da carne (KOOHMARAIE & GEESINK, 2006), quantidade de colágeno total e colágeno insolúvel (PURSLOW, 2005), atividade da calpastatina (ALVES et al., 2005; ALVES & MANCIO, 2007; ROSSATO et al., 2010), estão relacionadas com as explicações sobre a diferença de maciez da carne entre genótipos europeus e zebuínos.

A perda de líquidos ao descongelamento e perda de líquidos ao cozimento não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas dietas experimentais e pelos grupos genéticos avaliados, no entanto a perdas de líquidos totais apresentou variação ($P<0,05$) com o aumento do nível de inclusão de milho na dieta.

A interação entre inclusão de milho na dieta e grupos genéticos ($P>0,05$) não foi significativa ($P>0,05$) para os resultados de umidade, proteína e lipídios resultantes das análises das carnes, do músculo *Longissimus dorsi*, de novilhos mestiços europeus e zebuínos, em suas médias por inclusão de milho grão no concentrado em substituição ao milho grão e médias por grupos genéticos (Tabela 3).

Tabela 3. Variáveis referentes ao teor de umidade (U), proteína bruta (PB) e lipídio (L) da carne de novilhos mestiços de predominância genética européia (E) e zebuína (Z), alimentados com níveis de grão de milho em substituição ao de milho da dieta.

Itens	Nível de milho na dieta, %				GG		CV	Fontes de variação		
	0	33	66	100	E	Z		M	GG	M*G
U, %	72,83	72,80	73,01	72,87	73,10	72,64	1,40	0,961	0,131	0,270
PB, %	23,23	23,07	22,46	23,26	22,99	23,02	3,39	0,055	0,905	0,605
L, %	1,73	1,51	1,14	1,55	1,44	1,53	22,37	0,178	0,763	0,809

M = % de milho na dieta; GG= grupo genético; M*G = interação entre fatores. U = umidade (%); PB = proteína bruta (%); L = lipídios (%).

Os valores médios para porcentagem de umidade foram similares aos relatados por ABRAHÃO et al. (2005), ao avaliar características de carcaças e da carne de novilhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca.

As variações nos teores de umidade na carne de bovinos normalmente ocorrem por fatores relacionados a idade, sexo, grau de acabamento e condição fisiológica, além do conteúdo de gordura total do músculo (LUCHIARI FILHO, 2000; MOREIRA et al., 2003; MARQUES et al., 2006; MACEDO et al., 2008).

Em trabalho realizado por MACEDO et al. (2008) avaliando a composição química e perfil de ácidos graxos de cinco diferentes cortes (acém, alcatra, contrafilé, coxão mole e patinho) verificou-se que quanto maior proporção de gordura menor é o teor de água.

Nas diferentes percentagens de inclusões de grãos de milho em substituição aos grãos de milho, não foi identificada variação do teor de lipídios e umidade além da proteína ($P>0,05$). O teor de proteína na carne foi pouco variável e estão de acordo com os encontrados na literatura. Geralmente estes valores são encontrados na literatura em torno de 20% (MARQUES et al., 2006; MACEDO et al., 2008).

Na avaliação das propriedades físico-químicas de amostras do músculo *Longissimus thoracis* de *Bos taurus* e *Bos indicus* realizada por BRESSAN et al. (2011) em sistema de terminação a pasto ou com suplementação de grãos, os resultados foram similares para umidade e proteína, porém *B. taurus* mostraram média mais baixas de gordura.

O teor de lipídio intramuscular aumenta com o avanço da maturidade fisiológica e possui correlação negativa com a força de cisalhamento medida através do *Warner-Bratzler Shear* (FELÍCIO, 1993).

No entanto, a variação na percentagem de lipídios na carne bovina é muita alta, pois pode ser influenciada por fatores como raça, sexo, alimentação, além da localização anatômica do corte cárneo (LUCHIARI FILHO, 2000; MOREIRA et al., 2003; MARQUES et al., 2006).

A interação entre inclusão de grãos de milho $\times$ grupo genético não foi significativa ($P>0,05$) na composição de ácidos graxos saturados (Tabela 4), insaturados (Tabela 5) e poli-insaturados (Tabela 6) do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos mestiços de predominância européia (E) e zebuína (Z), através dos diferentes níveis de grão de milho em substituição ao de milho da dieta.

A quantidade e qualidade de ácidos graxos da carcaça dos animais variam de acordo com a, raça, dietas oferecidas aos animais, e outros fatores.

METZ et al. (2009), trabalhando com novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento, também não observou diferença ($P>0,05$) no percentual total de ácidos graxos saturados e insaturados.

Tabela 4. Variáveis referentes aos ácidos graxos saturados da carne de novilhos mestiços de predominância genética européia (E) e zebuína (Z), alimentados em confinamento com níveis de grão de milho em substituição ao de milho da dieta.

Itens (%)	Nível de milho na dieta, %				GG		CV	Fontes de variação		
	0	33	66	100	E	Z		M	GG	M*G
C8:0	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02	0,42	0,387	0,439	0,491
C10:0	0,07	0,06	0,12	0,08	0,09	0,08	0,42	0,208	0,624	0,757
C11:0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,051	0,840	0,825
C12:0	0,10	0,11	0,18	0,12	0,12	0,13	0,953	0,148	0,790	0,820
C13:0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,10	0,768	0,631	0,499
C14:0	3,20	3,16	3,58	3,31	3,07	3,56	18,79	0,368	0,016	0,301
C15:0	0,49	0,43	0,51	0,46	0,46	0,48	20,49	0,308	0,374	0,195
C16:0	24,95	24,76	24,93	24,60	24,34	25,28	7,24	0,960	0,084	0,121
C17:0	1,27	1,06	1,21	1,07	1,20	1,11	20,05	0,086	0,212	0,522
C18:0	14,96	14,68	15,50	14,79	14,80	15,17	10,65	0,609	0,426	0,719
C20:0	0,11 ^b	0,10 ^b	0,12 ^a	0,12 ^a	0,12	0,11	16,37	0,023	0,354	0,165
C21:0	0,04 ^{ab}	0,03 ^{bc}	0,05 ^a	0,05 ^a	0,05 ^a	0,03 ^b	0,20	0,026	0,002	0,769
C22:0	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,45	0,214	0,269	0,324
C24:0	0,04	0,07	0,06	0,04	0,06	0,05	0,74	0,415	0,417	0,754
Total	45,30	44,56	46,38	44,72	44,39	46,09	7,51	0,640	0,107	0,304

C8:0 = Ác. Caprílico; C9:0 = Ác. Pelargônico; C10:0 = Ác. Cáprico; C11 = Ác. Undecanóico; C12:0 = Ác. Láurico; C13:0 = Ác. Tridecanóico; C14:0 = Ác. Mirístico; C15:0 = Ác. Pentadecanóico; C16:0 = Ác. Palmítico; C17:0 = Ác. Margárico; C18:0 = Ác. Esteárico; C19:0 = Ác. Nonadecanóico; C20:0 = Ác. Araquídico; C21:0 = Ác. Heneicosanóico; C22:0 = Ác. Behênico; C23:0 = Ác. Tricosanóico; C24:0 = Ác. Lignocérico. M = % de milho na dieta; GG= grupo genético; M*G = interação entre fatores; $C20:1 = 0,1038 + 0,000214x$; $R^2 = 0,18$; $C21:1 = 0,033 + 0,000173x$, $R^2 = 0,13$; médias seguidas de letras minúsculas distintas, na linha, diferem entre si ($P<0,05$).

Os ácidos graxos saturados são encontrados principalmente em gorduras de origem animal (NOVELLO et al., 2008). A carne bovina devido ao processo de digestão de ruminantes possui grande quantidade destes ácidos, os maiores teores de ácidos graxos saturados encontrados neste estudo foram C16:0 (ácido palmítico), C18:0 (ácido esteárico), C14:0 (ácido mirístico) e C17:0

(ácido margárico), com percentuais médios 24,34% e 25,28%; 14,80% e 15,17%; 3,07% e 3,56%; 1,20% e 1,11% para médias de europeus e zebuínos respectivamente.

O C16:0 (ácido palmítico) e o C18:0 (ácido esteárico) são encontrados em maior concentração na composição de ácidos graxos em bovinos (FERNANDES et al., 2009; ROSSATO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009; PINHO et al., 2011; AFERRI et al., 2012). Estes ácidos graxos não apresentaram diferença ($P>0,05$) quando comparados entre manejo alimentar e grupos genéticos. Provavelmente perfil lipídico entre as dietas era semelhante e por não ter ocorrido diferença na porcentagem de extrato etéreo ($P>0,05$) nos diferentes níveis de inclusões de grãos de milho e grupamentos genéticos (Tabela 3), não foi identificado variação no teor de ácidos graxos (SCOLLAN et al., 2006; WARREN et al., 2006) ou ocorreu uma intensa biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos da dieta (CHRISTIE, 1982) que compensou a diferença inicial entre os dois grupos genéticos.

Fatores que aumentam os teores de saturado não são desejados, pois estes ácidos no organismo tendem a elevar tanto a LDL (**Low-density lipoprotein**) como a HDL (**High Density Lipoprotein**), conhecidos como colesterol ruim e bom respectivamente, aumentam o nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e o espaço livre de LDL na corrente sanguínea. Considerados hipercolesterolêmicos e os mais preocupantes, neste sentido, são mirístico (C14:0), láurico (C12:0) e palmítico (C16:0), já o ácido esteárico (C18:0) tem função neutra, uma vez que no organismo se transforma imediatamente em ácido oléico (C18:1) (BRAGAGNOLO, 2002; NOVELLO et al., 2008; HAUTRIVE et al., 2012).

Os ácidos graxos de cadeia ímpar são pouco comuns nos lipídeos da maioria dos mamíferos, porém, em ruminantes, são formados pela síntese **de novo** a partir do ácido propiônico no rúmen, onde maior teor de sacarose em dietas isoenergéticas, como no caso da cana-de-açúcar, pode propiciar a produção deste influenciando no processo de fermentação ruminal, resultando em aumento no teor de extrato etéreo da carne (FERNANDES et al., 2009).

A inclusão de grãos de milho em substituição ao milho não alterou ($P>0,05$) o percentual de C14:0 (ácido mirístico), mas foi superior ($P<0,05$) em

novilhos zebuínos quando comparados com novilhos europeus. Este ácido graxo é um dos mais preocupantes para a saúde humana (BRAGAGNOLO, 2002; NOVELLO et al., 2008; HAUTRIVE et al., 2012), é considerado hipercolesterolêmico e possui potencial para elevar a concentração plasmática de colesterol quatro vezes mais que o C16:0 (ROSSATO et al., 2009). A conversão de C14:0; 16:0 e 18:0 em seus respectivos produtos monoinsaturados é realizada pela enzima α^9 -dessaturase (STURDIVANT et al., 1992).

Avaliando o perfil de ácidos graxos da carne de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento e abatidas com pesos distintos, KUSS et al. (2007) encontraram uma redução de 19 e 10% para ácidos graxos saturados C14:0 (mirístico) e C16:0 (palmítico), respectivamente, com o aumento do peso de abate, além destes ácidos graxos saturados, comportamento semelhante foi observado para o C18:0 (esteárico).

Tabela 5. Variáveis referentes aos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) da carne de novilhos mestiços com predominância européia (E) e predominância zebuína (Z), alimentados com níveis de grão de milho em substituição ao de milho da dieta.

Itens (%)	Nível de milho na dieta(%)				GG		CV	Fontes de variação		
	0	33	66	100	E	Z		M	GG	M*G
C14:1 n-5	0,74	0,82	0,78	0,80	0,70 ^b	0,87 ^a	21,11	0,655	0,001	0,058
C15:1 n-5	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,39	0,890	0,907	0,639
C16:1 n-7	3,35	3,28	3,19	3,32	3,14 ^b	3,43 ^a	14,13	0,840	0,045	0,099
C17:1 n-7	0,54	0,48	0,58	0,68	0,57	0,56	4,16	0,666	0,906	0,649
C18:1 t-11	2,96	3,21	3,62	3,10	4,04 ^a	2,40 ^b	9,02	0,752	0,001	0,345
C18:1 n-9	34,33	32,71	31,79	33,33	33,20	32,88	11,88	0,478	0,778	0,148
C20:1 n-9	0,18	0,15	0,17	0,15	0,17	0,15	20,59	0,083	0,122	0,109
C22:1 n-9	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,14	0,624	0,849	0,635
C24:1 n-9	0,06	0,06	0,04	0,03	0,05	0,05	0,61	0,470	0,865	0,388
Total	42,23	40,81	40,25	41,50	41,96	40,43	9,70	0,668	0,196	0,148
AGMI/AGS	1,09	1,10	1,06	1,11	1,13	1,05	14,62	0,632	0,137	0,141

C14:1**n-5** = Ác. Miristoléico ; C15:1**n-5** = Ác. 10-Pentadecenóico; C16:1**n-7** = Ác. Palmitoléico; C17:1**n-7** = Ác. 10-Heptadecenóico; C18:1**trans-11** = Ác. Vaccênico; C18:1**n-9** = Ác. Oléico; C20:1**n-9** = Ác. Gondóico; C22:1**n-9** = Ác. Erúico; C24:1**n-9** = Ác. Nervônico. M = % de milho na dieta; GG= grupo genético; M*G = interação entre fatores; médias seguidas de letras minúsculas distintas, na linha, diferem entre si (P<0,05).

Vacas descarte apresentaram menores teores de ácidos saturados, em detrimento aos insaturados com o incremento do peso de abate, com associação negativa ($r=-0,61$; $P<0,01$) entre o marmoreio e a fração de gordura saturada na gordura (KUSS et al., 2007). Entretanto, segundo CONEGLIAN (2013) de maneira geral o perfil de ácidos graxos varia consideravelmente entre os animais, raça, dietas, além de outros fatores e, quanto maior a marmorização, maior o total de ácidos graxos saturados e menor a proporção de ácidos graxos poliinsaturados.

As percentagens de C20:0 (ácido araquídico) foram superiores ($P<0,05$) nas dietas com inclusão de grão de milheto em 66 e 100%. O aumento desses teores é benéfico à saúde humana. No entanto esses ácidos graxos não diferiram ($P<0,05$) quando relacionados a grupamentos genéticos. O ácido graxo C21:0 (ácido heneicosanóico) também foi superior nos níveis de inclusão de 66 e 100% e para os animais de origem européia.

Os ácidos graxos insaturados C14:1n-5 (ácido Miristoléico), C16:1n-7 (ácido palmitoléico) foram superiores ($P<0,05$) para os animais de origem zebuína (Tabela 5) e o C18:1~~trans~~-11 (ácido vacênico) foi superior ($P<0,05$) para o grupamento genético europeu. Este ácido é formado pela biohidrogenização de um isômero posicional e geométrico e é um importante precursor no metabolismo intermediário do CLA (ácido ruménico) (METZ et al., 2009).

O aumento desse ácido provavelmente ocasionaria maior nível de CLA no gado europeu, no entanto, isso não foi observado, pois o C18:2 c-9 t-11 não apresentou diferença ($P>0,05$), este é um importante ácido graxo para a saúde humana, segundo KAZAMA et al. (2008) a maioria das substâncias naturais com atividade anticarcinogênica é originada de plantas, mas o CLA é uma exceção que pode representar um grande avanço para que os consumidores e a sociedade médica mudem seus conceitos e aceitem a carne vermelha como um produto saudável.

As variações relacionadas a raças refletem nas atividades de enzimas envolvidas na síntese de ácidos graxos por dessaturação ou alongamento da cadeia (MUCHENJE et al., 2009).

A porcentagem do ácido graxo C18:3 **n-6** (ácido gama-Linoléico) foi maior ($P<0,05$) para os animais provenientes do grupamento genético **Bos indicus** (Tabela 6).

Tabela 6. Variáveis referentes aos ácidos graxos polinsaturados (AGPI) da carne de novilhos mestiços de predominância europeu (E) e zebuína (Z), alimentados com níveis de grão de milho em substituição ao de milho da dieta.

	Nível de milho na dieta (%)				GG		CV	Fontes de variação		
	0	33	66	100	E	Z		M	GG	M*G
C18:2 c-9 t-11	0,09	0,10	0,08	0,08	0,09	0,09	0,78	0,803	0,764	0,426
C18:2 n-6	5,26	6,14	6,68	6,28	6,12	6,04	36,34	0,479	0,883	0,456
C18:3 n-6	0,09	0,07	0,09	0,10	0,08 ^b	0,09 ^a	34,94	0,112	0,043	0,275
C18:3 n-3	0,28 ^b	0,34 ^{ab}	0,44 ^{ab}	0,45 ^a	0,36	0,40	0,30	0,008	0,386	0,838
C20:2 n-6	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,40	0,927	0,735	0,451
C20:3 n-9	0,65	0,74	0,91	1,09	0,08	0,91	1,58	0,889	0,683	0,348
C20:3 n-6	0,01 ^b	0,01 ^b	0,02 ^a	0,01 ^a	0,01	0,01	0,10	0,003	0,483	0,148
C20:4 n-6	0,73	0,90	1,06	0,86	0,87	0,91	5,08	0,575	0,782	0,802
C20:5 n-3	0,15	0,15	0,22	0,20	0,17	0,18	1,34	0,324	0,742	0,608
C22:2 n-6	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,16	0,096	0,421	0,511
C22:6 n-3	0,04	0,06	0,08	0,05	0,05	0,07	0,63	0,294	0,233	0,542
Total	7,40	8,60	9,67	9,21	7,90	8,80	18,79	0,403	0,559	0,286
AGPI/AGS	0,15	0,18	0,20	0,19	0,18	0,18	20,30	0,574	0,852	0,476
Total n-3 ¹	0,48	0,55	0,74	0,70	0,59	0,64	3,00	0,131	0,553	0,743
Total n-6 ²	6,15	7,21	7,93	7,25	7,15	7,12	8,66	0,548	0,973	0,567
n-6/n-3	13,90 ^a	13,79 ^a	11,67 ^{ab}	10,58 ^b	12,88	12,09	6,07	0,042	0,292	0,575

C18:2 **c-9 t-11** = ácido linoléico conjugado (CLA); C18:2 **n-6** = Ác. Linoléico (LA); C18:3 **n-6** = Ác. gama-Linolênico; C18:3 **n-3** = Ác. alfa-Linolênico (LNA); C20:2 **n-6** = Ác. 11,14-Eicosadienóico; C20:3 **n-9** = Ác. *Mead*; C20:3 **n-6** = Ác. di-homo-gama-Linolênico; C20:4 **n-6** = Ác. Aracodônico; C20:5 **n-3** = Ác. Timnodônico (EPA); C22:2 **n-6** = Ác. 13,16-Docosadienóico; C22:6 **n-3** = Ác. Cervônico (DHA). ¹Ácidos graxos n-3: somatório de: C18:3 **n-3**, C20:5 **n-3** e C22:6 **n-3**. ²Ácidos graxos n-6: somatório de: C18:2 **n-6**, C18:3 **n-6**, C20:2 **n-6**, C20:3 **n-6**, C20:4 **n-6** e C22:2 **n-6**; M = % de milho na dieta; GG= grupo genético; M*G = interação entre fatores; médias seguidas de letras minúsculas distintas, na linha, diferem entre si pelo teste tukey.

A maior participação entre os ácidos graxos poliinsaturados (Tabela 6) foi para o ácido Linoléico (C18:2 **n-6** - LA). No entanto, os percentuais entre novilhos mestiços europeus (6,115) e zebuínos (6,043) foram semelhantes ($P>0,05$). Os ácidos graxos C18:3 **n-3** (ácido alfa-Linolênico - LNA) e C20:3 **n-6** (ácido di-homo-gama-Linolênico) apresentaram diferença ($P<0,05$) em função do aumento da inclusão de milho na dieta (Tabela 6). Embora os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), em sua maioria, não sejam essenciais, eles desempenham um papel importante na diminuição do colesterol no sangue (ODA et al., 2004).

As relações AGMI/AGS (Tabela 5) e AGPI/AGS (Tabela 6) foram semelhantes ($P>0,05$) nas avaliações pela inclusão de grãos de milho em substituição ao grão de milho e grupo genéticos.

A relação AGPI/AGS, segundo DE SMET et al. (2004) diminui a medida que se aumenta a gordura intramuscular, fato que não ocorreu neste trabalho, uma vez que os resultados encontrados foram semelhantes para os níveis de inclusão de milho, mas superiores para novilhos com predominância européia.

Esta relação foi considerada inferior ao demonstrado por DI MARCO et al. (2007), que estabelecem este valor próximo a 0,5 que são superiores aos encontrados neste trabalho (0,15 a 0,20), que foram por sua vez, superiores aos encontrados por METZ et al. (2009) de 0,063 para novilhos Charolês e 0,096 para Nelore. Estes resultados demonstram a necessidade de estudar melhor as interações genéticas de dietas sobre o conteúdo de lipídios na carne de bovinos.

Dentre os AGPI o **n-6** e **n-3** são essenciais ao organismo devido às propriedades funcionais que apresentam e, mesmo através do consumo em quantidades relativamente pequenas, os seres humanos podem prevenir deficiências nutricionais e a substituição da gordura saturada da dieta pode diminuir o risco de doenças crônicas degenerativas (NOVELLO et al., 2008; SIMOPOULOS, 2008).

Neste trabalho, a relação **n-6/n-3** não foi influenciada pelos grupamentos genéticos ($P>0,05$). No entanto, diminuiu ($P<0,05$) com o aumento da inclusão de milho na dieta. Na maioria das vezes esta relação é mais influenciada por fatores relacionados à dieta que pelo grupamento genético (DE SMET et al., 2004).

Os níveis recomendados para o consumo de lipídios na relação de α -6/ α -3, que evitam riscos cardiovasculares, são valores abaixo de 4,0 (WOOD et al., 2003). Em animais terminados a pasto, a relação **n-6/n-3** varia de 1,4 a 2,0 e em animais terminados com confinamento de 6,0 a 10 (GARCIA et al., 2008). Neste estudo, a razão **n-6/n-3** independente do tipo biológico e dieta foi superior a 10 e, portanto, apresentou níveis inadequados.

Segundo NOVELLO et al. (2008) um balanço adequado na proporção de **n-6:n-3** na dieta é essencial no metabolismo do organismo humano, podendo levar a prevenção de doenças cardiovasculares e crônicas degenerativas e

também a uma melhor saúde mental. Os mesmo autores descrevem também que uma boa relação ***n-6:n-3*** deveria ser pelo menos 5:1, mas o consumo médio total da população de ***n-3*** é de 1,7g/dia, e a relação ***n-6:n-3*** alcança uma relação de 10:1 a 20:1, valores em que se enquadram os resultados deste trabalho.

De acordo com BRIDI et al. (2013) bovinos alimentados a pasto apresentam maior quantidade de ***n-3*** e, os alimentados com grãos, maior proporção de ***n-6***, devido as gramíneas possuírem maior concentração de ácidos linolênico (***n-3***), enquanto que os grãos são ricos em ácido linoléico (***n-6***).

Assim, maiores estudos ao tema se tornam necessários para desenvolvimento de estratégias para que o sistema de confinamento de bovinos seja economicamente viável e produza carnes comprovadamente saudáveis.

Conclusões

A substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas com elevadas proporções de concentrado fornecidas para novilhos inteiros confinados não altera a composição químico-física da carne.

Novilhos mestiços com predominância genética zebuína, alimentados em confinamento com dietas com elevada proporção de concentrado, apresentam carne com similares características físico-químicas que novilhos inteiros com predominância genética européia, exceto para o grau de marmoreio que é menor.

A substituição do grão de milho pelo de milheto em dietas com elevado teor de concentrado melhora a relação de ácidos graxos ***n-6/n-3***, sendo uma alternativa alimentar complementar para sistemas de produção que visem melhorias na qualidade da carne.

Em novilhos mestiços abatidos aos 24 meses de idade e alimentados em confinamento com dietas contendo elevado teor de concentrado, a predominância genética zebuína determina perfil dos ácidos graxos menos desejável da carne, pois o aumento dos ácidos graxos indesejáveis é mais marcante que as alterações dos ácidos graxos desejáveis.

Referências Bibliográficas

1. ABRAHÃO, J.J.; PRADO, I. N.; PEROTTO, DANIEL; MOLETTA; J. L. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1640-1650, 2005.
2. AFERRI, G.; LEME, P. R.; PEREIRA, A. S. C.; SILVA, S. L.; PUTRINO, S. M.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; RENNO, F. P. Fatty acid composition of the *longissimus dorsi* muscle in crossbred steers fed different sources of fatty acids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.7, p.1706-1712, 2012.
3. ALVES, D. D.; GOES, R. H.T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 135-149, jul./set. 2005.
4. ALVES, D. D.; MANCIO, A. B. Maciez da Carne Bovina - Uma Revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 193-216. 2007. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/viewFile/2488/1947> . Acesso: julho/2012
5. AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Meat evaluation handbook**. Savoy, 1995. 161 p.
6. ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2011. Anual. 378 p.
7. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15^a ed. Washington, D.C., 1990. 1141p.
8. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16^a ed. AOAC, Washington, DC. 1995.
9. BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, Ottawa, n.37, p.911-917, 1959.
10. BRAGAGNOLO, N. **Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol**. In: 2^a Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, Concórdia-SC. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves p.393-402, 2002.
11. BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Instrução Normativa nº 20**, de 21 de julho de 1999.
12. BRESSAN, M.C.; RODRIGUES, E.C.; ROSSATO, L.V.; RAMOS, E.M.; GAMA, L.T. Physicochemical properties of meat from *Bos taurus* and *Bos*

indicus. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.40, n.6, p.1250-1259, 2011.

13. BRIDI, A.M.; CONSTANTINO, C.; TARSITANO, M.A. Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/Qualidade%20da%20Carne%20de%20Bovino%20Produzidos%20em%20Pasto.pdf>. Acesso em julho/2013.
14. CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30(6), p. 1837-1856, 2001.
15. CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. *Journal of Lipid Research*, New York, v. 23, p. 1072, 1982.
16. CONEGLIAN, S.M. Perfil de ácidos graxos na carcaça dos animais. Disponível em: <http://www.nftalliance.com.br/artigos/bovinos-de-corte/perfil-de-cidos-graxos-na-carcaa-dos-animais>. Acesso em: 04 de junho de 2013.
17. DARLEY, C.A.; ABBOT, A.; DOYLE, P.S.; NADER, G.A.; LARSON, S.; DE SEMET, S.R.; DEMEYER, D. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Animal Research*, Les Ulis, v.9, n.10, p.4-12, 2010.
18. DE SMET, S. RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research*, Les Ullis, v. 53, p. 81-98, 2004.
19. DI MARCO, O.N.; BARCELLOS, O.J.; COSTA, E.C. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 276p.
20. DUNGAN JUNIOR, L. R. Composición química de los tejidos animales: grasas. In: PRICE, J.F; SCHWEIGHT, B. S. Ciencia de la carne y de los produtos cárnicos. 2. Ed. Madrid: ACRIBIA, 1984. P. 137-149.
21. FELÍCIO, P.E. Fatores **ante e post mortem** que Influenciam na qualidade da carne vermelha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30.1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p. 43-52.
22. FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; TULLIO, R. R.; OLIVEIRA, E. A.; SILVA, T. M. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.38, n.4, p.705-712, 2009.
23. GARCIA, P. T; PENSEL, N. A; SANCHO, A. M.; LATIMORI, N. J.; KLOSTER,

- A. M.; AMIGONE, M.A.; CASAL, J.J. Beef lipids to animal breed and nutrition in Argentine. **Meat Science**, Barking, v. 79, p. 500-508, 2008.
24. HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Avaliação da composição centesimal, Colesterol e perfil de ácidos graxos de Cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, Bovino e frango. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 327-334, abr./jun. 2012.
 25. HONIKEL, K.O.; FISCHER, C.; HAMID, A.; HAMM, R. Influence of post mortem changes in bovine muscle on the water-holding capacity of beef: post mortem storage of muscle at 20°C. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 46, n. 1, p. 1-7, 1981.
 26. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da Pecuária Municipal 2011. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/ppm2011.pdf. Acesso em 30 de julho de 2013.
 27. JOSEPH, J.D.; ACKMAN, R.G. Capillary column gas chromatographic method for analysis of encapsulated fish oil and fish oil ethyl esters: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Gaithersburg, v.75, n.3, 1992.
 28. KAZAMA, R.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; SILVA, D.C.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, p.350-357, 2008.
 29. KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat ageing. **Meat Science**, Barking, v. 36, n. 1, p. 93-104, 1994.
 30. KOOHMARAIE, M.; GEESINK, G.H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. **Meat Science**, Barking, v. 74, p. 34-43, 2006.
 31. KUSS, F.; LÓPEZ, J.; RESTLE, J.; BARCELLOS, J.O.J.; MOLETTA, J.L.; LEITE, M.C.P. Qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.4, p.924-931, 2010.
 32. KUSS, F.; RESTLE, J.; KOSLOSKI, G.V.; DESCHAMPS, F.; MOLETTA, J.L.; SANTOS, A.P.; FIAMONCINI, J. Perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular da carne de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento, abatidas com distintos pesos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.815-820, mai-jun, 2007.
 33. LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Netherlands, v.57, p.347-358, 1996.

34. LOPES, S.L.; LADEIRA, M.M.; NETO, O.R.M.; PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E.M.; OLIVEIRA, D.M. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.4, p.970-977, 2012.
35. LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1^a ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000.
36. MACEDO, L. M. A.; PRADO, I. M.; PRADO, J. M.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; SOUZA, N. E.; PRADO, I. N. Composição química e perfil de ácidos graxos de cinco diferentes cortes de novilhas mestiças (Nelore **vs** Charolês). **SEMINA: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n.3, p. 597-608, jul./set. 2008.
37. 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 físico-químicas da carcaça e da carne de novilhas submetidas ao anestro cirúrgico ou mecânico terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1514-1522, 2006
38. MEDEIROS, S.R.; TORRES, R.A.A.; BITENCOURT, L.P. Efeito do caroço de algodão na qualidade do *Longissimus dorsi* de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anaisé** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.
39. MENEZES, L. F. G.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J. ARBOITTE, M. Z.; FREITAS, L. S.; PAZDIORA R. D. Características da carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos, terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v35, n.5, p.1141-1147, set-out, 2005.
40. METZ, P. A. M.; MENEZES, L. F. G.; SANTOS, A. P.; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J.; LANNA, D. P. D. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.523-531, 2009.
41. MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; ARBOITTE, M. Z.; METZ, P. A. M.; RESTLE, J. 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.
42. MOREIRA, F.B. SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G. Evaluation of Carcass Characteristics and Meat Chemical Composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* Crossbred Steers Finished in Pasture Systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, vol.46, n. 4, p. 609-616, dez. 2003.

43. MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P. E.; HUGO, A.; RAATS, J. G. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. **Food Chemistry**, 112:279-289.
44. MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2^a ed. Santa Maria: UFSM, 1987. 31 p.
45. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7^a ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
46. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press. 1996. 242 p.
47. NOVELLO, D.; FRANCESCHINI, P.; QUINTILIANO, D. A. A importância dos ácidos graxos γ -3 e γ -6 para a prevenção de doenças e na saúde humana. **Revista Salus**, Guarapuava-PR. Jan./Jun. v. 2(1), p. 77-87, 2008.
48. ODA, S.N.I.; BRESSAN, M.C.; CARDOSO, M.G.; FREITAS, R.T.F.; MIGUEL, G.Z.; FARIA, P.B.; VIEIRA, J.O.; PISA, A.C.C.; SAVIAN, T.V. Efeitos dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 236-242, 2004.
49. OLIVEIRA, A. N.; PRADO, R. M.; FUGITA, C. A.; ROTTA, P. P.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; MARQUES J. A.; PRADO, I. N. Chemical composition, fatty acid profile and CLA levels in the Longissimus muscle of Caracu and Caracu vs. Charolais cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 727-736, jul./set. 2009.
50. PINHO, A. P. S.; BARCELLOS, J. O. J.; PERIPOLLI, V.; KINDLEIN, L.; ARAÚJO, J. R.; ALVES FILHO, D. C. Perfil lipídico da gordura intramuscular de cortes e marcas comerciais de carne bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.5, p.1134-1142, 2011.
51. PURSLOW, P. P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 435-447, 2005.
52. RESTLE, J.; VAZ, F.N.; QUADROS, A.R.B.; MÜLLER, L. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.6, p.1245-1251, 1999.
53. RESTLE, J.; VAZ, F.N.; BERNARDES, R.A.C.; PASCOAL, I.L.; MENEZES, L.F.G.; PACHECO, P.S. Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos Charolês x Nelore, terminadas em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.345-350, 2003.
54. ROÇA, R.O. Modificações Post-Mortem. Disponível em: http://www.eng.ufsc.br/disci/eqa5217/material_didatico/Modificacoes_%20post_%20mortem.pdf. Acesso em: junho/2013.

55. ROÇA, R.O. Refrigeração. Disponível em: <http://campus2.br/~thompson/Roca108.pdf>. Acesso em: dezembro de 2012.
56. ROSSATO, L. V.; BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, É. C.; CAROLINO, M. I. A. C. M.; BESSA, R. J. B.; ALVES, S. P. P. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.9, p.1841-1846, 2009.
57. 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**, Viçosa, v.39, n.5, p.1127-1134, 2010.
58. SAMI, A.S.; KOEGEL, J.; EICHINGER, H.; FREUDENREICH, P.; SCHWARZ, F.J. Effects of the dietary energy source on meat quality and eating quality attributes and fatty acid profile of Simmental bulls. **Animal Research**, Les Ulis, v.55, n.4, p.287-299, 2006.
59. SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, 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**, Barking, v.74, p. 17-33, 2006.
60. SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos). 3ª ed., Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 235 p. 2002.
61. SILVA A.H.G. Substituição do milho por milheto na dieta de novilhos mestiços terminados em confinamento. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2012. 31p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, 2012.
62. SIMOPOULOS, A. P. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. **Asia Pacific Journal Clinical Nutrition**, Melbourne, v.17 (S1), p.131-134, 2008.
63. STATISTICS ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. **User's guide**. Cary, 2002.
64. STURDIVANT, C.A.; LUNT, D.K.; SMITH, C.; SMITH, S.B. Fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues and M. longissimus dorsi of Wagyu cattle. **Meat Science**, Barking, v. 32, p.449-458, 1992.
65. VAN SOEST, P.J. Collaborative study of acid-detergent fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Gaithersburg, v. 56, p. 781-784, 1973.
66. VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to

animal nutrition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

67. VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D.; BRONDANI, I.L.; ROSA, J.R.P.; SANTOS, A.P. dos. Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.2, p.518-525, 2001.
68. VAZ, F.N.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, C.C.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L.; VAZ, R.Z.; PEIXOTO, L.A. Características de carcaça e da carne de novilhos filhos de vacas 1/2 nelore 1/2 charolês e 1/2 charolês 1/2 nelore acasaladas com touros charolês ou nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1734-1743, 2002.
69. ZEMBAYASHI, M., K. NISHIMURA, D. K. LUNT AND S. B. SMITH. Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p.3325-3332, 1995.
70. WARREN, H.E.; SCOLLAN, N.D., ENSER, M., HUGHES, S.I., RICHARDSON, R.I., WOOD, J.D. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. In: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. **Meat Science**, Barking, v. 78, 256-269, 2008.
71. WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; JOHNSON, L.P.; MILLER, M.F.; MILLER, R.K.; KOOHMARAIE, M. A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2423-2432, 1997.
72. WOOD, J. D., R. I. RICHARDSON, G. R. NUTE, A. V. FISHER, M. M. CAMP, E. KASAPIDOU, P. R. SHEARD AND M. ENSER. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v. 66, p. 21-32, 2003.

CAPÍTULO 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grão de milheto pode ser utilizado em substituição ao grão de milho, pois não altera a maioria das características de carcaça de interesse econômico de novilhos terminados em confinamento para cadeia produtiva da carne bovina.

O grão de milheto na dieta de bovinos trás benefícios similares ao milho em confinamentos de bovinos com predominância genética européia e/ou zebuína, sendo um importante substituto para se avaliar pela compra, buscando oferecer produtos de qualidade similar.

A inclusão de níveis de milheto da dieta e a variação genética não ocasionaram variação nos atributos de qualidade da carne e resultou em semelhança relacionada ao perfil de ácidos graxos.

Com o aumento da substituição do grão de milho pelo milheto não houve diferença na relação AGPI/AGS, mas a razão ***n-6/n-3*** diminui.

É necessário mais estudos sobre as interações genéticas e dietas com uso de milheto sobre o conteúdo de lipídios na carne de bovinos, uma vez que se pode gerar novas tecnologias que contribuam para produção de carnes bovinas mais saudáveis.

ANEXOS

ANEXO 1

1. DESCRIÇÃO DA INSTRUÇÃO DE TRABALHO LABORATORIAL PARA ANÁLISES DE UMIDADE

1.1 Princípio

O princípio do método fundamenta-se na perda de água e substâncias voláteis a uma temperatura determinada.

1.2 Material

1.2.1 Equipamentos:

- Balança analítica;
- Placa aquecedora;
- Estufa.

1.2.2 Vidrarias, utensílios e outros materiais:

- Bastão de vidro;
- Béquer de 250 mL;
- Copo de alumínio de 250 mL;
- Dessecador com sílica gel ou cloreto de cálcio anidro;
- Pérolas de vidro com 3 mm diâmetro;
- Pesa filtro ou cápsula (de aço inoxidável, alumínio, porcelana ou níquel);
- Pinça ou tenaz metálico.

1.3 Descrição da metodologia

Preparar as amostras em duplicatas. Colocar ou pesar filtro ou cápsula, copo de alumínio ou béquer em estufa a 105 °C durante 1 hora. Esfriar em dessecador e pesar. Pesar a amostra e levar à estufa, conforme a natureza do produto (itens 5.3.1, 5.3.2 e 5.3.3). Esfriar em dessecador e pesar. Repetir as operações de hora em hora até se obter o peso constante. As operações de pesagem devem ser feitas o mais rápido possível e a secagem deve ser conduzida sem que haja escurecimento da amostra.

1.3.1 Produtos cárneos (produtos de salsicharia e enlatados, charque e produtos curados e gelatina):

- Peso da amostra: 5g
- Temperatura da estufa: 105 °C
- Tempo até a primeira pesagem: 3 horas.

1.3.2 Carne mecanicamente separada

- Peso da amostra: 5g;
- Temperatura da estufa 85 °C
- Tempo até a primeira pesagem: 18 horas.

1.3.3 Extrato de carne:

- Pipetar volumetricamente 10mL (1g) da solução estoque a 10% para cápsula, contendo pérolas de vidro previamente dessecadas homogeneizando com auxílio de bastão de vidro.
- Levar ao banho-maria (banho de água fervente ou água em ebulição) ou placa aquecedora, com temperatura controlada até secar.
- Temperatura da estufa: 105 °C.
- Tempo até a primeira pesagem: 5 horas

1.3.4 Toucinho, banha, sebo e óleos:

- Utilizar copo de alumínio ou béquer;
- Peso da amostra: 5 g
- Temperatura da estufa: 105 °C.
- Tempo até a primeira pesagem: 5 horas

1.4 Descrição de manuseio dos equipamentos para realização da análise

OBS.: Havendo não conformidades no equipamento (Exemplo: mau funcionamento), inicialmente consultar o manual do equipamento para uma correção inicial do problema, caso a correção não seja alcançada, levar ao conhecimento do Responsável Técnico (RT) ou Responsável da Qualidade (RQ) do LFQ.

A) Balança analítica;

- Ligar o equipamento na TOMADA ELÉTRICA;
- Proceder ao PRÉ-AQUECIMENTO da balança.
- Pressionar a tecla LIGA do equipamento para colocar o equipamento no modo STAND BY (PRÉ-AQUECIMENTO)
- O modo STAND BY (PRÉ-AQUECIMENTO) é de no mínimo 1 HORA, para assegurar medidas precisas.
- Pressionar a tecla LIGA do equipamento;
- A indicação de STAND BY se apaga e o display inteiro se acende. Note que todos os seguimentos do display são mostrados acesos;
- O ZERO aparecerá no display e a balança já estará no modo de medidas;
- Esperar até que o responsável faça a verificação de pesos da balança;
- Após a verificação, retire ou evite qualquer interferente próximo a balança analítica (Equipamentos que emitem vibrações, ventiladores, ar condicionado, etc...);
- Abra o compartimento que contém o prato da balança, coloque o material a ser pesado sobre o prato, posteriormente feche o compartimento.

k) Aguarde até que o símbolo de estabilidade ($\checkmark$) acenda, e então faça a leitura do valor medido.

l) Se um recipiente de pesagem (tara) for utilizado, abra o compartimento que contém o prato da balança, coloque-o sobre o prato, feche o compartimento que contém o prato da balança e aguarde até que o símbolo de estabilidade ($\checkmark$) acenda, então pressione a tecla TARA;

m) Note que o ZERO aparecerá novamente no display;

n) Coloque a amostra no recipiente que está sobre o prato da balança, conforme instrução anterior e aguarde o símbolo de estabilidade ($\checkmark$) acender, e então faça a leitura do valor medido.

B) Estufa;

a) Ligar o equipamento na TOMADA ELÉTRICA;

b) Pressionar a CHAVE GERAL do equipamento, passando-a da posição (ts) para a posição (t), isto fará com que a LÂMPADA DE INDICAÇÃO DE LIGADO acenda;

c) Girar o BOTÃO DE AJUSTE DA TEMPERATURA para a direita até o valor de temperatura necessário, a LÂMPADA DE AQUECIMENTO acenderá indicando o ciclo de aquecimento;

d) Ao atingir a temperatura selecionada, a LÂMPADA DE AQUECIMENTO se apagará e a estufa entrará em regime de funcionamento automático;

e) Verificar a temperatura da estufa através do TERMÔMETRO DE MERCÚRIO.

C) Placa Aquecedora

a) Ligar o equipamento na TOMADA ELÉTRICA;

b) Colocar a vidraria, utensílio ou material a ser aquecido sobre a SUPERFÍCIE DO EQUIPAMENTO;

c) Girar o CONTROLE DE TEMPERATURA da placa aquecedora (chapa aquecedora) no sentido horário. Este funciona como a chave de liga/desliga do equipamento;

d) A LÂMPADA piloto do equipamento acenderá (lâmpada, led ou luz), confirmando a operação anterior. Caso esteja utilizando um equipamento que acumule a função de agitador magnético observar que o CONTROLE e a LÂMPADA, são os referentes unicamente a função PLACA AQUECEDORA;

e) Ajustar a temperatura necessária para o procedimento girando o CONTROLE DE TEMPERATURA, até o valor desejado;

f) Proceder à análise.

1.5 Cálculos e expressão dos resultados

Realizar os cálculos conforme a fórmula abaixo. O resultado será expresso em % e não se deve aceitar mais de 5% de variância entre as replicatas

$$\text{CÁLCULO PARA \% UMIDADE E VOLÁTEIS} = \frac{100 \times p}{p'}$$

Onde:

p = perda de massa em gramas;

p' = massa da amostra em gramas ou massa da amostra em gramas na alíquota.

2. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº. 20, de 21 de julho de 1999. Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes – sal e salmoura. Métodos Quantitativos. Umidade e voláteis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jul. 1999. Seção 1.

ANEXO 2

1. DESCRIÇÃO DA INSTRUÇÃO DE TRABALHO LABORATORIAL PARA ANÁLISES DE PROTEÍNA

1.1 Princípio

Baseia-se na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio através da digestão com ácido sulfúrico p.a. e posterior destilação com liberação da amônia que é fixada em solução ácida e titulada. Pode-se expressar os resultados em protídios, multiplicando-se a porcentagem do nitrogênio total por fatores específicos.

1.2 Material

1.2.1 Equipamentos:

- Aparelho ou bloco digestor e destilador macro ou micro-Kjeldahl;
- Balança analítica;
- Bureta Automática;
- Destilador de Proteína.

1.2.2 Vidrarias, utensílios e outros materiais:

- Balão de Kjeldahl de 800 mL ou tubo de Kjeldahl de 100 mL;
- Béquer de 250 mL;
- Buretas de 25 ou 50 mL;
- Erlenmeyers de 125 ou 250 mL;
- Espátula;
- Gral de porcelana com pistilo;
- Papel indicador universal de pH;
- Papel de pesagem (papel vegetal livre de nitrogênio);
- Pipeta graduada de 1 mL;
- Pipetas volumétricas de 2 e 10 mL;
- Provetas de 50, 100 e 250 mL;
- Tenaz metálica ou pinça.

1.2.3 Reagentes e soluções:

- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) p.a.;
- Anti-espumante (ruminol, talco, parafina ou silicone);
- Mistura catalítica:
- Solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 50 % (p/v):
- Solução de ácido bórico (H_3BO_3) a 4 % (p/v):
- Indicador misto:
- Solução padrão de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,1N ou solução padrão de ácido clorídrico (HCl) 0,1 N.
- Zinco metálico granulado.

1.2.4 Mistura catalítica:

- a) Sulfato de potássio (K_2SO_4) p.a., sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4) p.a. ou bissulfato de potássio (KHSO_4) p.a.;
- b) Sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) p.a.;
- c) Misturar (a) e (b) na proporção de 10:1, triturando em gral de porcelana até obter um pó fino.

Solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 50 % (p/v): Pesar 1020g (para pureza de 98 %), transferir para um balão de 2 litros com água destilada e completar o menisco. Deixar em repouso por 24 horas e voltar a completar o menisco.

Solução de ácido bórico (H_3BO_3) a 4 % (p/v): Pesar 4 g de ácido bórico p.a., transferir para um béquer de 250 mL, adicionar 80 mL de água e aquecer sob agitação branda até dissolução. Resfriar, transferir para balão volumétrico de 100 mL e completar com água. Filtrar se necessário

Indicador misto: Pesar 0,132 g de vermelho de metila ($\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$) e 0,06 g de verde de bromocresol ($\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$). Dissolver em 200mL de álcool etílico a 70% (v/v). Filtrar se necessário e guardar em frasco âmbar;

Obs.: O indicador misto poderá ser incorporado à solução de ácido bórico a 4% na proporção de 8mL por litro.

1.2.5 Solução padrão de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,1 N:

a) Preparo da solução padrão de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,1 N: Medir 3,0 mL de ácido sulfúrico p.a. em balão volumétrico de 1.000mL contendo aproximadamente 500 mL de água destilada. Esfriar e completar o volume até para 1.000mL.

b) Padronização: Pesar exatamente (em balança analítica de precisão com resolução de até 0,0001g) cerca de 0,12114 g do reativo Tris (Hidroximetilaminometano) ($\text{C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_3$) p.a., padrão primário, previamente deixado por 24 horas em dessecador, ao abrigo de luz. Adicionar 20 mL de água destilada, acrescentar 3 gotas da solução de vermelho de metila a 2% (m/v) e titular com a solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,1 N. Calcular o fator de correção usando, no mínimo, a média de três determinações. A padronização deve ser feito com no mínimo 3 repetições.

c) Cálculo:

$$\text{Fator de Correção (Fc)} = \frac{m}{0,12114 \times V \times N}$$

Onde:

m = massa de Tris, em gramas;

V = volume da solução de ácido sulfúrico 0,1 N gastos na titulação, em mL;

N = normalidade esperada da solução.

OBS.: Estabilidade da solução. Repadronizar mensalmente. Identificar os frascos com rótulo contendo: nome da solução, data de manipulação, manipulador, data de vencimento, assinatura do responsável e código de registro.

1.3 Descrição da metodologia

Digestão ou mineralização: Pesar em balança analítica ou pipetar volumetricamente 0,25 g da amostra e transferir para o tubo de Kjeldahl. Adicionar 2,5g de mistura catalítica e 7mL de ácido sulfúrico p.a. Aquecer em bloco digestor, a princípio, lentamente de 50 °C por uma hora ou dependendo das instruções do fabricante do bloco digestor . Em seguida elevar gradativamente até atingir 400 °C. Quando o liquido se tornar límpido e transparente, de tonalidade azul-esverdeada, retirar do aquecimento, deixar esfriar e adicionar 10 mL de água.

OBS.: Para produtos muito gordurosos, digerir a amostra com adição anti-espumante.

Destilação: Acoplar ao destilador o enlenmeyer contendo 20 mL de solução de ácido bórico a 4% com 4 ou 5 gotas de solução de indicador misto . Adaptar o tubo de Kjeldahl ao destilador e adicionar a solução de hidróxido de sódio a 50% até que a mesma se torne negra (cerca de 20 mL). Proceder à destilação testando com papel indicador de pH até que não corra mais reação alcalina. A solução receptora deve ser mantida fria durante a destilação. Titular com solução de ácido sulfúrico 0,1N ou solução de ácido clorídrico 0,1N até viragem do indicador.

OBS.:

1. Descontar o volume da titulação do branco, do volume da amostra.
2. Fazer uma prova em branco com os reagentes:
3. Verificar (as condições do aparelho de destilação com solução padrão de sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ p.a., cuja recuperação deve ser no mínimo 99,5% em nitrogênio.

Ensaio de brancos na determinação de proteína bruta por kjeldahl: O ensaio em branco deve ser realizado para eliminar dos cálculos qualquer incidência de nitrogênio adversa e acumulativa nos reagentes empregados. Devem-se executar os mesmos procedimentos aplicados à amostra, entretanto o analito será substituído por 5 mL de água deverão ser realizados no dia da análise e os volumes encontrados em mL, deduzidos dos volumes encontrados quando da realização das análises das amostras.

Ensaio de Recuperação do Nitrogênio: Os ensaios de recuperação de nitrogênio devem ser realizados, submetendo-se à digestão materiais de referência com teor em nitrogênio conhecido. Os resultados obtidos por meio da relação percentual entre o teor de nitrogênio encontrado e aquele que teoricamente deveria ser encontrado. O objetivo deste ensaio é verificar se as condições de digestão não permitiam a perda de nitrogênio por aquecimento excessivo ou mineralização insuficiente: ou se a condição de destilação não impõe a perda de

nitrogênio; ou se não há erro no processo de titulação. A substância empregada é o sulfato de amônia seco em estufa a $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 2 horas, com pureza não inferior a 99%. O sulfato de amônio é analisado pesando-se exata e analiticamente uma quantidade conhecida e realizando-se os procedimentos aplicados à análise da amostra. Os resultados obtidos em volume de solução volumétrica de ácido clorídrico 0,1 mol/L (ou ácido sulfúrico 0,1N) devem ser registrados para realização dos cálculos de recuperação.

B) Bloco Digestor

1. Ligar o bloco digestor na tomada de energia;
2. Ligar o exaustor
3. Adicionar os tubos de Kjeltex
4. Selecionar a temperatura 100°C ,
5. Aumentar a temperatura de 50°C a cada uma 1 hora, até atingir 400°C
6. Ao obter a coloração esverdeada ou azulada, retirar do bloco os tubos e colocar numa grade, para que esfriem.
7. Após esfriar, lavar as paredes dos tubos com 10 mL de água destilada.
8. Leve para o procedimento de destilação.

1.4 Cálculos e expressão dos resultados

Realizar os cálculos conforme a fórmula abaixo. O resultado será expresso em % e não se deve aceitar mais de 5% de variância entre as replicatas.

ENSAIO DO BRANCO = Titulação da amostra - Titulação do branco

$$\% \text{ NITROGÊNIO TOTAL} = \frac{V \times N \times f \times 0,014 \times 100}{p}$$

$$\% \text{ PROTÍDIOS} = \% \text{ nitrogênio total} \times F$$

Onde:

V = mililitros da solução de ácido sulfúrico 0,1 N ou solução de ácido clorídrico 0,1N gastos na titulação, após a correção do Branco.

N = normalidade teórica da solução de ácido sulfúrico 0,1 N ou solução de ácido clorídrico 0,1N.

f = fator de correção da solução de ácido sulfúrico 0,1 N ou solução de ácido clorídrico 0,1N.

p = massa da amostra em gramas.

F= fator de conversão da relação nitrogênio/proteína, de acordo com o produto:

1 N (1Eq/1000mL) = 14 g de Nitrogênio, logo ~~0,014~~ 1N (1mL)

Carnes e derivados F= 6,25

Gelatina F = 5,55

2. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº. 20, de 21 de julho de 1999. Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes i sal e salmoura. Métodos Quantitativos. Nitrogênio Total e Protídios i Método Kjeldahl. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jul. 1999. Seção 1.

ANEXO 3

1. DESCRIÇÃO DA INSTRUÇÃO DE TRABALHO LABORATORIAL PARA EXTRAÇÃO DE GORDURA DA CARNE

1.1 Princípio

Bligh-Dyer é comumente utilizado, pois se destina especificamente para a análise de lipídeos e é rotineiramente usado para medir o teor de lipídios de alimentos (Bligh e Dyer 1959). Muitas vezes, a quantidade de tecido usado em qualquer dos casos acima varia de acordo com diferentes quantidades de tecido necessária (ou disponíveis) para análise química, ou para a quantidade de amostra restante para a análise de lipídios. Pode ser usado tanto em produtos absolutamente secos como nos que tem altos teores de água, como carnes e vegetais, pelo tipo de mistura de solventes, onde estão presentes os solventes polares e apolares. As determinações podem ser feitas utilizando apenas tubos de ensaio, não dependendo de nenhum equipamento específico e sofisticado além de facilitar a análise de numerosas amostras simultaneamente.

1.2 Material

1.2.1 Equipamentos:

- Agitador para tubos;
- Balança analítica;
- Centrífuga de baixa rotação;
- Estufa.

1.2.2 Vidrarias, utensílios e outros materiais:

- Tubos de ensaio de 250 x 25 mm (capacidade aproximada de 70 mL) com tampa de rosca;
- Pipeta de Pasteur
- Pêra
- Pipeta volumétrica de 5, 10 e 20 mL
- Pipeta graduada 10 mL
- Erlenmeyer de 125 e 50 mL
- Funil
- Papel de filtro
- Espátula

1.2.3 Reagentes e soluções:

- Metanol p.a;
- Clorofórmio p.a;
- Sulfato de sódio anidro p.a;
- Solução de sulfato de sódio 1,5%.

1.3 Descrição da metodologia

Preparar as amostras em triplicata. Para tanto, é necessário conhecer a porcentagem de água da amostra, onde será descontada por cálculos. Para produtos com teores de gordura acima de 20% (leite integral em pó, extrato hidrossolúvel de soja, amendoim, sementes etc.), pesar entre 2,00 e 2,5 g, e para produtos com porcentagem menor que 20%, pesar entre 3,00 e 3,50 g, é essencial que as amostras estejam bem trituradas e homogêneas. Transferir as quantidades pesadas para os tubos de ensaio de 70 mL e adicionar exatamente 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada, tampando hermeticamente. Os volumes de solventes que foram adicionados (10, 20 e 8 mL) correspondem a uma relação em volume de 1:2:0,8 de clorofórmio metanol: água. Nesta proporção, os três solventes coexistem em uma solução homogênea. Quando as amostras contêm água, acima de 10%, a relação dos solventes 1:2:0,8 deve ser feita o desconto da água, ou seja a umidade fornecida pela amostra. Colocar os tubos no agitador rotatório por 30 minutos ou 1 hora na mesa agitadora horizontal. Em seguida, adicionar exatamente 10 mL de clorofórmio e 10 mL da solução de sulfato de sódio 1,5%. Tampar e agitar por mais 2 minutos. A adição de mais clorofórmio e mais água muda a proporção para 2:2:1,8, causando a separação total do clorofórmio que carrega os lipídeos (camada inferior) portanto todos os lipídeos da amostra ficam dissolvidos em 20 mL de clorofórmio. Deixar separar as camadas de forma natural ou centrifugar a 1.000 rpm por 2 minutos, para acelerar a separação. Retirar com a pipeta de Pasteur três vezes ou entre 13 e 15 mL da camada inferior (clorofórmio). Em um erlenmeyer junto com o funil e papel de filtro adicionar aproximadamente 1 g de sulfato de sódio anidro, tampar e agitar para remover os traços de água que invariavelmente são arrastados na pipetagem. Filtrar rapidamente num funil pequeno, usando papel de filtro: onde a solução deve ficar límpida. Medir com a pipeta volumétrica, exatamente 5 mL do filtrado e despejá-los num béquer de 50 mL, previamente pesado. Colocar o béquer numa estufa a 100° C, até evaporar o solvente. Resfriar em dessecador e pesar.

Realizar os cálculos conforme a fórmula abaixo. O resultado será expresso em % e não se deve aceitar mais de 5% de variância entre as replicatas.

- i. Cálculo para o volume de água a ser adicionado a amostra

$$\text{VOLUME DE ÁGUA A SER ADICIONADO A AMOSTRA (mL)} = \frac{\% \text{ umidade} \times \text{peso da amostra}}{100} \div 8$$

OBS.: Deve ser considerado o módulo do resultado, para assim excluir resultados negativos.

CÁLCULO PARA % DE LIPÍDEOS

$$\% \text{ LIPÍDIOS} = \frac{P_f - P_i}{P} \times 100 \times 4$$

Onde:

Pf = peso do erlenmeyer com a amostra após a estufa;
Pi = peso do erlenmeyer com a amostra após a estufa;
P = Peso da amostra

2. REFERÊNCIAS

Cecchi, Heloísa Máscia, **Fundamentos teóricos em análise de alimentos** ĩ Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1999.