UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

***CAMPUS* UNIVERSITÁRIO DE SINOP**

INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Desempenho e Qualidade da Carne de Novilhas Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega suplementadas com Cromo Picolinato.

Natália Baldasso Romero

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Qualidade de Carne e Avaliação de Carcaça.

Sinop, Mato Grosso

Março de 2016

NATÁLIA BALDASSO ROMERO

Desempenho e Qualidade da Carne de Novilhas Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega Suplementadas com Cromo Picolinato.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.
Área de concentração: Qualidade de Carne e Avaliação de Carcaça.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Andrade Moreira
Co-orientador: Prof. Dr. Angelo Polizel Neto

Sinop, Mato Grosso

Março de 2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

B175d Baldasso Romero, Natália.
Desempenho e Qualidade da Carne de Novilhas Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega suplementadas com Cromo Picolinato / Natália Baldasso Romero. -- 2016
xii, 64 f. ; 30 cm.

Orientador: Paulo Sérgio Andrade Moreira.
Co-orientador: Angelo Polizel Neto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Sinop, 2016.
Inclui bibliografia.

1. análise físico-química. 2. carcaça. 3. crescimento. 4. cruzamento. 5. mineral. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUACÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Avenida Alexandre Ferronato, 1200 - Reserva 35 - Distrito Industrial - Cep: -Sinop/MT
Tel : - Email : ppgzootecnia@ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Características físico-químicas da carne de novilhas nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega suplementadas com cromo picolinato."
Título sugerido e acatado: Desempenho e Qualidade da Carne de Novilhos Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega Suplementados com Cromo Picolinato.

AUTOR : Mestranda NATÁLIA BALDASSO ROMERO

Dissertação defendida e aprovada em 07/03/2016.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador Doutor(a) PAULO SÉRGIO ANDRADE MOREIRA
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Interno Doutor(a) ANGELO POLIZEL NETO
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Interno Doutor(a) CLAUDINELI CÁSSIA BUENO DA ROSA
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Externo Doutor(a) RAFAEL DE CASTRO MOURÃO
Instituição : INSTITUTO FEDERAL MATO GROSSO

À minha mãe, Lucélia Baldasso Romero,

por ser responsável por tudo que tenho e sou,

e pela admiração e inspiração que me faz ter todos os dias.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me ensina o seu amor e sabedoria e me guia para o caminho que Ele têm preparado para mim, derramando suas bênçãos sobre a minha vida.

À Nossa Senhora, por me cobrir com o seu manto sagrado e interceder sobre todas as bênçãos que estão à mim reservadas.

Aos meus pais, Juan Esteban Romero e Lucélia Baldasso Romero e ao meu irmão Rafael Baldasso Romero, por serem minha família e estarem sempre presentes em todos os momentos da minha vida. Eu amo vocês!

Ao meu namorado, Bruno Fortuna, por ser meu companheiro e cuidar tão bem de mim.

Às minhas amigas, simplesmente por desempenharem tão bem esse papel que é tão importante todos os dias da minha vida.

Ao meu orientador Professor Dr. Paulo Sérgio Andrade Moreira, pelos ensinamentos desde a graduação, até o mestrado. Obrigada pela oportunidade de estar presente neste projeto, pelas trocas de informações e todo o apoio durante a pós-graduação.

Ao meu coorientador, Dr. Angelo Polizel Neto, por todo o conhecimento fornecido desde a graduação, pelas dúvidas tiradas e toda a ajuda durante a realização do projeto.

À professora Dra. Claudineli C. B. da Rosa, pelos ensinamentos e por sempre me apoiar e ajudar nas tomadas de decisões durante a graduação e o mestrado.

Aos meus colegas de profissão Felipe Ferreira Faria e Tiago Dombroski, por toda ajuda e aprendizado durante a realização das análises, assim como pela troca de informações e experiências durante este período.

Ao Dr. Raphael de Castro Mourão por aceitar o convite de compor minha banca de defesa, contribuindo para o engrandecimento do trabalho, juntamente com os demais professores.

À Universidade Federal de Mato Grosso/*Campus* Sinop, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de mestrado.

À todas as pessoas que de alguma forma estiveram presentes, e fizeram diferença durante este período de dedicação ao mestrado.

BIOGRAFIA

Natália Baldasso Romero, filha de Juan Esteban Romero e Lucélia Baldasso Romero, nasceu em 20 de Setembro de 1990, na cidade de Ponta Porã – MS.

Ingressou na Universidade Federal do Mato Grosso, *Campus* de Sinop, no curso de Medicina Veterinária no ano de 2008. Cursou um semestre do curso na Universidade de Santiago de Compostela, *Campus* de Lugo – Espanha, através do programa de mobilidade internacional, no ano de 2012, finalizando a graduação no ano de 2013.

Iniciou em março de 2014 a Pós- Graduação em Zootecnia *Strictu Sensu*, nível mestrado, na Universidade Federal do Mato Grosso, *campus* de Sinop, na linha de pesquisa Melhoramento Genético e Reprodução Animal, atuando na área de Avaliação de Carcaça e Qualidade de Carne, submetendo-se a defesa em Março de 2016.

RESUMO

ROMERO, Natália Baldasso. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, Março de 2016, 64 f. **Desempenho e Qualidade da Carne de Novilhas Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega suplementadas com Cromo Picolinato.** Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Andrade Moreira. Co-orientador: Prof. Dr. Angelo Polizel Neto.

Objetivou-se avaliar o desempenho, as características de carcaça e da carne de novilhas Nelore (NEL) e F1 Nelore x Rubia Gallega (NRG), suplementadas com adição de Cromo Picolinato (CrP). Foram avaliados 28 animais, que foram mantidos em dois piquetes contendo *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, separadas conforme a suplementação (com e sem CrP). Para as análises físico-químicas foram coletadas amostras do músculo *Longissimus thoracis,* entre a 12° e 13° costelas, em que foram avaliadas as perdas por exsudação, pH, espessura de gordura, coloração, perdas por cocção, maciez e composição química. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x2 (dois grupos genéticos x dois tipos de suplementação). O grupo genético, apresentou diferenças para as variáveis peso corporal final, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça quente, com superioridade para os animais NRG (386,48 kg; 209,33 kg; 54,09 %) contra os animais NEL (378,59 kg; 203,93 kg; 53,85%). A nota para o acabamento de carcaça nos animais NRG foi menor que nos animais NEL (2,71 x 3,35). Para as características da carne houve menor espessura de gordura nos animais NRG (3,25 mm), do que nos animais NEL (7,84 mm) e as perdas por exsudação, foram maiores nos animais NRG quando comparadas aos animais NEL (9,45% x 5,68%). Novilhas NRG apresentam melhor desempenho e menor deposição de gordura quando comparadas aos animais NEL. A suplementação com CrP em nada influencia no desempenho de novilhas na fase de terminação e nas características de carcaça e de carne dos animais.

Palavras-chaves: análise físico-química, carcaça, crescimento, cruzamento, mineral

ABSTRACT

ROMERO, Natália Baldasso. MS Dissertation (Animal Science), Federal University of Mato Grosso, March 2016, 62 f. **Performance and Meat Quality of Nellore and Rubia Gallega x Nellore Heifers Supplemented with Chromium Picolinate.** Adviser: Prof. Dr. Paulo Sérgio Andrade Moreira. Co-adviser: Prof. Dr. Angelo Polizel Neto.

The objective of this study was to evaluate performance, carcass and meat characteristics of Nellore (NEL) and Rubia Gallega x Nellore (NRG) heifers supplemented with Cromium Picolinate (CrP). A total of 28 animals were kept in 2 paddocks containing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, separated according to supplementation (with and without CrP). For physical-chemical analysis were used samples from muscle *Longissimus thoracis*, collected between 12th and 13th ribs, which were evaluated drip losses, pH, fat thickness, color, cooking losses, tenderness and chemical composition. The statistical design adopted was completely randomized in a factorial scheme 2 x 2. The genetic group, showed differences for the body weight, hot carcass weight and dressing percentage, with superiority for NRG animals (386.48 kg, 209.33 kg; 54.09%) versus NEL animals (378.59 kg, 203.93 kg; 53.85%). The note to the fat cover in NRG animals was lower than in NEL animals (2.71 x 3.35). For meat traits were lower fat thickness in NRG animals (3.25 mm) than in NEL animals (7.84 mm), and drip losses were higher in NRG animals when compared NEL animals (9.45% vs. 5.68%). NRG heifers have a better performance and lower fat cover compared NEL animals. Supplementation with PCr not influencing the performance of heifers in the finishing phase and carcass and meat traits.

Key-words: carcass, crossing, growth, mineral, physicochemical analysis

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis de garantia do suplemento mineral proteico fornecido na fase de terminação.....61

Quadro 2 - Médias e erros padrão médios (EPM) do desempenho e das características de carcaça de novilhas Nelore (NEL) e F1 Nelore x Rubia Gallega (NRG), suplementadas ou não com Cromo Picolinato.....62

Quadro 3 - Médias e erros padrão médios (EPM) das características físicas da carne de novilhas Nelore (NEL) e F1 Nelore x Rubia Gallega (NRG), suplementadas ou não com Cromo Picolinato.....63

Quadro 4 - Médias e erros padrão médios (EPM) da composição química da carne de novilhas Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega suplementadas ou não com Cromo Picolinato.....64

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3
1. Qualidade da Carne 3
2. Fatores influentes na qualidade da carne 5
2.1 Raça 5
2.2 Idade e Condição Sexual 13
2.3 Alimentação 16
3. Métodos de Avaliação da Qualidade de Carne 21
3.1 Coloração da carne 22
3.2 Determinação do Ph (Potencial Hidrogeniônico) 24
3.3 Textura e Maciez da Carne 25
3.4 Perdas por exsudação e por cocção 29
3.5 Espessura de Gordura 32
3.6 Composição Química da Carne 32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 35
CAPÍTULO I 45
Introdução 47
Materiais e métodos 49
Resultados e discussão 52
Conclusões 57
Bibliografia 57

INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária de corte é destaque no agronegócio brasileiro, e assume grande importância na economia do país. A Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne – ABIEC, prevê que o Brasil será o maior produtor de carne bovina dentro de cinco anos, e destaca que o país é líder mundial em vendas externas do produto (SNA, 2015). No entanto, é possível observar que ainda são necessários maiores avanços tecnológicos, e a implantação de estratégias para a conquista e consolidação de novos mercados.

São crescentes os estudos, assim como o interesse dos produtores, sobre o desenvolvimento e aplicação de estratégias que visem melhorar o rendimento animal e a qualidade das carcaças e carne a serem fornecidas ao mercado consumidor. Assim como também é crescente a exigência dos consumidores, que estão mais esclarecidos e buscam produtos de qualidade e que satisfaçam suas necessidades quanto à segurança higiênico-sanitária, valor nutritivo, características organolépticas e ainda questões relacionadas à ética e ao meio ambiente.

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

A raça Rubia Gallega é originária da região da Galícia, na Espanha e apresenta como características uma elevada taxa de crescimento, maturidade tardia e um baixo desenvolvimento do tecido adiposo (Brea et al., 1998). Segundo Varela et al. (2003), a raça é de maturidade tardia e com uma baixa deposição de gordura na idade de abate de novilhos, que são animais jovens. Albertí et al. (2005) qualificaram a raça Rubia Galega como alta produtora de carne, com

maturação tardia e carcaça curta, produzindo carcaças altamente musculosas e uma baixa cobertura de gordura.

A nutrição recebida pelos animais também é capaz de influenciar nas características de desempenho e, consequentemente, de carcaça e qualidade da carne. Os minerais que estão inclusos em pequenas quantidades na dieta, desempenham papel de grande importância no metabolismo animal (Mottin et al., 2013). Dentre os minerais está o Cromo (Cr), que segundo Rezende (2010), só recentemente passou a ser suplementado para ruminantes. Existem relatos de melhora nos rendimentos de carcaça de animais e ainda influência no pH final da carne, o que sugere também que o cromo oriundo de suplementação pode desempenhar papel na qualidade da carne (Luseba, 2005).

Sabendo das características pertinentes à raça Rubia Gallega, e os benefícios da suplementação com Cromo, espera-se encontrar melhores desempenhos dos animais e carcaças que apresentem maior musculosidade e baixa deposição de gordura. Com relação as características da carne, espera-se encontrar diferenças quanto à sua composição, atendendo às necessidades de novos nichos de mercado, e ainda a presença de características que garantam uma carne dentro dos padrões de qualidade.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho produtivo, características de carcaça e características físico-químicas da carne oriunda de novilhas precoce das raças Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega, suplementadas com Cromo Picolinato.

O artigo apresentado no **Capítulo I** segue, ainda sem tradução, formatado conforme as normas da revista *Agrociencia Uruguay* – ISSN 1510-0439.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Qualidade da Carne

Conceitos de qualidade de carne e de carcaça são ajustados de acordo com as necessidades do consumidor final, e as distintas formas de garantir estes conceitos são cada vez mais consideradas nos estudos zootécnicos. O sucesso do produto dependerá da aceitação pelo consumidor, sendo a qualidade mensurada, instintivamente, por fatores de ordem sensorial e sanitária, os quais não devem ser considerados de forma isolada (Paulino et al., 2013).

Ainda segundo Paulino et al. (2013), a qualidade da carne pode ser determinada a partir das propriedades físico-químicas, tais como: maciez; sabor; cor; odor e suculência, determinadas por fatores inerentes ao indivíduo (genética, idade, sexo), à fazenda de origem (manejo alimentar, manejo geral), ao manejo pré-abate, abate e métodos de processamento da carcaça e da carne, como duração e temperatura de estocagem e, até mesmo, a forma de preparo. Desta maneira, produzir carne de qualidade não pode ser definida como uma atividade simples, depende da interface de cada elo da cadeia produtiva, que possui particularidades determinantes na qualidade ou na sua ausência no produto final.

De acordo com Ramos & Gomide (2007), os consumidores estão à procura de produtos que garantam segurança para o consumo, mas também apresentem uma determinada qualidade sensorial. Eles também estão em busca de outros atributos que podem ser inclusos na sua percepção de qualidade, tais como: composição do produto, tanto na percepção de valor nutritivo (vitaminas, teor proteico, etc) quanto de segurança alimentar (adição de aditivos) ou relacionados à saúde (conteúdo de gordura, ácidos graxos, etc); e a forma como o produto é produzido, levando em conta valores éticos e religiosos, o que pode estar relacionado à posição da indústria diante de preocupações de bem-estar animal, desde a criação até o abate, e as

questões relacionadas ao impacto ambiental gerado pelos resíduos do processamento (Ramos & Gomide, 2007).

Feijó (1999) cita que os atributos de qualidade da carne podem ser classificados em: qualidade visual: onde estão incluídos os aspectos que atraem ou repelem o consumidor que vai às compras, como a coloração; qualidade gustativa: atributos que fazem com que o consumidor volte ou não a adquirir o produto, como sabor, maciez e suculência; qualidade nutricional: leva em conta os nutrientes que fazem com que o consumidor crie uma imagem favorável ou desfavorável da carne, como alimento compatível com suas exigências para uma vida saudável; segurança do produto: considerados os aspectos higiênico-sanitários e a presença ou não de contaminantes químicos, como resíduos de pesticidas.

Segundo Becker (2002), o conceito de qualidade pode ser distinguido por dois extremos: o primeiro ponto de vista é que a qualidade deve ser analisada como um produto da mente do consumidor, que é altamente subjetiva e que não pode ser medida consistente e objetivamente, o outro extremo, entende-se que a qualidade é objetivamente definida e, portanto, existe apenas no alcance em que é cientificamente mensurável, ou, visto de outro maneira, apenas os atributos mensuráveis de forma objetiva são considerados atributos de qualidade. Sendo assim, o conceito objetivo de qualidade é predominante na cadeia produtiva e na ciência da carne, enquanto o conceito subjetivo é direcionado a demanda do consumidor.

De uma maneira geral, o mercado de alimentos é muito competitivo, sendo o preço o parâmetro predominante para o sucesso, especialmente nos países pouco desenvolvidos ou em desenvolvimento. Entretanto, a oferta de um produto com qualidade elevada pode reduzir a competição pelo preço, conferindo aos fornecedores a oportunidade de agregar maior valor ao seu produto ou, simplesmente, mantê-lo no mercado. Em muitos casos, certo nível de qualidade constitui um pré-requisito importante para os consumidores com maior poder aquisitivo. Em razão da grande competitividade nos mercados atuais, as empresas têm utilizado a qualidade

como arma estratégica ofensiva, a fim de identificar novos nichos de mercado e aumentar sua participação naqueles já conquistados (Ramos & Gomide, 2007).

De acordo com Paulino et al. (2013) o controle da quantidade e qualidade deve ser realizado de forma atrelada e minuciosa, com a finalidade de se obter rentabilidade na atividade e permanência no mercado, bem como permitir a busca por mercados cada vez mais lucrativos, os quais são mais exigentes no que diz respeito a características qualitativas. Para que isso seja possível, devem ser associados aspectos zootécnicos dentro e fora da propriedade, com o conceito teórico e prático de qualidade de carne, permitindo produzir um produto final que agregue valor econômico e qualitativo, sem deixar de ter atenção ao termo qualidade, que enquadra diversas realidades, variando com o padrão cultural do indivíduo e de acordo com o espaço sensorial no qual ele evolui.

2. Fatores influentes na qualidade da carne

2.1 Raça

A genética animal pode influenciar de diversas maneiras as características de qualidade da carne. As raças bovinas se diferem quanto às curvas de crescimento dos tecidos e, consequentemente, na velocidade de deposição de gordura. A partição da deposição de gordura nos diferentes depósitos corporais parece seguir uma ordem cronológica fixa sendo a gordura perirrenal a primeira a ser depositada, seguida pela intermuscular, subcutânea e, finalmente, pela intramuscular (Sainz & Hasting, 2000).

Essas curvas de desenvolvimento variam entre indivíduos e, comparando animais de portes diferentes a um mesmo peso, o de maior porte não terá a taxa de maturação como o de menor tamanho e terá menor acúmulo de gordura. Da mesma forma, indivíduos que apresentam menor tamanho corporal atingem a cobertura desejada na carcaça com menor peso vivo, sendo então considerados mais precoces (Silveira et al., 2001).

O marmoreio representa a gordura intramuscular e é uma característica importante que está intimamente relacionada com os aspectos sensoriais da carne, apreciados pelo consumidor (Rezende, 2011). A deposição de gordura de marmoreio apresenta diferenças entre as raças, bem como dentro de raças. Raças de origem britânica apresentam reconhecidamente alta capacidade de deposição de gordura de marmoreio, comparado a raças zebuínas e continentais (Restle et al., 2001).

O conhecimento da deposição de gordura e do desenvolvimento muscular dos animais, ou da composição física corporal, músculo, osso e gordura, é importante para a avaliação de grupos genéticos e de tratamentos nutricionais, que envolvem o crescimento animal e a determinação de exigências nutricionais (Cruz et al., 2001). De acordo com Berg & Buterfiled (1976), entre os tecidos que compõe a carcaça, o muscular é o mais importante, uma vez que é o mais procurado pelo consumidor. Portanto, a carcaça deve apresentar quantidade máxima de músculo, ideal de osso e adequada de gordura (Cattelam et al., 2009).

Segundo Brondani et al. (2006), carcaças com menor quantidade de gordura e maior quantidade de músculos são ideais, pois nestas o toalete é menos acentuado, diminuindo o desperdício e aumentando o rendimento de carcaça. Diferenças na proporção dos tecidos da carcaça em animais de diferentes genótipos poderiam ser explicadas, em parte, em função da precocidade inerente a cada raça.

Outro fator que pode ser influenciado pela genética, segundo Paulino et al. (2013), é a velocidade e extensão da proteólise *post mortem* que pode ser determinada no processo de conversão do músculo em carne, resultando em diferenças consideráveis na maciez desta. Aproximadamente 85% da variabilidade na maciez podem ser atribuídos às variações no processo enzimático que leva ao amaciamento da carne bovina, representado principalmente pela atividade das enzimas do complexo calpaína/calpastatina (Koohmaraie, 1990).

De acordo com Calkins et al. (1990), o sistema formado pela enzima calpaína e pela sua proteína inibidora, a calpastatina (enzimas dependentes de cálcio), usam como substrato o cálcio presente no citoplasma, agindo na degradação e fragmentação das miofibrilas, implicando diretamente na maciez da carne.

É possível observar que a calpaína não atua diretamente sobre a actina e miosina, mas degradam as proteínas desmina, titina, nebulina e outras proteínas da linha Z, enfraquecendo a estrutura miofibrilar, além de agirem sobre a tropomiosina e troponina desestruturando e liberando os filamentos finos, gerando monômeros de actina, e ainda atuam na proteína C, com liberação dos filamentos grossos, resultando em monômeros de miosina (Taylor et al., 1995). As calpastatinas, por sua vez, enzimas inibidoras da ação das calpaínas, agem diminuindo a degradação das proteínas miofibrilares durante o processo de maturação, reduzindo a maciez e tendo maior influência na carne após 24 horas *post mortem*, cessando seus efeitos assim que se esgotam as calpaínas ou quando o sistema enzimático é destruído pelo cozimento (Rubensam et al., 1998).

Vários estudos (Faturi et al. 2002; Kuss et al., 2005; Pereira et al., 2009) têm associado a menor maciez da carne de bovinos *Bos taurus indicus* à maior atividade da calpastatina, que aumenta na medida em que aumenta a proporção deste genótipo na constituição genética de animais cruzados.

Em trabalho realizado por Duarte et al. (2013) verificou-se a ocorrência da maior atividade enzimática da calpastatina avaliada no músculo *Longissimus dorsi* de animais Nelore em comparação com animais Angus. Como consequência, houve redução da proteólise *post mortem* mensurada pelo índice de fragmentação miofibrilar na carne de animais Nelore em relação à carne de animais Angus, resultando por fim, em maiores valores de força de cisalhamento para carne de animais Nelore.

Historicamente, a carne dos zebuínos (*Bos taurus indicus*) é considerada como dura

porque esses animais eram criados exclusivamente em pasto e abatidos mais velhos. O aumento da rigidez da carne com o avanço da idade de abate está relacionado ao aumento do número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno dos músculos (Vaz et al., 2002). Whipple et al., (1990) foram os primeiros a demonstrar que *Bos taurus indicus* têm níveis mais elevados de calpastatina em relação à *Bos taurus taurus*, e segundo esses autores esta diferença seria a principal razão para observações de maior maciez da carne de animais *Bos taurus taurus.*

A escolha do grupo genético tem sido amplamente estudada como uma das ferramentas de melhoria nas qualidades organolépticas da carne (Cattelam et al., 2009; Brondani et al., 2006 e Metz et al., 2009a). A preocupação com a qualidade nutricional da carne, principalmente com relação ao perfil de ácidos graxos, vem ganhando importância devido a possíveis implicações na saúde humana.

A carne bovina, durante algum tempo, foi considerada uma das carnes com maior efeito prejudicial à saúde humana, em razão de sua composição lipídica, constituída pelos ácidos graxos, principalmente saturados (Rezende, 2011). Entretanto, tem sido demonstrado que a carne bovina tem um perfil desejável de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa, que participam de vários processos metabólicos benéficos à saúde humana (Cook et al., 2001; Varela et al., 2004) e que as gorduras da carne de animais ruminantes são fontes naturais de alguns desses ácidos graxos, como os isômeros de Ácido Linoléico Conjugado (CLA), que têm demonstrado benefícios à saúde humana.

Segundo Mulvihill (2001), as variações nas concentrações de ácidos graxos na carne de bovinos estão relacionadas à alimentação, à biohidrogenação ruminal, aos tipos de corte da carne e a influências genéticas. Segundo Nürnberg et al. (1998), com o aumento da idade dos animais, os níveis de ácidos graxos saturados (SFA) aumentam e os de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) diminuem. Segundo Ewin (1997), a ingestão de ácidos graxos saturados aumenta os níveis de colesterol sérico em humanos. Willians (2000) comenta que é

interessante aumentar a proporção de ácidos graxos insaturados, em especial os ácidos graxos poliinsaturados, pois vários destes estão relacionados a efeitos positivos à saúde humana.

2.1.1 Raça Rubia Gallega

A raça Rubia Gallega é originária da região da Galícia, na Espanha, e o seu surgimento se deu com a invasão celta da Península Ibérica, ocorrendo cruzamento dos bovinos nativos com os trazidos pelo invasor. Com o passar dos séculos, as características da Rubia Gallega foram se desenvolvendo com a introdução de novas raças por povos que ocuparam a região da Galícia. No fim do século 18, a carne da Rubia Gallega já possuía um mercado consumidor cativo na Inglaterra e a partir do século 20, iniciou-se um período ininterrupto de aperfeiçoamento genético da raça, com programas financiados pelo Governo da Galícia, pelo Governo Espanhol e, mais recentemente, também pela Comunidade Européia (Farrán, 2011).

A Rubia Gallega é a raça bovina autóctone espanhola mais importante daquele país, com mais de 275.000 matrizes puras. Em reconhecimento da qualidade da carne Galiciana, foi solicitado a União Européia, em 1996, a indicação de proteção geográfica (IGP) do vitelo Galiciano "Ternera Galega", que compreende animais puros e seus cruzamentos (Guedes & Silva, 2011).

Historicamente, na Galícia os animais são sacrificados com menos de 10 meses de idade, obtendo-se carcaças com pouco peso e uma carne com maciez, coloração, textura e suculência diferenciada (Barbeito, 2015). Nas instruções de condições do IGP "Ternera Gallega", os animais são classificados de acordo com a idade, alimentação e sistema de criação, antes do sacrifício, em Ternera, que são animais abatidos com menos de 10 dez meses de idade e Añojo, que são animais sacrificados com mais de dez meses e menos de dezoito meses. A Ternera, pode ser classificada em Ternera Gallega Suprema, quando criados juntamente com suas mães, e desmamados aos 7 meses de idade, sendo o leite materno a base alimentar e Ternera Gallega,

que são animais desmamados em diferentes idades e, sua base alimentar, são forragens e alimentos concentrados autorizados (IGP Ternera gallega, 2013).

A raça apresenta como características uma elevada taxa de crescimento, maturidade tardia e um baixo desenvolvimento do tecido adiposo (Brea et al., 1998). Segundo Varela et al. (2003), a raça é de maturidade tardia e com uma baixa deposição de gordura na idade de abate de novilhos, que são animais jovens

Ao analisarem sete raças de corte da Espanha, quanto a características de carcaça, Albertí et al. (2005) demonstraram que a raça Rubia Galega tendeu a ter carcaças maiores, com pesos de abate mais elevados do que as outras raças. Além disso, o banco de dados analisado reflete a preferência de alguns mercados locais para carne magra, como produzido por Rubia Galega e Asturiana. Albertí et al. (2005) ainda qualificaram a raça Rubia Galega como: alta produtora de carne, com maturação tardia e carcaça curta, produzindo carcaças altamente musculosas e uma baixa cobertura de gordura.

2.1.2 Utilização de Cruzamento Industrial

De acordo com Silva (2011), a bovinocultura de corte brasileira apresenta índices de produtividade menores que a de outros países, o que indica a necessidade do uso de tecnologias apropriadas para o país. O Brasil apresenta importante participação das raças zebuínas na composição e produção de seus rebanhos, sendo a raça Nelore a mais utilizada, principalmente devido à sua capacidade de adaptação ao ambiente (Pereira, 2000). Nelore é a raça de maior importância no sistema de produção de carne no país, e esta representatividade é decorrente de uma série de fatores, tais como: adaptabilidade ao clima tropical, resistência a parasitas, eficiência na conversão de gramíneas tropicais, longevidade e fertilidade (Koury Filho, 2005).

Silva (2011) cita que, apesar do destaque mundial da bovinocultura brasileira, é possível perceber que o valor pago aos produtores ainda é baixo, comparado aos demais mercados, e

isso se deve, principalmente, pela não bonificação dos frigoríficos por uma carne de qualidade. Desta maneira, não há incentivo para que os produtores invistam em manejos de produção mais eficientes, ou ainda em raças que garantam uma melhor qualidade de carcaça, principalmente pelo fato destas terem uma maior exigência nutricional. Por isso, o rebanho predominante é aquele composto por raças zebuínas, que apresentam uma carne menos macia e restringem a entrada da carne brasileira em mercados mais exigentes.

Uma alternativa para a melhoria do rebanho pelos produtores brasileiros é a utilização de cruzamentos, o que segundo Burrow et al. (2001), é uma das mais benéficas estratégias de manejo para a produção de carne comercial e isto ocorre pela completa expressão da heterose.

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

Desta maneira, a escolha de uma determinada raça é essencial para a obtenção de uma carcaça que vai de encontro com as exigências do consumidor e também pela variação entre as raças no crescimento dos componentes da carcaça. Os taurinos podem ser divididos em britânicos e continentais. As raças continentais caracterizam-se por apresentar alto potencial de crescimento muscular, boa conversão alimentar, altos pesos de abate e carcaça com pouca gordura (Silva, 2011).

De acordo com Cruz et al. (2009), estratégia de intensificação da produção de carne, através da utilização de grupos genéticos melhorados e com menor idade ao abate, contribuem para elevar a taxa de desfrute da pecuária de corte brasileira. A raça Rubia Gallega vem sendo

introduzida no país em cruzamentos com a raça Nelore, com objetivo de melhorar as características quantitativas e qualitativas da carcaça.

As experiências de cruzamentos entre animais da raça Nelore e Rubia Gallega, no Brasil, se iniciaram no ano 2000, realizadas pela GMG, empresa especializada em projetos internacionais, através de autorização do Ministério da Agricultura, para importação de sêmens da raça e, em parceria com a Universidade de Santiago de Compostela, Associação dos Criadores de Rubia Gallega (ACRUGA) e Conselleria de Política Agroalimentar e Desenvolvimento Rural da Xunta de Galícia. O primeiro abate realizado foi no município de Buri, São Paulo, em 2002, demonstrando resultados satisfatórios (GMG, 2000).

Sánchez et al. (2005a), foram os primeiros a publicarem as informações obtidas, através das experiências realizadas no Brasil, de cruzamentos entre a raça Rubia Gallega e Nelore. Estes citam que o os cruzamentos foram realizados a fim de combinar as qualidades de rusticidade e adaptação a ambientes hostis da raça Nelore, com a característica de especialidade em produção de carne da raça Rubia Gallega. O estudo indicou que a raça Rubia Gallega cruzada com Nelore, incrementa o crescimento, inclusive superior ao encontrado no cruzamento com outras raças europeias especializadas em produção de carne. No entanto, os autores mencionam que apesar dos resultados terem sido positivos, é necessário que mais estudos sejam feitos, em diferentes condições de manejo e ambiente.

Em seguida Sánchez et al. (2005b), avaliaram as características da carcaça e da carne de animais procedentes do cruzamento entre a raça Rubia Gallega e Nelore. Foram utilizados 28 animais machos cruzados, e 5 animais puro Nelore, criados a pasto com suplementação, e abatidos com aproximadamente 22 meses. Os resultados demonstraram maiores pesos vivos e de carcaça para os animais cruzados, e um incremento com média de 2,69 pontos percentuais, no rendimento de carcaça. Além disso, os animais cruzados apresentaram uma maior área de olho de lombo, e uma maior quantidade de músculo e menor de osso nas carcaças, com maior

quantidade de carne extra, que são as peças de maior valor comercial, como a picanha. A gordura de cobertura foi menor nos animais cruzados, demonstrando a influência da maturidade tardia da raça Rubia Gallega. Quanto as características da carne, nos animais cruzados a carne se apresentou mais macia e suculenta, e não houve diferenças quanto a composição química.

Silva (2011), avaliou 102 machos inteiros cruzados da Raça Rubia Gallega x Nelore, abatidos com idade média de 24 meses, criados e alimentados a pasto, e confinados nos últimos 110 dias antes do abate, e encontrou uma alta produção de carne, principalmente dos cortes traseiros, e uma baixa espessura de gordura subcutânea, sugerindo uma carne magra. O autor acredita que os resultados preliminares dos estudos realizados no Brasil permitem inferir que, apesar do reduzido tamanho de amostra utilizada, a Raça Rubia Gallega tem potencial para produzir carne com qualidade em menor tempo e deveria ser avaliada em várias condições de manejo, clima e com diferentes populações de tipos biológicos maternos no país.

2.2 Idade e Condição Sexual

Dentre os fatores que influenciam as características e qualidade de carne estão a condição sexual e a idade ao abate do animal. De acordo com Berg & Butterfield (1976), o desenvolvimento corporal dos bovinos pode ser simulado por uma curva dividida em três fases: a primeira é de desenvolvimento rápido de ossos e órgãos vitais, depois de velocidade intermediária, de crescimento dos músculos, e por fim a fase tardia, onde haverá o crescimento do tecido adiposo, acontecendo mudanças na composição corporal e da carcaça ao longo do tempo, influenciadas pela nutrição, sexo e peso de abate do animal.

Segundo Owens et al. (1993), a curva típica de crescimento do animal apresenta a forma sigmoide, seguindo o mesmo padrão para todas as espécies. No início há um crescimento acelerado, até atingir a taxa de crescimento máxima, que é na puberdade. Após há uma diminuição do crescimento com aumento crescente da taxa de deposição de gordura. Assim

também é o desenvolvimento de cada tecido, que assumem uma curva sigmoide, seguindo uma ordem preferencial de formação. O tecido ósseo é o que primeiro se desenvolve, em seguida, será o músculo na ordem de desenvolvimento, apresentando um aumento considerável na fase pós-natal até o animal atingir a maturidade e a gordura é a última a se depositar, de modo que um aumento rápido na deposição de gordura se inicia quando o desenvolvimento muscular começa a diminuir (Owens et al., 1993).

Segundo Luchiari Filho (2000), a condição sexual (macho castrado, macho não castrado ou fêmea) irá influenciar a composição da carcaça. As novilhas alcançam a maturidade e a etapa de engorda mais precocemente que machos castrados, e estes mais precocemente que machos não castrados. Nas mesmas condições de alimentação e desde que os animais tenham atingido a fase de terminação, novilhas terão grau de acabamento (espessura da gordura subcutânea) superior que machos castrados, e machos castrados terão grau de acabamento superior a machos não castrados. Além da diferença na faixa de peso, na qual o processo de engorda se inicia, as novilhas atingem o ponto de abate mais rapidamente que machos castrados, e estes mais rapidamente do que machos não castrados.

Quanto à qualidade de carne, Vaz et al. (2010), ao analisar as características da carne de novilhas e novilhos terminados à pasto recebendo suplementação, observaram que as características da carcaça e da carne não diferiram, e que as carnes das novilhas apresentaram maior marmoreio. As relações entre músculo/osso e músculo/gordura+osso, também foram similares, o que levou os autores a concluir que ambos os sexos podem ser utilizados para produção de carne de qualidade, sem prejuízo ao rendimento industrial da desossa.

A idade ao abate pode influenciar nas características sensoriais da carne, sendo a maciez a mais afetada por este fator. Segundo diversas pesquisas, com o avançar da idade há redução da maciez da carne e isso se dá, principalmente, em função do aumento da rigidez do tecido conectivo presente no tecido muscular esquelético, decorrente do aumento da deposição e

redução da solubilidade do colágeno (Lawrence et al., 2001; Pflanzer & Felício, 2009 Duarte et al., 2011). Isto ocorre devido ao fato das ligações cruzadas intermoleculares, presentes no colágeno encontrado em músculo de animais jovens, serem mais instáveis ao calor. Essas ligações se tornam estruturas complexas à medida que os animais envelhecem, tornando-se termoestáveis (Duarte et al., 2011).

Maiores taxas de crescimento, conseguidas com maior consumo ou energia na dieta determinam maior relação colágeno solúvel: insolúvel, levando ao abate de animais mais jovens. A intensidade de ganho de peso permite ao animal atingir mais rápido o crescimento muscular, possuindo menor proporção de colágeno na forma insolúvel (Paulino et al.,2013). A produção atual pretende diminuir variações na textura, fazendo uso de animais mais jovens, com pequena diferença na faixa de idade e mesma raça, demonstrando para o mesmo músculo, pouca diferença na maciez, uma vez que esta se relaciona com o teor e solubilidade de colágeno (Purslow, 2005).

Além da solubilidade e teor do colágeno, a intensidade da proteólise durante o período *post mortem*, está diretamente relacionada com a maciez da carne, sendo diminuído com o avançar da idade do animal. Dessa maneira, animais mais velhos apresentam menor degradação miofibrilar no período *post mortem* e, consequentemente, produzem carne mais dura (Ou et al., 1991).

A coloração da carne também é alterada pela maturidade fisiológica. Com o avançar da idade os sistemas respiratório e circulatório tornam-se menos eficientes, chegando menor quantidade de sangue ao músculo. Devido a isso, há necessidade de armazenar mais oxigênio nos períodos de repouso, o que leva a maior síntese de mioglobina e, consequentemente, sua concentração muscular, tornando a cor da carne mais intensa em animais mais velhos. (Paulino et. al., 2013).

2.3 Alimentação

A alimentação é um fator de influência das características de qualidade da carne, Paulino et.al. (2013) citam que o sistema de produção adotado pelo produtor pode influenciar de forma direta ou indireta na qualidade final da carne. E isso ocorre principalmente em razão do grau de adoção de tecnologias de produção, que irão favorecer a exploração do potencial produtivo do animal. Desta forma, grande parte da influência do sistema de produção adotado sobre a qualidade final da carne se refere basicamente ao plano nutricional que é oferecido ao animal durante as diferentes fases de sua vida, que resultarão em alterações na taxa de crescimento e deposição de tecidos corporais.

Ainda segundo Paulino et al. (2013), quando adota-se sistemas de criação mais intensivos, nos quais se visa diminuição da idade ao abate, é essencial o uso de tecnologias que garantam aos animais otimização do ganho de peso, em todas as fases do ciclo produtivo, inclusive durante a amamentação. Levando em consideração que as pastagens compõem a maior parte da dieta na maior parte dos sistemas de produção, estratégias de suplementação durante a recria devem ser estabelecidas visando fornecimento de doses suficientes de suplementos de natureza proteica – mineral – energética, variando entre 0,1 e 0,4% do peso vivo do animal, para maximização da utilização dos recursos basais (Paulino et al., 1999).

Assim, Estrada (2014) cita que a utilização do pasto como único alimento para terminação de animais durante a época das águas nos países tropicais é uma prática comum. No entanto, bovinos produzidos por meio deste sistema exibem baixa produtividade e produzem carne com pouca qualidade e falta de padronização. Um dos motivos que ocasionam o mau desempenho da terminação de bovinos no sistema de criação em pastagens é, segundo Paulino (1999), que em grande parte das situações as forragens não contém todos os nutrientes nem na proporção adequada que exige a nutrição dos bovinos.

Os principais nutrientes que compõem a dieta dos bovinos são as proteínas e os carboidratos. Além destes, outros componentes da dieta têm relevância para os micro-organismos ruminais e para o bovino, entre eles estão os lipídeos, as vitaminas e os minerais (Langwinski & Ospina, 2001). De acordo com Polizel Neto et al. (2009), bovinos criados a pasto estão sujeitos a deficiências minerais e, para corrigir ou diminuir esses efeitos, a suplementação mineral é uma prática necessária para atender às exigências dos animais e garantir adequado suprimento para o desenvolvimento e a produção desejada.

Os minerais compõem 4% do peso corporal dos animais, e exercem funções vitais no organismo. Assim, o déficit desses elementos pode resultar em desempenho produtivo inferior ao potencial do animal (Ospina et al., 2000; Coneglian, 2006). Dentre os minerais destaca-se o Cromo (Cr), que segundo Rezende (2010), só recentemente passou a ser suplementado para ruminantes, havendo ainda uma série de dúvidas quanto aos seus reais efeitos.

2.3.1 Cromo

No metabolismo animal, a exigência nutricional de minerais em grandes proporções é denominada de macrominerais, enquanto os que são exigidos em menores proporções são os microminerais (Mendonça Junior et al., 2011). O National Research Council para bovinos de corte (NRC, 2001) reconhece como essenciais na nutrição de ruminantes sete macrominerais (enxofre, cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio e cloro) e 17 microminerais (cobre, cobalto, molibdênio, zinco, ferro, flúor, selênio, silício, alumínio, cromo, vanádio, níquel, iodo, arsênico, estanho, vanádio e manganês).

Por demonstrar um provável efeito estimulatório sobre a taxa de crescimento, resposta imune e alteração metabólica, é crescente o interesse sobre a utilização do cromo como fonte suplementar na dieta de animais destinados à produção animal (Chang & Mowat, 1992). As informações alcançadas até o momento não são suficientes para se determinar os requerimentos

de Cr na alimentação, onde a forma mais indicada para a suplementação de cromo aos bovinos, segundo o NRC (1996), é a forma complexada a uma molécula orgânica, conhecida também como complexo de minerais orgânicos ou quelatos de minerais.

Os complexos de minerais quelatados que são estruturas moleculares menos tóxicas e mais biodisponíveis, concedem uma suplementação com elevada margem de segurança, tanto para o animal como para o consumidor de carne e leite (Baruselli, 2005).

O uso dos minerais quelatados é destaque na nutrição animal no mundo inteiro e, de acordo com Maletto (1984), são as fontes de microminerais de eleição, em função de diversos fatores, dos quais observa-se, principalmente, absorção próxima a 100 %; alta estabilidade; alta disponibilidade biológica; maior tolerância do organismo animal (menos tóxico); ausência de problemas de interações com outros macros e micro minerais da dieta, o que pode acarretar na insolubilização de parte dos minerais; ausência de problemas de interações com outros nutrientes da dieta, como gordura e fibra, que podem formar ligações indesejáveis com os metais.

O cromo na forma de complexos orgânicos, como cromo picolinato, cromo nicotinato, cromo aminoácido, cromo levedura e cromo quelato possui maior absorção, podendo chegar a 25% (Anderson & Kozlovsky, 1985). Na forma de levedura, o Cr apresenta melhor biodisponibilidade e absorção, sendo o composto preferencial em estudos que visam suplementar Cr na dieta animal (Lyons, 1997).

De acordo com Stoeker (1999), ao cromo pode-se atribuir funções que envolvem principalmente o metabolismo de carboidratos, mas também em menor grau o metabolismo proteico e lipídico. Sua participação no metabolismo de carboidratos relaciona-se, mais especificamente ao estímulo da captação de glicose pelas células de tecidos-alvo. Esse efeito não é ocasionado pelo cromo de forma isolada ou ainda na forma de co-fator enzimático, como a maioria dos minerais. Para Mertz (1969), o cromo agiria sob a forma de um complexo

orgânico de baixo peso molecular denominado "fator de tolerância à glicose" (GTF), formado por Cr^{3+}, ácido nicotínico, glicina, cisteína e ácido glutâmico. O GTF com o Cr^{3+} é um mensageiro químico que se liga a receptores na superfície das células dos tecidos, estimulando sua capacidade de usar a glicose como combustível metabólico ou armazenar sob a forma de glicogênio (Anderson, 1987). O átomo de cromo, do GTF, facilita a interação entre a insulina e os receptores dos tecidos musculares e gordurosos (Mertz, 1987).

Ainda sobre a descrição dos mecanismos de ação do cromo, se propôs que esse mineral aumente a fluidez da membrana celular para facilitar a ligação da insulina com seu receptor (Evans & Bowman, 1992) e que o GTF funciona como um carreador de cromo para proteínas celulares deficientes em cromo (Vincent, 1994). O cromo ainda foi caracterizado como componente participante do mecanismo de amplificação da sinalização celular de insulina, ou seja, um fator colaborador do aumento da sensibilidade de receptores insulínicos na membrana plasmática (Vincent, 1999).

Nos ruminantes, apenas uma pequena quantidade de glicose que não foi fermentada no rúmen chega ao trato intestinal para ser absorvida. A gliconeogênese é uma via bastante ativa nos ruminantes e é realizada em velocidade muito alta. O propionato que é gerado pela fermentação bacteriana é absorvido e convertido em glicose, suprindo tecidos importantes como o cérebro e servindo como fonte precursora de carboidratos como a lactose (Oliveira e Soares Filho, 2005). Segundo Brockman (1986), o organismo dos ruminantes parece ser mais refratário à insulina que o dos não ruminantes. Após o nascimento, nos ruminantes, a principal fonte de glicose é a absorção intestinal. O aumento nos níveis da glicose sangüínea estimula a secreção de insulina e, consequentemente, a captação celular de glicose (Fahey & Berger, 1988).

Apesar de sua atuação principal sobre o metabolismo de carboidratos, de acordo com Kreider (1999), o cromo também participa no metabolismo proteico, estimulando a captação de

aminoácidos pelas células, uma vez que está diretamente ligado à atividade insulínica. Quando se trata do metabolismo proteico a insulina proporciona um efeito direto, promovendo a captação de aminoácidos pelas células e transformando-os em proteína. A insulina compartilha com o hormônio do crescimento (GH) e com o fator de crescimento insulínico 1 (IGF-1) a capacidade de aumentar a captação de aminoácidos para dentro das células e age diretamente sobre os ribossomos, aumentando a tradução do RNA mensageiro e formando novas proteínas (Gyton & Hall, 1996). Ainda Yang et al. (1996), afirmaram que o cromo poderia favorecer a expressão do IGF-1, devido à característica homóloga deste com os receptores de insulina. O IGF-1 é um fator de crescimento responsável por promover o aumento do tecido muscular, o que para bovinos de corte pode resultar em alterações na composição de suas carcaças.

As ações do hormônio do crescimento (GH) são mediadas pelo IGF-1, sua produção e disponibilidade são influenciadas pelos hormônios tireoidianos e também pelo cromo. (Gluckman et al., 1987). Nos músculos cardíaco e esquelético, o IGF-1 estimula o transporte e a captação de glicose, assim como a produção de lactato. Do ponto de vista anabólico, o IGF-1 estimula a síntese de RNA e de proteínas (Moreira et al., 2010). Na puberdade há um aumento evidente de IGF-1 plasmático o que está diretamente relacionado ao incremento da produção de hormônios esteróides, através de um complexo processo que culmina com o crescimento dos tecidos ósseo e muscular e com os eventos anabólicos e catabólicos que ocorrem no organismo. (Gluckman et al., 1987).

Avaliando o efeito da suplementação com cromo para bovinos em confinamento, Luseba (2005), relatou melhora nos rendimentos de carcaça e ainda influência, até mesmo, no pH final da carne, o que veio a insinuar também que o cromo oriundo de suplementação pode desempenhar papel na qualidade da carne, sabendo que o pH está relacionado à suculência, maciez e coloração dessa (Roça, 2001). Semelhantemente, Polizel Neto et al. (2009) afirmaram

que como o cromo participa do metabolismo energético, este pode influenciar na formação da carcaça dos animais.

O cromo ainda pode agir no organismo dos animais em situações de estresse. Mowat et al. (1993) afirmaram que a suplementação com cromo na dieta de bovinos aumenta a concentração de imunoglobulina, melhorando a resposta imunológica. A resposta imunológica e o desempenho nutricional de bovinos submetidos a uma situação de estresse é melhorada com uma dieta contendo cromo (Anderson, 1998).

A influência da suplementação do cromo na resposta imunológica e nos casos de estresse, seja por desmama, transporte, castração, além de outras situações estressantes, tem sido tema de muitas pesquisas, em função da constatação de que o cromo causa diminuição da concentração sérica de cortisol (Baruselli, 2000). Arthington et al. (1997), demonstraram que a suplementação com cromo orgânico causou uma diminuição na concentração sérica de cortisol em animais sob condições de estresse. Desta forma, é possível reduzir o nível hemático dos "fatores negativos" de resposta orgânica ao estresse nos ruminantes que trazem perdas na produção animal, tais como: diminuição da ingestão de matéria seca; crescimento retardado; decréscimo na produção de leite, da fertilidade e do ganho de peso; diminuição da resposta imunológica, entre outras.

3. Métodos de Avaliação da Qualidade de Carne

Diversas metodologias são utilizadas na avaliação da qualidade de carne, podendo-se analisar, entre outras, características físico-químicas e sensoriais. De acordo com Ramos & Gomide (2007), os parâmetros de qualidade de um alimento podem ser avaliados por três diferentes técnicas: subjetivas, que são as análises sensoriais; objetivas, que são as análises físico-químicas do alimento; ou ainda associadas, subjetiva e objetiva.

A indústria de alimentos tem utilizado a avaliação sensorial como uma "ferramenta guia" nas áreas de desenvolvimento de produtos, controle de qualidade e marketing. No entanto, a indústria de processamento de carnes, é altamente dependente de métodos objetivos para avaliação da qualidade. Metodologias rápidas são necessárias para fornecer resultados em tempo hábil de realizar as ações corretivas indicadas e nos últimos anos, vários métodos têm sido mencionados para realização da avaliação objetiva da qualidade da carne e de produtos cárneos. Os resultados das análises objetivas têm sido satisfatórios para alguns parâmetros de qualidade, como maciez, suculência e cor (Ramos & Gomide, 2007).

3.1 Coloração da carne

De acordo com Paulino et al. (2013) por definição, cor é o resultado da absorção e reflexão da luz polarizada sobre os pigmentos de uma superfície ou alimento. A cor constitui o primeiro impacto sobre o consumidor, levando este a ter o desejo de consumir ou de rejeitar o produto, além de também fornecer uma indicação, que muitas vezes não é correta, sobre o grau de conservação do alimento (Ramos & Gomide, 2007).

O principal pigmento associado à cor na carne é a mioglobina (Mb), proteína presente no sarcoplasma, com afinidade pelo oxigênio e que apresenta em sua estrutura um grupo prostético heme, o qual é diretamente responsável pela coloração dos pigmentos. Assim, a aparência da superfície da carne e intensidade da cor dependerá, basicamente, da concentração e estado físico da mioglobina, sendo este de maior importância (Macdougall, 1977), os quais estão ligados a fatores como espécie, sexo, idade, localização anatômica muscular e/ou atividade física (Lawrie, 1998).

Os bovinos exibem maior concentração de mioglobina, atribuindo a cor vermelho-cereja brilhante à carne. Da mesma maneira, músculos que apresentam maior atividade física têm maior concentração de mioglobina, já que necessitam de grande quantidade de oxigênio para

obtenção de energia pela via aeróbica, que é mais eficiente, apresentando carne com cor mais intensa (mais vermelha). Ainda com o avançar da idade, o sistema circulatório e respiratório se tornam menos eficientes, havendo uma menor quantidade de sangue chegando ao músculo, levando à necessidade de maior armazenamento de oxigênio nos períodos de repouso, o que ocasiona o aumento da síntese de mioglobina e, consequentemente, da sua concentração muscular, tornando a cor da carne mais intensa em animais mais velhos (Paulino et al., 2013).

Paulino et al. (2013) ainda citam que, de maneira mais importante que a concentração de mioglobina, é o estado químico deste pigmento, e que o mesmo estará presente em maior quantidade na superfície e influenciará na tonalidade da cor da carne. O grupo heme é o cromóforo responsável, o qual possui diversas formas químicas, de acordo com as reações de cor que envolve este pigmento. Desta maneira, a cor da carne fresca é resultado, em última análise, da proporção muscular das três formas químicas básicas da mioglobina: deoximioglobina (Mb+), que se apresenta como vermelho-púrpura, oximioglobina (O_2Mb), que é o vermelho brilhante e metamioglobina (MMb), de coloração amarronzada. A presença de apenas uma forma química é rara.

Um sistema que realiza aferições de coloração de forma objetiva e que vem sendo muito utilizado é o sistema CIELAB ou CIE L* a* b*. Neste espaço, L* indica luminosidade e a* e b* são coordenadas de cromaticidade, em que o valor de a* é do ponto sobre o eixo (-) verde/ vermelho (+) e o valor de b* é do ponto sobre o eixo (-) azul/ amarelo (+) (Macdougall, 1994). O valor L* representa o máximo estímulo luminoso, seja de reflectância ou de transmitância, e os valores a* e b* são entendidos respectivamente como as proporções de vermelho e amarelo refletidos ou transmitidos pelo objeto.

De acordo com alguns autores (Abularach et al. 1998; Muchenje et al. 2009), para carne bovina, as médias de luminosidade (L*) devem conservar-se entre 33,2 e 41,0, sendo que valores superiores ou inferiores a estes podem ser indicativos de carne extremamente clara ou

escura. Para a intensidade da cor vermelha (a*) os valores devem se concentrar entre 11,1 e 23,6 e, para a cor amarela (b*), entre 3,40 e 11,3.

3.2 Determinação do Ph (Potencial Hidrogeniônico)

O termo pH é uma abreviação de "pondus hydrogenii" ou "potentia hydrogenii" (pondus=peso; potentia=potência; hydrogenii=hidrogênios), daí o termo comum potencial hidrogeniônico. Foi proposto por Søren Peder Lauritz Sørensen em 1909, para expressar concentrações muito pequenas de íons hidrogênio em soluções aquosas, e definida como pH = -log [H+] (Andrade, 2010). Segundo Peruzzo & Canto (1998), o químico dinamarquês Sørensen criou o conceito de pH (pH = -log [H+]), para expressar a acidez de um meio aquoso de uma forma mais prática, pois expressando por meio da $[H^+]$, geralmente os valores seriam potências negativas de 10. Os mesmo autores ainda citam que o um meio neutro apresenta pH 7, um meio ácido apresenta pH abaixo de 7 e um meio básico apresenta pH acima de 7.

No músculo *post-mortem* a queda inicial do pH é devida principalmente à liberação de íons H+, que ocorre antes da redução de piruvato a lactato. Em pH 7,0, o íon H+ é ligado durante a fosforilação de ADP a ATP e liberado durante a hidrólise enzimática do ATP. Por outro lado, a pH 5,5 - 6,0, os íons H+ são liberados durante a glicólise mas não são liberados durante a hidrólise de ATP. Noventa por cento dos íons formados são devidos à glicólise anaeróbica e o restante devido à hidrólise do ATP (Roça 2011a).

Ramos & Gomide (2007) afirmaram que o pH é um fator de grande influência na qualidade e segurança dos alimentos. Em carnes, o pH está relacionado com o acúmulo de ácido lático proveniente das mudanças *post-mortem*. A quantidade e taxa de acúmulo do ácido lático, tem influência importante na sua qualidade final, levando a mudanças, de forma direta ou indireta, na cor e aparência, sabor e aroma, textura, incluindo a maciez e a suculência e ainda as propriedades funcionais como capacidade de retenção de água e capacidade emulsionante.

Durante o desenvolvimento do *rigor mortis* e da maturação da carne, o pH tem grande influência na contração, proteólise e desnaturação proteica, ocasionando mudanças na sua estrutura e, como consequência, na sua qualidade. Muitos métodos têm sido propostos para avaliar a qualidade final da carne nas primeiras horas post mortem, dentre as quais está o pH, que vem apresentando resultados satisfatórios (Ramos & Gomide, 2007).

De acordo com Roça (2001), normalmente, em bovinos a glicólise se desenvolve lentamente; o pH inicial (0 horas), em torno de 7,0, cai para 6,8 a 6,4 após 5 horas e para 5,9 a 5,5 após 24 horas. No entanto, se devido a baixos teores de glicogênio, o pH permanecer após 24 horas acima de 6,2, tem-se o indício de uma carne tipo DFD (*dark, firm and dry*), ou seja, escura, consistente e não exsudativa. Valores altos de pH final (acima de 6,0) são a causa das características físicas da cor escura e alta capacidade de retenção de água da carne e ocorre devido a pequena quantidade de ácido lático produzida (Roça, 2011a).

Segunda Roça (2001a), a carne DFD é um problema ocasionado pelo estresse crônico antes do abate, que esgota os níveis de glicogênio muscular. Há evidências de que o principal fator de indução do aparecimento, seja o manejo inadequado antes do abate que leva à exaustão física do animal. O autor ainda cita que o pH 6,0 tem sido considerado como linha divisória entre o corte normal e o "dark-cutting", que é proveniente da carne DFD.

O método convencional de se medir eletroquimicamente o pH de carcaças e de amostras de carnes é através do uso de eletrodos de inserção de vidro. A avaliação é realizada por um par de eletrodos, que medem o potencial elétrico existente entre eles e a amostra, sendo relacionado com a concentração de íons em solução (Ramos & Gomide, 2007).

3.3 Textura e Maciez da Carne

Dentre todos os atributos que contribuem para caracterizar se uma carne é ou não de qualidade, durante o ato de degustação, a textura e a maciez são os maios importantes para

determinar a aceitabilidade e satisfação do consumidor, e é também o fator que determina o retorno ou não do consumidor para adquirir a carne já experimentada. Isto pode ser comprovado através de estudos como o de Boleman et al. (1997), no qual foi observado que os consumidores estão dispostos a pagar pela garantia da maciez.

De acordo com Ramos & Gomide (2007), a textura é a manifestação sensorial da estrutura da carne, e a maneira com que essa reage à força aplicada durante a mastigação e a outras sensações especificas envolvidas no ato de degustação. Ela é portanto, derivada da estrutura do alimento e consiste de um grupo de propriedades e não apenas de uma única em particular, estando relacionada ao senso físico e não ao senso químico. Segundo Lawrie (2005), a impressão global da textura envolve três aspectos: a facilidade de penetração dos dentes na carne; facilidade de fragmentação ou ruptura da carne; e por fim a quantidade de resíduos após a mastigação.

A maciez é um atributo da textura, sendo assim, carnes macias são aquelas que apresentam textura macia e, ou, de pouca resistência ao corte, portanto, qualquer fator que influencie na textura final da carne terá impacto sobre a sua maciez. Duas estruturas na carne são diretamente responsáveis pelo seu grau de maciez: as fibras musculares e o tecido conectivo (Ramos & Gomide, 2007).

Alves et al. (2005) afirmam que a dureza da carne pode relacionar-se a dois componentes: a dureza residual causada pelo tecido conjuntivo (colágeno, elastina e proteínas do estroma) e a dureza ocasionada pela estrutura miofibrilar (proteínas miofibrilares). E segundo Harper (1999) a maciez pode ser influenciada por fatores que são inerentes aos animais, como a genética, raça, idade, sexo, gordura de cobertura, por fatores pré-abate como tipo de alimentação, manejo, estresse, e ainda por fatores pós-abate como a temperatura, tempo e condições de resfriamento da carcaça.

A maciez da carne é diminuída quando há grande quantidade de tecido conectivo no músculo. A principal proteína estrutural do tecido conectivo é o colágeno, e apesar de sua concentração no musculo afetar de forma negativa a maciez, a sua principal influência à dureza da carne está relacionada com a quantidade e estabilidade das ligações cruzadas, inter e intramuscular, entre suas fibras. Essas ligações são responsáveis pela relativa insolubilidade e resistência do tecido conectivo (Ramos & Gomide, 2007). Essas ligações se tornam estruturas complexas à medida que os animais envelhecem, tornando-se termoestáveis (Duarte et al., 2011).

Ramos & Gomide (2007) ainda citam que com relação ao tecido conetivo, o efeito da elastina não pode ser excluído, pois esta apresenta maior resistência a temperatura e ao cozimento que o colágeno, apesar de estar presente em pequenas quantidades (0,05%) na maioria dos músculos.

Os mesmos autores ainda discutem sobre o componente miofribilar como influência na maciez e, segundo estes, a formação do complexo actomiosina durante o desenvolvimento do *rigor mortis* aumenta significativamente a dureza da carne, devido à compactação do sistema miofribilar. O grau de maciez será determinado, portanto, pelo estado de contração pós-rigor e pelo comprimento da unidade contráctil do músculo, que é o sarcômero, sendo este controlado em parte, pela quantidade de tensão desenvolvida no músculo durante a fase de estabelecimento do *rigor mortis.*

Ainda há que se ressaltar como fator importante na maciez a atividade proteolítica *post-mortem* e seus efeitos sobre a estrutura da carne. Após o estabelecimento do rigor mortis, ocorrerá a resolução deste, onde ocorrem degradações enzimáticas e desnaturação proteíca, o que torna a carne menos rígida, processo mais conhecido como maturação. Esta fase ocorrerá somente após completa utilização de energia, dando assim, início à atuação das enzimas

proteolíticas dependentes de cálcio, uma vez que neste ponto não haverá transporte de cálcio presente no sarcoplasma, possibilitando seu uso pelas proteases (Sgarbieri, 1996).

Durante a maturação há degradação das proteínas miofibrilares, principalmente as responsáveis pela estrutura do sarcômero, culminando em afrouxamento ou degradação da linha Z, o que leva a queda da tensão isométrica (Paulino et al., 2013). As calpaínas, que são proteases ativadas pelo cálcio, presentes no sarcoplasma, são, juntamente com as catepsinas, proteases ácidas que se encontram nos lisossomos, as únicas enzimas capazes de hidrolisar as proteínas miofibrilares (Ramos & Gomide, 2007).

Portanto, a variação da maciez nos diferentes cortes de carne pode ser ocasionada pela quantidade e estado químico do tecido conectivo e efeitos do complexo actomiosina (proteínas miofribilares), sendo consequência de uma série de fatores *ante* e *post-mortem* (Ramos & Gomide, 2007).

A maciez pode ser mensurada por métodos subjetivos e objetivos. No primeiro, utiliza-se o painel sensorial, onde pessoas treinadas classificam a carne após prova das amostras; no segundo, utiliza-se texturômetro, equipamento que mede a força necessária para cisalhar a seção transversal da carne, sendo mais dura, quanto maior for a força dispensada (Paulino et al., 2013).

De acordo com Alves et al. (2005), a carne com maciez aceitável, pode ser definida como aquela que apresenta força de cisalhamento inferior a 4,5 kgf. Enquanto Miller et al. (2001), através de avaliações sensoriais com consumidores, considera como macia uma carne com valores de até 3,0 kgf, intermediária de 3,0 a 5,7 Kgf, e acima de 5,7 kgf como dura. Johnson et al. (1990) considera como maciez aceitável para carne bovina até 5,5 kgf. Diferenças nos valores de forças de cisalhamento quanto aos limites de maciez podem estar relacionados ao fato dos resultados terem sido obtidos por diferentes laboratórios e por métodos que podem variar consideravelmente, assim como também devem ser consideradas as diferenças culturais e regionais para a percepção e definição dos limites de uma carne macia (Silva et al., 2007).

3.4 Perdas por exsudação e por cocção

Para prolongar a vida de prateleira e ser possível fazer estocagem de carnes frescas e produtos cárneos processados, é essencial a utilização de métodos de conservação. De acordo com Aberle et al. (2001), os métodos de conservação mais comumente utilizados para a carne são: refrigeração, congelamento, processamento térmico, desidratação e irradiação. Se a temperatura da carne é reduzida abaixo de -2ºC, o produto se congela, modificando seu estado físico e diminuindo a velocidade das reações químicas e enzimáticas (Roça, 2011b).

Segundo Machado (2009), o congelamento tem sido muito utilizado, pois, além de garantir a conservação da carne por meses, mantém as propriedades químicas, sensoriais e nutritivas do produto próximas às características iniciais. Hedrick et al. (1989), citaram que alguma perda no valor nutritivo pode ocorrer quando nutrientes solúveis em agua são perdidos no exsudato do descongelamento, no entanto, essa perda de líquido varia com as condições de congelamento e descongelamento.

Apesar dos benefícios, algumas alterações podem ser observadas devido ao processo de congelamento da carne, como a desidratação, rancificação e perdas de suco, que são efeitos negativos (Camapñone et al., 2006). Desta maneira, os enfoques modernos da utilização do congelamento na conservação da carne são fundamentados na compreensão das mudanças causadas pelo processo, bem como de seus aspectos preservativos (Lawrie, 2005).

A refrigeração e o congelamento utilizam o decréscimo de temperatura para aumentar o período de conservação dos alimentos, sendo a temperatura empregada a diferença entre ambos, onde, no congelamento, são utilizadas temperaturas muito mais baixas, havendo formação de cristais de gelo no interior dos alimentos (Cheftel et al., 1983). De acordo com Roça (2011c), há formação de cristais de gelo em todas as temperaturas de congelamento. Através da formação de cristais, há possibilidade de ruptura celular. Devido à menor concentração de solutos no fluido extracelular, que no fluido intracelular, o congelamento da carne se inicia pela

cristalização da água nos espaços extracelulares. Quando este ocorre de forma lenta, a cristalização extracelular, que aumenta a concentração local de solutos, provoca, por osmose, uma desidratação progressiva das células. Formam-se grandes cristais de gelo e aumentam os espaços extracelulares. Este deslocamento de água explica, em grande parte, a exsudação que se observa ao descongelar a carne. Quando o congelamento ocorre de forma rápida, a cristalização ocorre quase que simultaneamente em ambos os espaços, intracelular e extracelular. Levando assim, um pequeno deslocamento de água e a produção de pequenos cristais de gelo, sendo, portanto, as modificações na textura menores que no congelamento lento (Cheftel et al., 1983).

No início do descongelamento, a temperatura começa a aumentar e os cristais de gelo se fundem, ocorrendo aumento da atividade de água no espaço extracelular. Consequentemente, a água migrará em direção ao espaço intracelular e será absorvida pelas fibras parcialmente desidratadas. Se a taxa de descongelamento é lenta o suficiente, a diferença de atividade de água em ambos os compartimentos será menor. No entanto, se a taxa de descongelamento é rápida, pode não haver reabsorção de água pelas fibras, acumulando no espaço extracelular e eventualmente drenando como exsudato (Gonzalez-Sanguinetti *et al.*, 1985).

A literatura tem apresentado valores bastante distintos com relação às perdas por exsudação no descongelamento da carne bovina. Alguns estudos indicaram que os valores têm se situado entre 3,29 e 11,45 % (Vaz & Restle, 2000; Costa et al. 2002; Arboite et al. 2004; Zakama et al. 2008).

A perda de peso por cocção pode afetar a qualidade da carne bovina, pois afeta diretamente a suculência da carne, que está relacionada com a capacidade de retenção de água (CRA) desta. A CRA se reflete durante o cozimento e na suculência durante a mastigação, sendo considerada um atributo importante para a qualidade de carne (Machado, 2009).

De acordo com Roça (2011d), a CRA pode ser definida como a capacidade da carne de reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas, como corte, aquecimento, trituração e prensagem. Vários fatores podem atuar sobre a CRA da carne, por afetarem as proteínas miofibrilares, dentre eles, o mais comum é o pH. Variações no pH influenciam a CRA pelo fato de que, quando próximo do ponto isoelétrico, os balanços de cargas positivas e negativas podem se igualar, neutralizando as cargas das proteínas e impedindo a ligação com a água (Pires et al., 2002).

Devido à distribuição de elétrons, as moléculas de água possuem carga neutra, mas são polares e podem associar-se à grupos reativos das proteínas musculares carregadas eletricamente. Os grupos hidrofílicos das proteínas musculares atraem água, porém, com a formação de ácido lático e a consequente queda do pH *post-mortem*, há uma diminuição da capacidade de reter água da carne, isso porque essas reações causam uma desnaturação e perda da solubilidade das proteínas musculares, ou seja, o número de cargas negativas. Consequentemente, estes grupos não tem capacidade de atrair água, pois somente os grupos hidrofílicos carregados possuem esta capacidade. O efeito do pH na capacidade de retenção de água é denominado de *efeito de carga neutra*. A capacidade de retenção de água é menor em pH 5,2 a 5,3, ou seja, no ponto isoelétrico (pI) da maior parte das proteínas musculares (Roça 2011d).

A suculência da carne cozida é a sensação de umidade notada nos primeiros movimentos de mastigação, isso se deve à rápida liberação de líquido pela carne e, também, da sensação de suculência que é mantida, devido principalmente à gordura que estimula a salivação. A gordura intermuscular funciona como uma barreira contra a perda do suco muscular durante o cozimento, aumentando, portanto, a retenção de água pela carne e, consequentemente, a suculência. A suculência da carne é afetada também pela perda de água durante o cozimento.

Temperaturas de 80ºC produzem maiores perdas no cozimento que temperaturas ao redor de 60ºC (Roça, 2011d).

3.5 Espessura de Gordura

Em bovinos, é importante que o animal tenha um grau de acabamento da carcaça ou seja uma espessura de gordura subcutânea (EGS) mínima de 2,5 a 3 mm, para proteger a carcaça durante resfriamento. A gordura subcutânea funciona como um isolante térmico, fazendo com que a velocidade de resfriamento da carcaça seja diminuída, evitando a desidratação, o escurecimento e a redução da maciez da carne. Em carcaças que são resfriadas muito rapidamente, antes de atingirem o *rigor mortis,* com elevado valor de pH, a carne aumenta a sua dureza, porque os sarcômeros do tecido muscular chegam a um tamanho muito pequeno (Bridi & Constantino, 2009).

De acordo com Muller (1987), a avaliação em termos de pesquisa da EGS, deve ser realizada na carcaça após resfriamento em nível da 10º e 11º ou 12º e 13º costelas.

3.6 Composição Química da Carne

A composição química da carne apresenta diversos fatores que interferem significativamente na quantidade de seus componentes básicos. Nestes, incluem-se espécie, raça, idade, sexo, alimentação e manejo (Pardi et al. 1995). Roça (2011e) cita a localização anatômica do músculo como sendo o fator intrínseco mais complexo. Há variações na composição química dos músculos de diferentes localizações.

De acordo com Roça (2011e), a carne magra apresenta em torno de 75% de água, 21 a 22% de proteína, 1 a 2% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. Desta maneira, esta pode ser considerada como um alimento nobre para o homem, sendo o grande

mérito nutricional a sua quantidade e qualidade dos aminoácidos constituintes do músculo, presença de ácidos graxos essenciais e proteínas do complexo B e ainda o teor de ferro.

Roça (2011e) ainda explica que, por ser um componente abundante, a água influi na qualidade da carne, afetando a suculência, textura, cor e sabor. Sabendo que a água é o meio universal das reações biológicas, sua presença afeta diretamente as reações que ocorrem na carne durante o armazenamento e processamento. Quanto aos minerais, a carne possui quase todos os minerais de importância para a nutrição humana. Em termos quantitativos, o fósforo e o potássio são os mais importantes. A carne também é uma boa fonte de oligoelementos, como zinco e ferro A importância da carne como fonte de ferro não se baseia somente no elevado teor, e sim porque o ferro proveniente da carne possui uma melhor biodisponibilidade que os alimentos vegetais.

Roça (2011e) cita também que o teor em proteínas com alto valor biológico é uma característica positiva da carne, e este valor é determinado pelo seu conteúdo em aminoácidos essenciais. As proteínas de origem animal possuem, devido à sua composição em aminoácidos, um valor biológico mais elevado que as proteínas de origem vegetal.

A carne ainda apresenta todas as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), as hidrossolúveis do complexo B (tiamina, riboflavina, nicotinamida, piridoxina, ácido pantotênico, ácido fólico, niacina, cobalamina e biotina) e um pouco de vitamina C. O grande mérito da carne como fonte de vitaminas é a sua disponibilidade em vitaminas do complexo B, que exercem funções indispensáveis ao crescimento e à manutenção do corpo humano (Feijó, 1999).

Quanto à composição de lipídeos, a carne tem sido classificada dentro da categoria de alimentos ricos em gordura e é apontada de maneira muito crítica, quanto ao aspecto de alimentação saudável. As tabelas de composição química da carne, divulgadas normalmente, são antigas e ultrapassadas, e apresentam um teor de matéria graxa elevado, o que não é observado atualmente (Roça, 2011e). A gordura da carne, além do aspecto energético, é

importante pelos ácidos graxos essenciais, colesterol e vitaminas lipossolúveis, sendo também, indispensável para os aspectos organolépticos de sabor e uso culinário (Feijó, 1999).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E.; MILLS, E.W.; **Principles of meat science.** 4ª ed. Iowa: Kendall/Hunt, 2001. 354p.

ABULARACH, M.L.S.; ROCHA, C.E.; FELICÍO, P.E. Característica de qualidade do contra filé (*m. L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.

ALBERTÍ, P., RIPOLL, G., GOYACHE, F. et al. Carcass characterization of seven Spanish beef breeds slaughtered at two comercial weights. **Meat Science**, v.71, p.514–521, 2005.

ALVES, D.D.; TONISSI, R.E.; GOES, E.B.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira** v. 6, n. 3, p. 135 -149, 2005.

ANDERSON, R.A. Effects of chromium on body composition and weight loss. **Nutrition Reviews**, v.56, p.266 - 270, 1998.

ANDERSON, R.A. **Trace elements in human and nutrition**. New York: Academic Press, 1987. 225p.

ANDERSON, R.A.; KOZLOVSKY, A.S. Chromium intake, absorption and excretion of subjects consuming self-selected diets. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 41, n.6, p.1177 - 1183, 1985.

ANDRADE, J.C. Química Analítica Básica: Os conceitos ácido-base e a escala de pH. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química. **Chemkeys.** 6p. 2010.

ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *longissimus dorsi* de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. **Rev. Bras. Zootec**., v.33, p.959-968, 2004.

ARTHINGTON, J.D. Supplemental Dietary Chromium does not influence ACT, cortisol or immune responses in young calves inoculated witch bovine herpevirus. **Journal of Animal Science**, v.75, p. 217 – 223, 1997.

BARBEITO, A.X. La indicación geográfica protegida ternera gallega: valorización de una carne de calidad basada en el origen. In: Congresso Ibérico Raças Autóctones, Economia Local e Paisagem Rural, 2015, Portugal. **Livro Atas...** Editora: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2015, p.13.

BARUSELLI, M.S. Suplementos e co-produtos na nutrição de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, I, 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: UPIS, 2005, p.7-22.

BARUSELLI, M.S. Minerais Orgânicos: o que são como funcionam e vantagens do seu uso em ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA, II, 2000, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 2000 p.2-18.

BECKER, T. Defining meat quality. In: KERRY, J.; LEDWARD, D. (Eds.) **Meat processing: improving quality.** Nem York: CRC Press, 2002. 451 p.

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

BOLEMAN, S.J.; BOLEMAN, S.L.; MILLER, R.K. et al. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1521-1524, 1997.

BREA, T.; GARCÍA, J.; MONSERRAT, L; SÁNCHEZ, L.; CARBALLO, J.A. Modelización, crecimiento y rendimiento potencial de machos y hembras de raza Rubia Gallega. **Memoria CIAM 94-96.** Xunta de Galicia: Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria, 1998, p.313-329.

BRIDI, A.M.; CONSTANTINO, C. [2009] **Qualidade e Avaliação de Carcaças e Carnes Bovina.** Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/Qualidade%20e%20Avaliacao%20de%20Carcacas%20e%20Carnes%20Bovinas.pdf> Acesso em: 04 dez. 2015.

BROCKMAN, R.P.; MILLIGAN, L.P., GROVUM, W.L. et al. Pancreatic and adrenal hormone regulation of metabolism. In: **Control of digestion and metabolism in ruminants**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1986, p.405-419.

BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M; RESTLE, J. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.5, p.2034-2042, 2006.

BURROW H.M.; MOORE, S.S.; JOHNSTON, D.J. et al. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.893-919, 2001.

CALKINS, C.R.; HUFFMAN, R.D.; JOHNSON, M.H. et al. Differences in cathepsin B + L and calcium –dependente protease activities among breed type and their relationship to beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 2371- 2379, 1990.

CAMPAÑONE, L.A.; ROCHE, L.A.; SALVADORI, V.O.; MASCHERONI, R.H. Structural studies on unpackaged foods during their freezing and storage**. Journal Food Science**, v. 71, n. 5, p. E218- E226, 2006.

CATTELAM, J.; MENEZES, L.F.G.; FERREIRA, J.J. et al. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos e vacas de descarte de diferentes grupos genéticos submetidos a diferentes frequências de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.3, p.764-775, 2009.

CHANG, X.; MOWAT, D.N. Supplement Chromium for stress and growing feeder calves. **Journal Animal Science**, v.70, p.559-565, 1992.

CHEFTEL, J.C.; CHEFTEL, H.; BESANCON, P. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos.** v. 2. Zaragoza: [s.n], 1983. 404p.

CONEGLIAN, S.M. **Diferentes proporções de fosfato bicálcico e fosfato de rocha em dieta de bovinos.** 2006. 81f. Dissertação (Mestrado em medicina veterinária) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá

COOK, M.E.; WHIGHAM, L.D.; YANG, M. et al. CLA inhibits the induction of prostaglandin and leukotriene synthesis. A natural substitute for non-steroidal andti-inflammatory drugs. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLA, 1.,2001, Alesund. **Proceedings...** Alesund: NATURAL ASA, 2001. p.6-7.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo longissimus dorsi de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Rev. Bras. Zootec**., v.31, p.417-428, 2002.

CROCKETT, J.R.; KOGER, M.; FRANKE, D.E. Rotational crossbreeding of beef cattle: preweanig traits by generation. **Journal of Animal Science**, v.46, n.5, p. 1170-1177, 1978.

CRUZ, G.M.; RODRIGUES, A.A.; TULLIO, R.R. et al. Desempenho de bezerros da raça Nelore e cruzados desmamados recebendo concentrado em pastagem adubada de *Cynodon Dactylon* cv *Coastcross*. **Revista Brasileira de Zootecnia.** V.38, n.1, p. 139-148, 2009.

CRUZ, G.M.; TULLIO, R.R.; ALENCAR, M.M. et al. Efeito do peso de abate sobre a qualidade de carcaça e o rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos jovens cruzados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001. p.92-93.

DUARTE, M.S.; PAULINO, P.V.R.; DAS, A.K.; et al. Enhancement of adipogenesis and fibrogenesis in skeletal muscle of Wagyu compared to Angus cattle. **Journal of Animal Science**, 2013.

DUARTE, M.S.; PAULINO, P.V.; FONSECA, M.A., et al. Influence of dental carcass maturity on carcass traits and meat quality of Nellore bulls. **Meat Science**, v.88, n.3, p.441-446, 2011.

ESTRADA, M.M. **Desempenho, Características da Carcaça e Qualidade da carne de novilhas de diferentes genótipos terminadas no sistema pato/suplemento**.2014. 103f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

EVANS, G.W.; BOWMAN, T.D. Chromium picolinate increases membrane fluidity and rate of insulin internalization. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v.46, p.243 - 250, 1992.

EWIN, J. **O lado sadio das gorduras**. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1997. 162 p.

FAHEY, G.C.; BERGER, L.L. Los carboidratos en la nutrición de los rumiantes. In: CHURCH, D.C. **El ruminante: Fisiología digestive y nutrición**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1988, p.305-338.

FARRÁN, J.A. **Programa de mejora de la raza bovina Rubia Gallega**. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino – Espanha, 2011.

FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. 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**, v.31, n.5, p.2024-2035, 2002.

FEIJÓ, G.L.D. [1999] Curso conhecendo a carne que você consome, 1. Qualidade da carne bovina. **Embrapa Gado de Corte, Documentos, 77**. Campo Grande, 1999. 25p. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/qualidadecarnebovina_000fecp298c02wx5eo006u55t1jcnus5.pdf> Acesso em: 26 Nov., 2015.

GLUCKMAN, P.D.; BREIER, B.H.; DAVIS, S.R. Growth hormone and biotechnology. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.2, p. 442-466, 1987.

GMG [2000] **Projeto Rubia**. Disponível em: <http://www.geneticaparatodos.com/> Acesso em: 29 Março 2016.

GONZALEZ-SANGUINETTI, S.; ANON, M. C.; CALVELO, A. Effect of thawing rate on the exudate production of frozen beef. **Journal Food Science,** v.50, p. 697- 700, 1985

GUEDES, C.A.M.; SILVA, R. Denominações territoriais agroalimentares, políticas e gestão social: Argentina, Brasil e a experiência espanhola no contexto europeu. In: JORNADAS INTERDISCIPLINARIAS DE ESTUDIOS AGRARIOS Y AGROINDUSTRIALES, 2011, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Editora da Universidad de Buenos Aires, 2011.

GYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

HARPER, G.S. Trends in skeletal muscle biology and the understanding of toughness in beef. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 7. p. 1105 - 1129, 1999.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; *et al.* **Principles of meat science.** 3.ed. Iowa: [s.n.], 1989, 354 p.

INDICACION GEOGRÁFICA PROTEGIDA (IGP), TERNERA GALLEGA [2013]. Pliego de Condiciones. **Consellería do Medio Rural e do Mar, Xunta da Galicia**. Disponível em: <http://mediorural.xunta.gal/uploads/media/Pliego_de_condiciones_Ternera_Gallega_enero_2013.pdf> Acesso em: 29 Março, 2016.

JOHNSON, D.D.; HUFFMAN, R.D.; WILLIANS, S.E.; HARGROVE, D.D.; Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal Animal Science**, v. 68, p. 1980-1986, 1990.

KOGER, M. Effective crossbreeding systems utilizing zebu cattle. **Journal of Animal Science**, v. 50, n.6, p. 1215-1220, 1980.

KOOHMARAIE, M. Quantification of Ca2(+)-dependent protease activities by hydrophobic and ion-exchange chromatography. **Journal Animal Science**, v.68, n.3, p.659-665, 1990.

KOURY FILHO, W. **Escores visuais e suas relações em características de crescimento em bovinos de corte**. 2005. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2005.

KREIDER, R.B. Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise. **Sports Medicine**. v.27, p.97-110, 1999.

KUSS, F.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Características da carcaça de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento com distintos pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.915-925, 2005.

LANGWINSKI, D.; OSPINA, H. Terneiros Desmamados Precocemente Alimentados com Dois Níveis de Suplementação e Duas Formas de Sais Mineralizados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001.

LAWRENCE, T.E.; WHATLEY, J.D.; MONTGOMERY, T.H., et al. Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of longissimus steaks from commercially fed cattle. **Journal Animal Science**, v.79, n.8, p.2092-2096, 2001.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne.** 6.ed. São Paulo: Editora Artmed, 2005. 384p**.**

LAWRIE, R.A. **Lawrie`s Meat Science**. [S.L.]: Woodhead Publishing, 1998.352p.

LUCHIARI FILHO, A. **A Pecuária da carne bovina.** 1. ed. São Paulo: [s.n.], 2000.134p.

LUSEBA, D. **Effect of selenium and chromium on stress level, growth performance selected carcass characteristics an mineral status of feedlot cattle**. 2005. 214f. These (Doctor of Philosophy in Veterinary Science) - Faculty of Veterinar Science, University of Pretoria, Pretoria, 2005.

LYONS, P. A new era in animal production: the arrival of the scientifically proven natural alternatives. In: SYMPOSIUM BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 13, 1997, Nottinghan. **Proceedings of Alltech…** Nottinghan: Univ. Press, 1997, p. 241-250.

MACDOUGALL, D.B. Colour meat- its basis and importance. In: PEARSON, A. M.; DUTSON. T. R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product**. London: Black Academic, 1994, chap. 9, p. 34-78.

MACDOUGALL, D.B. Colour in meat. In: BIRCH, G.G.; BRENN, J.G.; PARKER, K.J. (Ed.) **Sensory Properties of Foods**. London: Science Publisher, 1977. p.59.

MACHADO, M.M. **Efeito do congelamento e estocagem sobre a qualidade da carne bovina.** 2009. 41f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária / Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MALETTO, S. Absorção dos elementos minerais no organismo animal. Microelementos: Importância na sanidade. In: PRIMEIRO SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL, 1984, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SNIDA, 1984, p.9 – 18.

MENDONÇA JUNIOR, A.F. et al. Minerais: Importância do uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica do Semi-Árido**, v.7, n.1, p.01-13, 2011.

MERTZ, W. **Trace elements in human and nutrition.** London: Academic Press, 1987 v.1, 355p.

MERTZ W. Chromium occurrence and function in biological systems. **Physiological Reviews**, v.49, p.163-239, 1969.

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

MILLER, M.F.; CARR, M.A.; RAMSEY, C.B.; et al. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. **Journal Animal Science**, v. 79, p. 3062-3068, 2001.

MOREIRA, P.S.A.; POLIZEL NETO, A.; JORGE, A.M. et al. Somatotropina bovina recombinante (rBST) em bezerros Simbrasil e seus efeitos sobre as fibras musculares e o padrão hormonal de T3, T4 e IGF-I. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p 68-78, 2010.

MOTTIN, C.; PRADO, I.N.; CHEFER, D.M. et al. Suplementação com minerais quelatados em bovinos: Uma revião. Campo Digital: Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias, v.8, n.2, p.59-70, 2013.

MOWAT, D.N., CHANG, X., YANGA, W.Z. Chelated chromium for stressed feeder calves. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 73, n. 1, p. 49-55, 1993.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009.

MÜLLER, L**. Normas para avaliação de carcaças e concursos de carcaças de novilhos.** 2.ed. Santa Maria: [s.n], 1987. 31p.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Diary Cattle nutrition. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7.ed. Washington: National Academy of Sciences, 2001, 420 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academic Press, 1996. 90p

NÜRNBERG, K.; WEGNER, J.; ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science**, v.56, p.145-156, 1998.

OLIVEIRA, D.J.C.; SOARES FILHO, C.V. Suplementação com Cromo para Ruminantes. **Arq. ciên. vet. zool.**, v.8, n.1, p.71-77, 2005.

OSPINA, H.P.; FREITAS, S.P.G.; MUHLBACH, P.R.F. et al. Efeito de quatro níveis de "carboquelatos" em sais mineralizados sobre o consumo e digestibilidade de feno de baixa qualidade em bezerros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais…** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.

OU, B.R.; MEYER, H.H.; FORSBERG, N.E. Effects of age and castration on activities of calpains and calpastatin in sheep skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, v.69, n.5, p.1919-1924, 1991

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

PARDI, M.C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: UFG, 1995. (v. 1) 586p.

PAULINO, P.V.R; DUARTE, M.S.; OLIVEIRA, I.M. [2013]. Aspectos zootécnicos determinantes da qualidade de carne. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES. 2013, Bahia. **Anais eletrônicos...** Bahia: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira, Itapetinga, 2013. Disponível em: <http://www.uesb.br/eventos/simposio_ruminantes/arquivos/ANAIS-II-SBPR.pdf> Acesso em: 26 Nov., 2015.

PAULINO, M.F. Estratégias de suplementação para bovinos em pastejo. In: SIMCORTE, 1.,1999, Viçosa - MG. **Anais**... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.137-156.

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

PEREIRA, J.C.C. Contribuição genética do zebu na pecuária bovina do Brasil. **Informe Agropecuário**, v.21, n.205, p.30-38, 2000.

PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano.** 2ed. São Paulo: Moderna, 1998. 497p.

PFLANZER, S.B.; FELÍCIO, P.E.D. Effects of teeth maturity and fatness of Nellore (Bos indicus) steer carcasses on instrumental and sensory tenderness. **Meat Science**, v.83, n.4, p.697-701, 2009.

PIRES, I.S.C.; ROSADO, G.P.; AZEVEDO, R.M.C. *et a*l. Composicao centesimal, perdas de peso e maciez de lombo (*longissimus dorsi*) suino submetido a diferentes tratamentos de congelamento e descongelamento. **Revista de Nutrição**, v.15, n.2, Maio/Agosto de 2002.

POLIZEL NETO, A.; MENDES JORGE, A.; MOREIRA, P.S.A. et al. Desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 Brangus × Nelore recebendo suplemento com cromo complexado à molécula orgânica na terminação a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.38, n.14, p.737-745, 2009.

PURSLOW, P.P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, v.70, n.3, p.435-447, 2005.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação de qualidade de carnes: fundamentos e metodológica**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2007. 599p.

RESTLE, J.; CERDÓTES, L.; VAZ, F.N. et al. Características da carcaça e da carne de novilhas e vacas de descarte Charolês, terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1065-1073, 2001.

REZENDE, P.L.P. **Efeito da composição genotípica sobre as características da carcaça e da carne de bovinos.** 2011. 31f. Seminário (Apresentação na disciplina Seminários do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

REZENDE, P.L.P.; MOREIRA, P.C.; WASCHECK, R.C. [2010]. Suplementação com cromo (Cr^3) para bovinos em condições de estresse. **PUBVET**, v.4, n.21, Ed.126, Art.857, 2010. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/uploads/043b9cc70ed2310f5f2d4fbc9895cccf.pdf> Acesso em: 26 Nov., 2015.

ROÇA, R.O.[2011a] **Modificações Post-Mortem**. Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP- Campus Botucatu. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca105.pdf> Acesso em: 08 out. 2015.

ROÇA, R.O.[2011b] **Refrigeração**. Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP- Campus Botucatu. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca108.pdf > Acesso em: 04 dez. 2015.

ROÇA, R.O.[2011c] **Congelação**. Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP- Campus Botucatu. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca109.pdf> Acesso em: 04 dez. 2015.

ROÇA, R.O.[2011d] **Propriedades da Carne**. Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP- Campus Botucatu. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca107.pdf> Acesso em: 04 dez. 2015.

ROÇA, R.O.[2011e] **Composição Química da Carne**. Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP- Campus Botucatu.

Disponível em: < http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca102.pdf> Acesso em: 04 dez. 2015.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. 2.ed. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial/FCA/UNESP, 2001. 201p.

RUBENSAM, J.M.; FELÍCIO, P.E.; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, p.405-409, 1998.

SAINZ, R.D.; HASTING, E. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. In: MCNAMARA, J. P.; FRANCE, J.; BEEVER, D. E.(Ed). **Modeling nutrient utilization in farm animals.** New York: CABI, 2000. p.175-182.

SÁNCHEZ, L; BECERRA, J.J.; IGLESIAS, A.; MONSERRAT, L. Valoración del crecimiento en animals cruzados de Rubia Gallega con Nelore. Archivos de Zootecnia, v.54, n.206-207, p.498, 2005a.

SÁNCHEZ, L.; CARBALLO, J.A.; SÁNCHEZ, B.; MONSERRAT, L. Características de la canal y de la carne de machos Procedentes del cruce de Rubia Gallega con Nelore. Archivos de Zootecnia, v. 54, n.206-207, p.486, 2005b.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Varela, 1996, 517p.

SILVA, M.J.F.B.: **Rendimento da carcaça e características físicas da carne de animais cruzados entre as raças Rubia Gallega e Nelore**. 2011. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife.

SILVA, M.L.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J.; ORTEGA, E.M.M.; Efeito do cozimento na qualidade do musculo *Semitendinosus.* **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n.3, p. 441-445, 2007.

SILVEIRA, A.C. **Produção do novilho superprecoce.** In: A Produção Animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: FEALQ, 2001. 927p.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA- SNA [2015]. **Brasil será o maior produtor mundial de carne bovina em cinco anos, prevê Abiec.** Disponível em: <http://sna.agr.br/brasil-sera-o-maior-produtor-mundial-de-carne-bovina-em-5-anos-preve-abiec/ > Acesso em: 28 Jan. 2016.

STOEKER, B. J. Chromium. In: SHILS, M.E., OLSON, J.A., SHIKE, M., ROSS, A.C.(Ed.). **Modern nutrition in health and disease**. 9.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams, 1999. p.277-282.

TAYLOR, R.G.; GEESINK, G.H.; THOMPSON, V.F. et al. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1351-1367. 1995.

VARELA, A.; OLIETE, B.; MORENO, T. et al. Calidad de la carne de machos enteros y castrados de raza rubia gallega sacrificados con 24 meses. Archivos de Zootecnia, v. 52, n.199, p. 347-358, 2003.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; ARBOITE, M.Z. et. al. Características de carcaça e da carne de novilhos e novilhas superjovens, terminados com suplementação em pastagem cultivada. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.1, p.42–52, 2010.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; PACHECO, P.S. et al. Características da carcaça e da carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos, gerados por fêmeas de dois anos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1973-1982, 2002.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Aspectos quantitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Rev. Bras. Zootec**., v.29, p.1894-1901, 2000.

VINCENT, J.B. Mechanisms of Chromium Action: Low-Molecular-Weight Chromium-Binding Substance. **Journal of the American College of Nutrition**, v.18, p.6-12, 1999.

VINCENT, J.B. Relationship between glucose tolerance factor and low-molecular weight chromium-binding substance. **Journal of Nutrition**. v.124 (1), p.117-119, 1994.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E. et al. Evaluation of atributes that affect *Longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 2716-2728, 1990.

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

YANG, W. Z.; MOWAT, D.N.; SUBIYATNO, A. et al. Effects of chromium supplementation on early lactation performance of Holstein cows. **Canadian Journal of Animal Science**. v.76, p.221–230, 1996.

ZAKAMA, R.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Rev. Bras. Zootec**., v.37, p.350-357, 2008.

CAPÍTULO I

Desempenho e qualidade da carne de novilhas Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega suplementadas com cromo picolinato.

Romero Natália[1], Moreira Paulo[2], Polizel Neto Angelo[3], Faria Felipe[1], Dombroski Tiago[1]

[1] Universidade Federal do Mato Grosso, *Campus* Sinop, Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Sinop-Mato Grosso, Brasil. Correio Eletrônico: natalia_baldasso@hotmail.com
[2] Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Mato Grosso, *Campus* Sinop. Sinop- Mato Grosso, Brasil.
[3] Coordenação do Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Mato Grosso, *Campus* Sinop. Sinop- Mato Grosso, Brasil.

Resumo

Objetivou-se avaliar o desempenho, as características de carcaça e da carne de novilhas Nelore (NEL) e F1 Nelore x Rubia Gallega (NRG), suplementadas com adição de Cromo Picolinato (CrP). Foram avaliados 28 animais, que foram mantidos em dois piquetes contendo *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, separados conforme a suplementação (com e sem CrP). Para as análises físico-químicas foram coletadas amostras do músculo *Longissimus thoracis,* entre a 12° e 13° costelas, em que foram avaliadas as perdas por exsudação, pH, espessura de gordura, coloração, perdas por cocção, maciez e composição química. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x2 (dois grupos genéticos x dois tipos de suplementação). O grupo genético, apresentou diferenças para as variáveis peso corporal final, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça quente, com superioridade para os animais NRG (386,48 kg; 209,33 kg; 54,09 %) contra os animais NEL (378,59 kg; 203,93 kg; 53,85%). A nota para o acabamento de carcaça nos animais NRG foi menor que nos animais NEL (2,71 x 3,35). Para as características da carne houve menor espessura de gordura nos animais NRG (3,25 mm), do que nos animais NEL (7,84 mm) e as perdas por exsudação, foram maiores nos animais NRG quando comparadas aos animais NEL (9,45% x 5,68%). Novilhas NRG apresentam melhor desempenho e menor deposição de gordura quando comparadas aos animais NEL. A suplementação com CrP em nada influencia no desempenho de novilhas na fase de terminação e nas características de carcaça e de carne dos animais.

Palavras-chaves: análise físico-química, carcaça, crescimento, cruzamento, minerais

Summary

Performance and meat quality of Nellore and Rubia Gallega x Nellore heifers supplemented with chromium picolinate.

The objective of this study was to evaluate performance, carcass and meat characteristics of Nellore (NEL) and Rubia Gallega x Nellore (NRG) heifers supplemented with Cromium Picolinate (CrP). A total of 28 animals were kept in 2 paddocks containing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, separated according to supplementation (with and without CrP). For physical-chemical analysis were used samples from muscle *Longissimus thoracis*, collected between 12th and 13th ribs, which were evaluated drip losses, pH, fat thickness, color, cooking losses, tenderness and chemical composition. The statistical design adopted was completely randomized in a factorial scheme 2 x 2. The genetic group, showed differences for the body weight, hot carcass weight and dressing percentage, with superiority for NRG animals (386.48 kg, 209.33 kg; 54.09%) versus NEL animals (378.59 kg, 203.93 kg; 53.85%). The note to the fat cover in NRG animals was lower than in NEL animals (2.71 x 3.35). For meat traits were lower fat thickness in NRG animals (3.25 mm) than in NEL animals (7.84 mm), and drip losses were higher in NRG animals when compared NEL animals (9.45% vs. 5.68%). NRG heifers have a better performance and lower fat cover compared NEL animals. Supplementation with PCr not influencing the performance of heifers in the finishing phase and carcass and meat traits.

Key-words: carcass, crossing, growth, mineral, physicochemical analysis

Introdução

A qualidade da carne pode ser definida a partir das suas propriedades físico-químicas, que são determinadas por fatores inerentes ao indivíduo (genética, idade, sexo), à fazenda de origem (manejo alimentar, manejo geral), ao manejo pré-abate, abate e métodos de processamento da carcaça e da carne (Paulino et al., 2013).

A composição corporal e a quantidade de carne produzida na carcaça são fundamentais na determinação da eficiência biológica do animal. O crescimento de fêmeas bovinas diferencia-se dos machos, com diferença mais pronunciada na composição da carcaça, em razão das variações no processo de engorda. Novilhas atingem a maturidade mais cedo em comparação aos machos, portanto,

entram mais cedo na fase de engorda e apresentam menor peso de carcaça em comparação a novilhos (Berg & Butterfield, 1976).

Uma ferramenta importante para a produção da carne de qualidade é a utilização de diferentes genótipos e seus cruzamentos (Burrow et al. 2001). A raça Rubia Gallega é classificada como alta produtora de carne, com maturação tardia e carcaça curta, produzindo carcaças altamente musculosas e com uma baixa cobertura de gordura (Albertí et al., 2005).

O manejo alimentar dos animais irá determinar a sua eficiência produtiva. Os minerais que estão inclusos em pequenas quantidades na dieta, desempenham papel de grande importância no metabolismo animal. Micronutrientes minerais, como cromo (Cr), têm sido estudado por participar no metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas (Morais, 2001). Como participa no metabolismo energético, o cromo pode influenciar na formação da carcaça dos animais (Polizel Neto et al, 2009).

Experimentos com suplementação de Cr em suínos, bovinos, ovinos e aves têm demonstrado que o Cr melhora a qualidade da carcaça pelo aumento da quantidade de carne e decréscimo na quantidade de gordura (Pechová et al., 2002). Ainda existem relatos de melhora nos rendimentos de carcaça de animais e influência no pH final da carne, o que sugere que a suplementação com Cromo pode desempenhar papel na qualidade da carne (Luseba, 2005).

Sabendo que novilhas atingem a maturidade mais cedo e, portanto, cessam o crescimento muscular e iniciam a deposição de gordura precocemente, espera-se que, através do cruzamento com animais Rubia Gallega, e a suplementação com adição de Cromo Picolinato, sejam verificados melhores desempenhos e carcaças com maior musculosidade e baixa deposição de gordura. Assim como carnes com características dentro dos padrões de qualidade, e que atendam às necessidades de novos nichos de mercado, que buscam um alimento de alto valor nutritivo e com facilidades no seu preparo.

Assim, objetivou-se avaliar o desempenho, características de carcaça e as características físico-químicas da carne de novilhas precoce Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega, suplementadas com adição de Cromo Picolinato.

Materiais e métodos

Produção e manejo alimentar dos animais

O experimento foi realizado na Fazenda Calixbento, município de Nova Canaã do Norte, região norte do Mato Grosso, Brasil. Foram utilizadas 28 novilhas, com aproximadamente 14 meses de idade, sendo 14 animais da raça Nelore (NEL) e 14 animais mestiços F1 Rubia Gallega x Nelore (NRG). Cada grupo genético foi divido aleatoriamente de acordo com a suplementação mineral, sendo 14 animais (7 NEL e 7 NRG) suplementados com adição de Cromo Picolinato (CrP) e 14 animais (7 NEL e 7 NRG) suplementados sem adição de CrP. Os animais foram agrupados e mantidos em piquetes, contendo *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (dois piquetes de 24 hectares cada), providos de comedouros coletivos de nove metros de comprimento e bebedouro artificial coletivo. O suplemento utilizado foi composto de 75% de milho moído, 20% de farelo de soja, e 5% de núcleo mineral (Quadro 1).

O período experimental foi de 14 de Fevereiro de 2013 a 07 de junho de 2013, na fase de terminação (421 a 530 dias de idade - 110 dias de experimento), com suplementação de 0,5% do peso corporal/dia, sendo os animais abatidos com aproximadamente 18 meses.

Desempenho e características de carcaça

Para a avaliação de desempenho, todos os animais (n=28) foram pesados no início do período de terminação, em que foi obtido o peso corporal inicial (PCI), e a cada 28 dias, para o ajuste da suplementação, sendo previamente submetidos a jejum alimentar de 12 horas, em balanças individuais (Filizola com capacidade para 1000 kg), sendo determinado posteriormente o ganho médio diário (GMD), o peso corporal final (PCF) e o ganho de peso total (GT) nesse período.

Todos os animais (n=28) foram abatidos em um matadouro frigorífico, sob Serviço de Inspeção Federal (SIF), no município de Colíder, Mato Grosso. No dia do abate, todas as carcaças quentes foram avaliadas subjetivamente quanto a cobertura de gordura/acabamento e, ao final da linha de abate, foi realizada a pesagem da carcaça quente (PCQ).

Na avaliação de acabamento foi estimada subjetivamente a quantidade de gordura na carcaça, e também foram atribuídos escores de 1 a 5: ausência total de gordura ou magra (1), gordura escassa com 1 a 3 mm (2), gordura mediana com 3 a 6 mm (3), gordura uniforme com 6 a 10 mm (4) e gordura excessiva com mais 10 mm (5) (BRASIL, 2004).

Para a determinação do rendimento de carcaça quente (RCQ), utilizou-se o peso de carcaça quente (PCQ), obtido antes da entrada da carcaça para a câmara fria, dividido pelo peso corporal em jejum, tomado no dia anterior ao abate (peso de carcaça quente/peso corporal pré-abate*100).

Características físico-químicas da carne

Seguindo o fluxo normal da indústria, no momento da desossa foram coletadas, em duplicata, entre a 12ª e 13ª costelas, amostras do contrafilé (*Longissimus thoracis)*, para cada animal. As amostras foram então embaladas a vácuo, identificadas e congeladas em *freezer* (-18°C). As análises referentes às características físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia da Carne e no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Mato Grosso, *campus* Sinop.

- Perdas por exsudação

Para realização das análises, as amostras foram primeiramente descongeladas sob refrigeração (2±2°C) durante um período de 24 horas. Após o período de descongelamento as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de quatro dígitos, com embalagem e sem embalagem, sendo posteriormente, as embalagens limpas e secas pesadas também, no intuito de verificar as perdas por exsudação ao descongelamento, através da diferença de pesos encontradas e obtendo-se assim o percentual de perdas.

- Avaliação do pH

Para medidas de pH, utilizou-se um peagâmetro-termômetro digital portátil (SERTON® modelo 1001, com o sensor ISFET - "Ion Sensitive Field Effect Transistor"), sendo este inserido no centro

geométrico das amostras, após completo descongelamento destas. Aguardou-se até completa estabilização e aferiu-se assim os valores referentes.

- Avaliação da Espessura de Gordura (EG)

Para mensuração da EG, fez-se uso de um paquímetro digital (KING TOOLS®) e as medidas foram aferidas no terço lateral da porção da amostra, após completo descongelamento destas.

- Coloração

Para aferição da coloração, as amostras foram previamente retiradas das embalagens e expostas ao ambiente durante 30 minutos, para oxigenação das mesmas. Foi realizada utilizando-se colorímetro (Minolta Modelo CR-410), em que os parâmetros avaliados foram L*, a* e b* do sistema CIElab onde L* representa a luminosidade, a* intensidade de vermelho e b* intensidade do amarelo. Foram tomadas três medidas em pontos distintos por amostra, sendo obtida as médias destes valores, conforme Honikel (1998).

- Perdas por cocção

As amostras, que já haviam sido pesadas previamente, foram inseridas com um termômetro digital tipo espeto, da marca Asko, e estas foram submetidas à cocção em *grill* elétrico, até atingirem a temperatura de 40 ºC, quando foram invertidas. Quando as mesmas atingiram a temperatura de 71°C foram retiradas. Foram então mensuradas as perdas por cocção em porcentagem, como proposto por Wheeler et al. (1997), pela relação da diferença do peso inicial e final.

- Força de Cisalhamento

Depois de tomados os pesos finais, as amostras foram embaladas com papel filme e armazenadas sob refrigeração a 2±2°C, durante 24 horas. Após o período de refrigeração, foi realizada a retirada de 10 cilindros de carne, por amostra, com 12mm de diâmetro, utilizando uma furadeira de bancada, no intuito de garantir confiabilidade e precisão aos resultados. Os cilindros foram utilizados para a análise da maciez, através do texturômetro mecânico (TA XT-Plus Texture Analyser 2i, marca Stable Micro System (UK)), munido com acessório de *Warner-Bratzler*, com capacidade de 25 kg e velocidade do seccionador de 20 cm /min., por meio do qual obteve-se a força de cisalhamento das amostras, segundo metodologia proposta por Wheeler et al. (1995).

- Composição Química

Os bifes que foram reservados para as análises químicas, foram descongelados sob refrigeração (2±2°C) durante 24 horas e, após este período, foram trituradas em multiprocessador, com lâmina de aço inoxidável, para obtenção de subamostras. Foram obtidos os percentuais de umidade, matéria mineral e extrato etéreo, através de metodologias baseadas nas recomendações da Association of Official Analytical Chemists – A.O.A.C. (2007). Para quantificação de proteína bruta utilizou-se a metodologia de Kjeldahl.

Análise Estatística

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 2 x 2 (dois grupos genéticos x dois tipos de suplementação). Os dados obtidos foram analisados em modelo linear, pelo PROC GLM do SAS System® (SAS, 2002), incluindo o peso corporal inicial (PCI) como covariável, a adotando o erro Tipo I na análise de variância, e para a comparação das médias foi utilizado o Test F e diferente quando P<0,05.

Resultados e discussão

O peso inicial dos animais (PCI) na fase de terminação foi ajustado para 322 kg (347,6 kg para NRG e 296,4 kg para NEL; 316,6 kg S/Cr e 327,36 kg C/Cr). Ao avaliar os resultados encontrados para as características de carcaça e desempenho produtivo dos animais é possível observar que não há efeito de interação (P>0,05) entre os grupos genéticos envolvidos e o manejo alimentar (GG X MA) (Quadro 2).

A suplementação com Cromo Picolinato não influenciou (P>0,05) em nenhuma das variáveis estudadas para o desempenho dos animais e características de carcaça na fase de terminação. Diferindo dos encontrados por Moreira et al. (2011), que ao estudarem novilhas Nelore e novilhas ½ sangue taurino, suplementadas com cromo, encontraram maiores pesos vivo finais (313Kg x 302kg) para as

novilhas que foram suplementados. Assim como Polizel Neto et al. (2009), que trabalharam com bovinos jovens (Nelore e F1 Bragus x Nelore), castrados, suplementados com Cromo na fase de terminação, e encontraram maiores médias para ganho médio diário (494 g x 420 g), peso de carcaça quente (238 kg x 231 kg) e rendimento de carcaça quente (52,9 % e 51,2 %) para os animais recebendo suplementação com adição de cromo.

No entanto alguns trabalhos demonstram resultados semelhantes ao encontrado no presente estudo, como Swanson et al. (2000) que suplementaram novilhas de corte em crescimento por seis semanas com 100, 200 ou 400 mg de Cr/kg/MS da dieta, e não verificaram efeitos no ganho de peso diário e eficiência de ganho. Faria (2015), que trabalhou com garrotes castrados Nelore e F1 Rubia Gallega x Nelore, recebendo suplementação com adição de Cromo Picolinato na fase de terminação, também não encontrou nenhuma diferença no desempenho dos animais e nas características de carcaças quando comparados aos animais que não foram suplementados com adição de cromo. Montemór & Marçal (2009) citaram que o desempenho em ganho de peso é um parâmetro frequentemente avaliado em animais suplementados com Cr e os resultados encontrados na literatura são muito diferentes. Segundo os mesmos, alguns autores têm encontrado efeito da suplementação do Cr sobre o desempenho de bovinos, principalmente quando estes estão submetidos ao estresse, demonstrando que, para animais em conforto ambiental, a maior parte dos trabalhos encontrados na literatura, não observaram efeitos da suplementação. É provável, que no presente estudo, não foi encontrado efeito da suplementação com Cromo, pois as novilhas estavam na fase de terminação e já haviam atingido o seu máximo crescimento muscular e, portanto, já haviam cessado o desenvolvimento deste tecido, assim como também, as condições de manejo e suplementação recebidos pelas novilhas eram satisfatórias, e por isso estas não eram submetidos a fontes significativas de estresse.

Quanto ao grupo genético, os animais NRG apresentam maiores médias quando comparadas aos animais NEL, quanto ao peso corporal final (PCF) (386,48 kg x 378,59 kg), peso de carcaça quente (PCQ) (209,33 kg x 203,93 kg) e rendimento de carcaça quente (RCQ) (54,09 % x 53,86 %), estando de

acordo com o encontrado por Albertí et al. (2005), que ao analisarem sete raças de corte da Espanha, demonstraram que a Raça Rubia Gallega tendeu a ter carcaças maiores, com pesos de abate mais elevados do que as outras raças.

Sánchez et al. (2005a), foram os primeiros a publicar os estudos realizados no Brasil comparando animais mestiços F1 Rubia Gallega x Nelore, com animais Nelore. Esses autores trabalharam com machos, criados a pasto com suplementação e abatidos com aproximadamente 22 meses de idade, e encontraram um incremento de aproximadamente 2,69 pontos percentuais no rendimento de carcaça dos animais cruzados, e verificaram ainda maiores médias de pesos vivos e área de olho de lombo, comprovando a maior musculosidade da raça Rubia Gallega em relação à Nelore. Palhari (2014), trabalhou com garrotes Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega, suplementados com cromo, e encontrou maiores médias de PCQ para animais NRG (262,1 kg), do que para animais NEL (247,6 kg).

Sánchez et al. (2005b), citam que o cruzamento realizado entre animais Rubia Gallega e Nelore, foi realizado a fim de combinar as qualidades de rusticidade e adaptação a ambientes hostis da raça Nelore, com a característica de especialidade em produção de carne da raça Rubia Gallega. O estudo realizado pelos autores, indicou que a raça Rubia Gallega cruzada com Nelore, incrementa o crescimento, inclusive superior ao encontrado no cruzamento com outras raças europeias especializadas em produção de carne. No entanto, os autores mencionam que apesar dos resultados terem sido positivos, é necessário que mais estudos sejam feitos, em diferentes condições de manejo e ambiente.

A média das notas atribuídas para o acabamento dos animais NRG foi menor (2,71), quando comparadas com os animais NEL (3,35). Sánchez et al. (2005a), também encontraram menor cobertura de gordura nos animais cruzados, demonstrando a influência da maturidade tardia da raça Rubia Gallega, que é de origem europeia continental. Estes resultados confirmam o que foi citado por Brea et al., 1998, que afirmam que a raça apresenta como característica uma elevada taxa de crescimento, maturidade tardia e um baixo desenvolvimento de tecido adiposo. Varela et al. (2003), explica que a raça é de maturidade tardia e com uma baixa deposição de gordura na idade de abate de novilhos, que são animais

jovens, semelhante ao realizado no presente estudo, onde os animais foram abatidos com aproximadamente 18 meses.

Para as características físicas da carne não foram notados efeitos de interação entre grupo genético e manejo alimentar estudados (P>0,05). É possível observar também que a suplementação com adição de cromo picolinato não proporcionou diferença (P>0,05) em nenhuma das variáveis relacionadas às características físicas da carne (Quadro 3), similar ao encontrado por Polizel Neto et al. (2009), que ao estudarem a qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 Brangus x Nelore suplementados com cromo, não encontrou diferenças quanto as características da carne dos animais que receberam cromo na suplementação. Discordando do proposto por Luseba (2005), que ao obter influência da suplementação no pH final da carne, sugeriu que o Cromo poderia desempenhar papel na qualidade da carne.

Quanto ao grupo genético, é possível observar a presença de diferenças nas variáveis espessura de gordura (EG) (P= 0,001), e perdas por exsudação (PE) (P=0,03) (Quadro 3).

A média encontrada para o pH foi de 5,5, valor dentro do esperado para se obter uma carne de qualidade, que deve situar-se entre 5,5 e 5,8 para as carcaças 24 horas post mortem (Roça, 2001). O pH 6,0 tem sido considerado como linha divisória entre o corte normal e o "dark-cutting", que é o corte característico da carne DFD (dark, firm and dry), uma carne escura consistente e não exsudativa (Roça, 2011a).

A EG é 2,4 vezes maior nos animais pertencentes ao grupo genético NEL (7,84 mm), do que nos animais NRG (3,25 mm). Faria (2015), que trabalhou com bovinos machos, não castrados, dos grupos genéticos Nelore e F1 Rubia Gallega x Nelore, abatidos com até 18 meses de idade, também encontrou diferenças para EG, com os animais NEL apresentando média 2,48 vezes maior que os animais NRG, sendo os valores de 4,64 mm para NEL contra 1,87 mm para NRG. Em bovinos, é importante que o animal tenha uma espessura de gordura subcutânea (EGS) mínima de 2,5 a 3 mm para proteger a carcaça do resfriamento (Bridi & Constantino, 2009). Dias (2006), sugere que novilhos ideais devem apresentar acabamento entre 3 e 6 mm, exigidos pelo mercado consumidor. Estas referências demonstram que os animais NRG, avaliados neste estudo, estão dentro dos valores preconizados pelos

autores e os animais da raça Nelore apresentaram acabamento acima daqueles que são preconizados, sendo assim, poderiam ter sido abatidos anteriormente.

As perdas por exsudação (PE) foram maiores nos animais do grupo NRG (9,45%) do que aquelas encontradas no grupo NEL (5,68%). A literatura tem apresentado valores bastante distintos com relação às perdas por exsudação após o descongelamento da carne bovina. Alguns estudos indicaram que os valores têm se situado entre 3,29 e 11,45 % (Vaz & Restle, 2000; Costa et al. 2002; Arboite et al. 2004; Zakama et al. 2008).

Segundo (Roça, 2011b), diversos fatores podem influenciar na maior ou menor capacidade de retenção de água da carne, entre eles a gordura intermuscular, que funciona como uma barreira contra a perda do exsudato muscular. Apesar da capacidade de retenção de água estar mais relacionada com as perdas por cocção, no presente estudo, provavelmente levou a influencias nas perdas por exsudação, já que animais do grupo NRG apresentaram menor quantidade de gordura, o que pode ter influenciado nas maiores perdas de exsudato. Ainda pode ter ocorrido influência da forma de congelamento, pois foi utilizado um congelador convencional que apresenta uma congelação lenta, sendo esta prejudicial, pois leva a maiores perdas de exsudato. Apesar disto esta variável não prejudicou outros parâmetros de qualidade como pH e maciez.

A força de cisalhamento apresentou uma média de 4,53 kgf. Diferentes valores são encontrados para a força de cisalhamento quanto aos limites de maciez (Silva et al., 2007). De acordo com Alves et al. (2005), a carne com maciez aceitável pode ser definida como aquela que apresenta força de cisalhamento inferior a 4,5 kgf. O valores encontrados estão dentro do limite proposto pelo autor.

Para coloração da carne não foram verificadas diferenças. No espaço L* (luminosidade), a média foi de 35,34, valor que está dentro do recomendado por alguns autores (Abularach et al. 1998; Muchenje et al. 2009), entre 33,2 e 41. O espaço a* (intensidade da cor vermelha), apresenta média de 15,17, estando dentro dos valores de referência, que são entre 11,1 a 23,6, o que demonstra que a carne dos animais pesquisados é visualmente atrativa (Abularach et al. 1998; Muchenje et al. 2009). No entanto o

espaço b* (intensidade da cor amarela), apresentam valores inferiores ao recomendado pelos mesmos autores, que é entre 3,40 e 11,3, provavelmente por apresentar pouco marmoreio, já que o animais foram abatidos jovens, não havendo deposição de gordura intramuscular, que segundo Sainz & Hasting (2000), é a última a ser depositada. Além disso, animais de raças zebuínas e continentais apresentam baixa capacidade de deposição de gordura de marmoreio quando comparados a animais de raças de origem britânica (Restle et al. 2001).

Tanto os grupos genéticos como os tratamentos não apresentaram diferenças significativas quanto a composição química da carne (Quadro 4). De acordo com Roça (2011c), a carne magra apresenta em torno de 75% de água, 21 a 22% de proteína, 1 a 2% de gordura e 1% de minerais. Nota-se que todos os valores estão próximos àqueles citados pelo autor, porém é possível perceber uma alta quantidade de proteína, tornando-as carnes desejáveis por serem de alto valor nutritivo, pois, segundo Roça (2011c), as proteínas de origem animal possuem, devido à sua composição em aminoácidos, um valor biológico mais elevado que as proteínas de origem vegetal, sendo esta uma característica positiva da carne.

Conclusões

O cromo picolinato não influencia no desempenho da fase de terminação, nas características de carcaça e características físico-químicas da carne de novilhas Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega, os animais do grupo genético F1 Nelore x Rubia Gallega apresentam um melhor desempenho para peso corporal final, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça quente com menor deposição de gordura, em relação aos Nelore.

Bibliografia

Abularach M.L.S., Rocha C.E., Felicío P.E. 1998. Característica de qualidade do contra filé (*m. L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. Ciência e Tecnologia de Alimentos 18(2): 205-210.

Albertí P., Ripoll G., Goyache, F. et al. 2005. Carcass characterization of seven Spanish beef breeds slaughtered at two comercial weights. Meat Science 71: 514–521.

Alves D.D., Tonissi R.E., Goes E.B., Mancio A.B. 2005. Maciez da carne bovina. Ciência Animal Brasileira 6(3): 135 -149.

Arboitte M.Z., Restle J., Alves Filho D.C. et al. 2004. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *longissimus dorsi* de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. Revista Brasileira de Zootecnia 33: 959-968.

Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). 2007. Official methods of analysis, current through revision 2. 18th ed. Gaithersburg, MD, 1 v.

Berg R.T., Butterfield R.M. 1976. New concepts of cattle growth. Sydney: Sydney University Press, 240p.

Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 4 de Maio de 2004. Sistema Brasileiro de Classificação de Carcaças de Bovinos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 mai. 2004. Seção 1.

Brea, T.; García, J.; Monserrat, L; Sánchez, L.; Carballo, J.A. 1998 Modelización, crecimiento y rendimiento potencial de machos y hembras de raza Rubia Gallega. Memoria CIAM 94-96. Xunta de Galicia: Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria, p.313-329.

Bridi A.M., Constantino C. 2009. Qualidade e avaliação de carcaças e carnes bovina**.** Em: Arquivos do Grupo de Pesquisa em Análise de Carne- Universidade Estadual de Londrina. www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/Qualidade%20e%20Avaliacao%20de%20Carcacas%20e%20Carnes%20Bovinas.pdf 18p; Consulta em Dezembro de 2015.

Burrow H.M., Moore S.S., Johnston D.J. et al. 2001. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture 41: 893-919.

Costa E.C., Restle J., Brondani I.L. et al.2002. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo longissimus dorsi de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. Revista Brasileira de Zootecnia 31:417- 428.

Dias F. 2006. Impacto do aumento de peso e acabamento da carcaça sobre os custos de processamento e valor comercial da carne de bovino. Em: II Seminário de Revisão dos Critérios de Seleção das Raças Zebuínas, Uberaba, 2006. http://www.assocon.com.br/pdf/pdf_assocon3.pdf 42p; Consulta em Janeiro de 2016.

Faria F.F. 2015. Características da Carne de Novilhos Nelore e F1 Rubia Gallega x Nelore Suplementados com Cromo Picolinato. [Dissertação de Mestrado em Zootecnia] Sinop, Mato Grosso, Brasil: Universidade Federal do Mato Grosso, *Campus* Sinop. 51p.

Honikel, K.O.1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science, v. 49, n. 4, p. 447-457, 1998.

Luseba D. 2005 Effect of selenium and chromium on stress level, growth performance selected carcass characteristics an mineral status of feedlot cattle. [These Doctor of Philosophy in Veterinary Science] Pretoria, South Africa: Faculty of Veterinary Science, University of Pretoria. 214p.

Montemor C. H., Marçal W. S., Moraes S. S.2009. Desempenho de bovinos da raça nelore suplementados com cromo orgânico. Semina: Ciências Agrárias, 30 (3):701-708.

Morais S.S. 2001.Novos microelementos minerais e minerais quelatados na nutrição de bovinos. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte (Documentos, 119) 11p.

Moreira P.S.A., Berber, R.C.A., Lourenço, F.J. et al. 2011. Atividade reprodutiva e desempenho produtivo de novilhas nelore taurino submetidas a suplementação com cromo orgânico. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 12(2): 491-499.

Muchenje V., Dzama K., Chimonyo M. et al. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. Food Chemistry 112(2): 279-289.

Palhari C. 2014 Desempenho e Qualidade de Carcaça de Garrotes Nelore e F1 Rubia Galega x Nelore Suplementados com Cromo Picolinato. [Dissertação de Mestrado em Zootecnia] Sinop, Mato Grosso, Brasil: Universidade Federal do Mato Grosso, *Campus* Sinop. 50p.

Paulino P.V.R, Duarte M.S., Oliveira I. M., 2013. Aspectos zootécnicos determinantes da qualidade de carne. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES. Anais eletrônicos. Bahia: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira, Itapetinga. http://www.uesb.br/eventos/simposio_ruminantes/arquivos/ANAIS-II-SBPR.pdf 216p; Consulta Novembro de 2015.

Pechová A., Illek J., Indelá M., Pavlata, L. 2002. Effects of chromium supplementation on growth rate and metabolism in fattening bulls. Acta Veterinaria Brno 71 (4): 535-541.

Polizel Neto A.; Mendes Jorge, A.; Moreira P.S.A. et al. 2009. Desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 Brangus × Nelore recebendo suplemento com cromo complexado à molécula orgânica na terminação a pasto. Revista Brasileira de Zootecnia 38(14):737-745.

Restle, J.; Cerdótes, L.; Vaz, F.N. et al. 2001. Características da carcaça e da carne de novilhas e vacas de descarte Charolês, terminadas em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia 30 (3):1065-1073.

Roça R.O. 2011a. Modificações Post-Mortem. Em: Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP- Campus Botucatu. http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca105.pdf 16p; Consulta em Outubro de 2015.

Roça R.O. 2011b. Propriedades da Carne. Em: Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP - Campus Botucatu. http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca107.pdf 10p; Consulta em Dezembro de 2015.

Roça R.O. 2011c. Composição Química da Carne. Em: Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP- Campus Botucatu.

http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca102.pdf 12p; Consulta em Dezembro de 2015.

Roça, R.O. 2001. Tecnologia da carne e produtos derivados. 2.ed. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial/FCA/UNESP. 201p.

Sainz, R. D.; Hasting, E. 2000. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. In: Mcnamara, J. P.; France, J.; Beever, D. E. Modeling nutrient utilization in farm animals. New York: CABI. p.175-182.

Sánchez L., Carballo J.A., Sánchez B., Monserrat L. 2005a. Características de la canal y de la carne de machos Procedentes del cruce de Rubia Gallega con Nelore. Archivos de Zootecnia 54 (206-207): 485-489.

Sánchez, L; Becerra, J.J.; Iglesias, A.; Monserrat, L. 2005b. Valoración del crecimiento en animals cruzados de Rubia Gallega con Nelore. Archivos de Zootecnia 54(206-207):498.

Silva, M. L., Contreras-Castillo C. J., Ortega E.M.M. 2007. Efeito do cozimento na qualidade do musculo *Semitendinosus.* Ciência e Tecnologia de Alimentos 27(3): 441-445.

Statistical Analysis System. 2002. The SAS system for Windows release 9.0. Cary, NC: SAS Institute. 1 CD-ROM.

Swanson K. C., Harmon D. L., Jcquesa K. A., Larson B. T., Richards C. J., Bohnert, D. W., Paton S. J. 2000. Efficacy of chromium-yeast supplementation for growing beef steers. Animal Feed Science and Technology 86 (1/2):95- 105.

Vaz F.N., Restle J. 2000. Aspectos quantitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. Revista Brasileira de Zootecnia 29:1894-1901.

Wheeler, T.L., Shackelford, S.D.; Johnson, L.P. et al. 1997. Comparison of Warner- Bratzler shear force assessment within and among institutions. Journal of Animal Science 75:2423-2432.

Wheeler T.L., Koohmaraie M., Shackelford S.D.1995. Standardized Warner-Bratzler shear force procedure for meat tenderness measurement. Clay Center: Roman L Hruska U. S. MARC. USDA, 7p.

Zakama R., Zeoula L.M., Prado I.N. et al. 2008. 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 37: 350-357.

Quadro 1. Níveis de garantia do suplemento mineral proteico fornecido na fase de terminação.

Item	Níveis de garantia por kg de suplemento fornecido
Proteína (%)	16,00
Extrato Etéreo (%)	2,93
Fibra Bruta (%)	2,20
Cinzas (%)	10,07
Cálcio (%)	2,95
Fósforo (%)	1,00
FDA (%)	4,05
NDT (%)	77,83
Sódio (%)	1,12
Magnésio (%)	0,30
Enxofre (%)	0,28
Cobre (mg/kg)	87,49
Manganês (mg/kg)	48,10
Zinco (mg/kg)	262,24
Cobalto (mg/kg)	7,45
Iodo (mg/kg)	4,08
Selênio (mg/kg)	0,55
Flúor (mg/kg)	80,81
Nitrogênio Não Proteico (%)	0,80
NNP equiv. em Proteína (%)	5,03
Cromo Picolinato* (mg/kg)	0,50

Fase terminação: fornecido 0,5% de peso corporal.
*Tratamento controle: Exceção da adição de cromo picolinato.

Quadro 2. Médias e erros padrão médios (EPM) do desempenho e das características de carcaça de novilhas Nelore (NEL) e F1 Nelore x Rubia Gallega (NRG), suplementadas ou não com Cromo Picolinato.

Variáveis	Grupo Genético (GG)		Manejo Alimentar (MA)			*P*		
	NRG	NEL	S/Cr	C/Cr	EPM	GG	MA	MA^{x}GG
PCI (kg)	322,00	322,00	322,00	322,00	-	-	-	-
PCF (kg)	386,48±4,77	378,59±2,70	382,93±8,17	382,13±7,63	5,54	<0,0001	0,13	0,36
GT(kg)	64,48±3,55	56,59±3,55	60,93±2,20	60,13±2,20	1,57	0,76	0,38	0,08
GMD (kg/dia)	0,56±0,03	0,49±0,03	0,53±0,01	0,52±0,01	0,01	0,75	0,38	0,08
PCQ (kg)	209,33±2,13	203,93±2,13	208,13±1,32	205,13±1,32	3,46	<0,0001	0,17	0,98
RCQ (%)	54,09±0,55	53,85±0,55	54,31±0,34	53,63±0,34	0,25	0,01	0,32	0,41
Acabamento*	2,71±0,21	3,35±0,21	3,08±0,13	2,98±0,13	0,09	0,01	0,69	0,69

PCI, PCF, GT, GMD, PCQ e RCQ –peso corporal inicial, peso corporal final, ganho de peso total, ganho médio diário, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça quente. *Escore 1-5.

Quadro 3. Médias e erros padrão médios (EPM) das características físicas da carne de novilhas Nelore (NEL) e F1 Nelore x Rubia Gallega (NRG), suplementadas ou não com Cromo Picolinato.

Variáveis	Grupo Genético (GG)		Manejo Alimentar (MA)			*P*		
	NRG	NEL	S/Cr	C/Cr	EPM	GG	MA	MAxGG
pH	5,44±0,05	5,48±0,05	5,44±0,03	5,48±0,03	0,02	0,38	0,40	0,98
EG (mm)	3,25±0,72	7,84±0,72	5,81±0,44	5,28±0, 44	0,38	0,0006	0,90	0,46
PE (%)	9,45±0,89	5,68±0,94	7,86±0,57	7,26±0,58	0,41	0,03	0,18	0,68
PC (%)	19,28±1,63	19,67±1,73	18,65±1,06	20,29±1,07	0,69	0,33	0,18	0,24
FC (Kg)	4,54±0,49	4,51±0,49	4,43±0,31	4,62±0,31	0,20	0,88	0,67	0,60
CC (L*)	36,79±0,75	33,90±0,75	35,00±0,46	35,69±0,46	0,33	0,09	0,62	0,31
CC (a*)	15,59±0,72	14,76±0,72	15,61±0,45	14,74±0,45	0,30	0,19	0,16	0,40
CC (b*)	1,97±0,54	2,78±0,54	2,57±0,33	2,19±0,33	0,22	0,20	0,47	0,52

EG, PE, PC, FC, CC (L*, a* e b*) – espessura de gordura, perdas por exsudação, perdas por cocção, força de cisalhamento, coloração da carne nos espaços L* (luminosidade), a* (vermelho) e b* (amarelo).

Quadro 4. Médias e erros padrão médios (EPM) da composição química da carne de novilhas Nelore e F1 Nelore x Rubia Gallega suplementadas ou não com Cromo Picolinato.

Variáveis (%)	Grupo Genético (GG)		Manejo Alimentar (MA)			*P*		
	NRG	NEL	S/Cr	C/Cr	EPM	GG	MA	MAxGG
Umidade	74,08±0,40	74,18±0,40	73,86±0,25	74,41±0,25	0,16	0,86	0,11	0,88
Matéria Mineral	1,09±0,03	1,06±0,03	1,08±0,02	1,08±0, 02	0,01	0,51	0,90	0,68
Extrato Etéreo	1,35±0,40	1,54±0,40	1,35±0,25	1,53±0,25	0,16	0,46	0,63	0,51
Proteína Bruta	24,77±0,80	26,07±0,85	25,43±0,52	25,41±0,49	0,31	0,60	0,76	0,88