

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

CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE BOVINOS SUPLEMENTADOS NO PERÍODO
DAS AGUAS E TERMINADOS EM CONFINAMENTO E EM PASTO

QUÉZIA PEREIRA BORGES DA COSTA

Tese apresentada como parte das exigências
para obtenção do título de Doutor do Curso de
Doutorado do Programa de Pós-graduação em
Zootecnia

Botucatu - SP
Janeiro – 2013

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

CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE BOVINOS SUPLEMENTADOS NO PERÍODO
DAS AGUAS E TERMINADOS EM CONFINAMENTO E EM PASTO

QUÉZIA PEREIRA BORGES DA COSTA
Médica Veterinária

Orientador: Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça
Co-orientador: Dr. Marcelo Henrique de Faria

Tese apresentada como parte das exigências
para obtenção do título de Doutor do Curso de
Doutorado do Programa de Pós-graduação em
Zootecnia

Botucatu - SP
Janeiro – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C838c Costa, Quêzia Pereira Borges da, 1982-
Características da carne de bovinos suplementados no período das águas e terminados em confinamento e em pasto / Quêzia Pereira Borges da Costa. - Botucatu : [s.n.], 2012 iv, 48 f. : tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2012

Orientador: Roberto de Oliveira Roça
Co-orientador: Marcelo Henrique de Faria
Inclui bibliografia

1. Ácidos graxos. 2. Carne - Cor. 3. Carne - Qualidade. 4. Ion hidrogênio. 5. Nelore (Zebu). I. Roça, Roberto de Oliveira. II. Faria, Marcelo Henrique de. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

A Deus Pai, suas misericórdias se renovam a cada manhã e duram para sempre.

A Jesus Cristo, a Salvação e o alvo da Vida.

Ao Espírito Santo que consola e restaura.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Dorival e Zane, por suas orações, seu amor, apoio, incentivo e afeto.

Ao meu irmão Dorival e esposa Patrícia, pela amizade e orientação.

Ao meu irmão Ibraim, pelo estímulo e confiança.

À Erika, companheira de uma das minhas várias repúblicas, pela amizade.

À Denise e Sandra, companheiras de república, pela amizade e apoio num momento de transição.

À Giulianna, também companheira de república, além de parceira de doutorado, pela amizade, ajuda e orientações.

À Natalia e Uysa, companheiras da minha última república, pela amizade e pelo cuidado.

À família Dorival e Silvia Angella, posso considerar parte de minha família.

À família Walter e Enid pelo enorme carinho, zelo e aconchego, á sua filha Priscila, pela amizade e fraternidade.

Aos amigos da igreja Pedrão, Aline, Thomas, Fernanda, Mari, Raquel, Elzi, Denise, Jenny, Patrícia e Pedro Neto, Pr. Reginei, pelos momentos maravilhosos e conselhos.

Às amigas das reuniões de oração as segundas feiras, pelo sustento espiritual, tornaram esta jornada muito mais alegre.

Ao amigo Ernani, pela disposição em ajudar, orientação e lógico pelos momentos alegres.

A todos os companheiros de doutorado, Aurélia, Giulianna, Natalia, Ana Beatriz, Nara, Carol Toledo, Erico, Lucio e Ana, Cleise, Carol Miranda, Angelo pela ajuda, amizade, momentos de trabalho divertidos.

Aos estagiários que me ajudaram nas análises no laboratório e em frigorífico, como Erika, Juliana, Maria Angélica, Vanessa, Pamela pela ajuda e amizade.

À galera do Rugby Feminino Sanguenuzoio, Carla, Selene, Denise, Andreza e todas as outras, pelos 3^º. tempos, amizade, com certeza foram um marco na minha vida.

À amiga Carla, pelos passeios e eventos em Botucatu, uma vida cultura e conversas evoluídas ou não.

Aos amigos de Botucatu, Luzia, Janaina, Rodrigo, Luiz, Estela e Talita, pelos momentos assistindo futebol, baladas e tantos outros eventos.

Às amigas Renata e Daniele que mesmo a distancia sempre me animaram.

Ao doutorando Matheus Henrique Moretti, pelo cuidado aos animais no experimento.

Ao pesquisador Marcelo Henrique de Faria, pela orientação.

Aos pesquisadores da APTA de Colina/SP, Flávio Dutra de Resende e Gustavo Rezende Siqueira, pelo apoio.

Ao prof. André Mendes Jorge pela participação e correções feitas na tese de qualificação.

À profa. Cyntia Ludovico Martins pela participação e correções feitas na banca de qualificação e defesa de tese.

Aos professores Heraldo César Gonçalves, Victor Cruz Rodrigues e Angélica Simone Cravo Pereira pela participação e correções feitas na banca de defesa de tese.

Ao prof. Roberto de Oliveira Roça, pela paciência, orientação, ensinamentos e amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Produtos de Origem Animal da FCA/UNESP/Botucatu, João, Cecília, Wilson, Nilton e Cida pela ajuda.

Aos funcionários da FMVZ/UNESP/Botucatu, Seila e Carlos, pela atenção e colaboração.

À Capes pela concessão da Bolsa de Doutorado e à FAPESP pelo auxílio financeiro.

A todos que colaboraram na realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	01
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	02
Introdução.....	02
Revisão de Literatura.....	03
Características das forrageiras tropicais.....	03
Suplementação de animais em pasto.....	05
Características da carne.....	07
Referências Bibliográficas.....	10
CAPÍTULO 2.....	16
CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE BOVINOS SUPLEMENTADOS NO PERÍODO DAS AGUAS E TERMINADOS EM PASTO.....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	20
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	28
Referências.....	28
CAPÍTULO 3.....	32
CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE BOVINOS SUPLEMENTADOS NO PERÍODO DAS AGUAS E TERMINADOS EM CONFINAMENTO.....	33
Resumo.....	33
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	39
Conclusões.....	44
Referências.....	44
CAPÍTULO 4.....	47
IMPLICAÇÕES.....	48

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Introdução

A pecuária de corte brasileira caracteriza-se por sistema de produção extensivo em regime alimentar de pastagens na qual aproximadamente 80% dos bovinos são zebuínos, principalmente da raça Nelore (EUCLIDES FILHO & EUCLIDES, 2010).

Os produtores buscam melhorar a produtividade da propriedade pelo aumento da rentabilidade, agregando valor ao produto final e abatendo os animais jovens em torno de 24 meses de idade, para isso, faz-se necessário a intensificação do sistema de produção.

Uma das alternativas para se intensificar esse sistema de produção é fazer a suplementação dos animais criados a pasto, pois a alimentação apenas com a pastagem tropical não proporciona o máximo de ganho de peso referente ao potencial genético do animal (CORREIA, 2006).

A utilização da suplementação no período das águas proporciona o aumento da taxa de lotação do pasto, evitando que as forrageiras tenham seu valor nutritivo diminuído pela redução do teor de proteína bruta devido à sua alta taxa de crescimento nesse período (REIS et al., 2004).

Um sistema de produção intensivo garante bom desempenho animal, boas características de carcaça e qualidade da carne, pois bovinos com melhor conformação de carcaça produzem cortes cárneos do quarto traseiro mais pesados (PASCOAL et al., 2010), novilhos terminados em confinamento tem melhor marmorização e palatabilidade da carne (VAZ et al., 2007) e animais com maiores taxas de ganho de peso produzem carnes de melhor maciez (ABERLE et al., 1981).

Entre as características de qualidade de carne, o consumidor observa a cor do músculo e da gordura de cobertura, a perda de líquidos no descongelamento e na cocção e aspectos como maciez, sabor e suculência (COSTA et al., 2002).

Busca-se aumentar a deposição de proteína no tecido muscular esquelético para obter uma carcaça mais pesada e manter o conteúdo de gordura da carcaça e da carne dentro do mínimo necessário. Segundo Savell & Cross (1988), o mínimo de 3% de extrato etéreo na carne é necessário para ter boa palatabilidade. No entanto, a carne de bovinos Nelore em torno de 24 meses de idade ao abate apresenta aproximadamente 75% de água, 22% de proteína, 1% de gordura e 1% de minerais (COSTA, 2009).

A intensificação no manejo alimentar pode aumentar o teor de extrato etéreo na carne (MALTIN et al., 1998) e fatores como genética, raça, idade de abate, condição sexual, alimentação e tratamentos *post-mortem* influenciam a maciez da carne (ALVES et al., 2005). Por isso, é importante intensificar os sistemas de produção, conhecer os processos de crescimento e desenvolvimento dos animais e como a suplementação pode interagir e interferir na qualidade da carne.

Revisão de Literatura

Características das forrageiras tropicais

A base alimentar na bovinocultura é a pastagem que deve ter quantidade de energia e proteína suficiente para a manutenção e produção animal.

A qualidade de uma forrageira está associada à sua composição bromatológica, digestibilidade e consumo voluntário, entre outros fatores. Por isso, é importante conhecer o teor de proteína bruta, matéria seca e fibra em detergente neutro das forrageiras para melhor utilização da forragem na nutrição animal. Esses constituintes da forrageira variam com a idade e partes da planta, fertilidade do solo, condições climáticas e manejo (GERDES et al., 2000).

Forrageiras tropicais apresentam teores de proteína bruta entre 8 a 20% e de fibra em detergente neutro entre 55 a 75% (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996; COWAN & LOWE, 1998; SANTOS et al., 2005). No período das águas, há boa produção de matéria seca, mas devido à alta taxa de crescimento, pode haver perda do valor nutritivo principalmente pela diminuição do teor de proteína bruta (REIS et al., 2004).

A *Brachiaria* é a forrageira mais presente no Brasil e utilizada em todas as fases da criação de bovinos em pasto. Essa forrageira tem alta produção de matéria seca, poucos problemas de doenças, boa adaptabilidade aos solos do cerrado, boa resposta à adubação, facilidade de estabelecimento, persistência e bom valor nutritivo e crescimento (VALLE et al., 2000; SOARES FILHO et al., 2002; COSTA et al., 2005).

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu encontra-se entre as espécies mais cultivadas e utilizadas no Brasil Central, possui teores médios de proteína bruta de 8,9% a 18,6%, fibra em detergente neutro de 57,9% a 72,7% e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 59,4% a 71,6%. Além disso, ela apresenta alta capacidade de adaptação e rebrota, é fonte de alimento de boa qualidade e, por isso, é utilizada na fase de terminação dos animais (SOARES FILHO et al., 2002), quando se obedece à

exigência nutricional da planta com adubação e manejo adequado, caso contrário, perde o valor nutritivo, principalmente após o florescimento (VALLE et al., 2000).

Na produção animal, a fibra em detergente neutro e a fibra em detergente ácido predizem o consumo e a digestibilidade da forragem. A fibra em detergente neutro se relaciona diretamente com o efeito de enchimento do rúmen e inversamente à concentração energética da dieta de bovinos (BERCHIELLI et al., 2006).

O teor de proteína bruta é um bom indicador da qualidade da forragem, quando comparada dentro de uma mesma espécie (REIS et al., 2004). Castro et al. (2007) realizaram o corte da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em quatro idades (28, 56, 84 e 112 dias) e encontraram teores de proteína bruta de 11,6; 8,5; 5,0 e 4,8% e fibra em detergente neutro de 51,7; 56,9; 61,2 e 60,6%, respectivamente, evidenciando o decréscimo do valor nutritivo da forrageira com o seu crescimento.

O decréscimo no valor nutritivo das forrageiras tropicais está associado às condições climáticas e de manejo, como disponibilidade hídrica, temperaturas elevadas, radiação solar intensa, adubação do solo e baixa frequência de pastejo. Essas condições climáticas e de manejo favorecem o crescimento da planta. O crescimento da forrageira, segundo Reis et al. (2004), proporciona uma alta proporção de caule e baixa concentração de nutrientes digestíveis, ocasionando acentuada queda na digestibilidade. Por isso, a diminuição da frequência de pastejo pode resultar em queda na produção animal, principalmente pela queda do teor de proteína bruta (REGO et al., 2001).

Durante o período das chuvas, a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresenta elevadas taxas de crescimento e de acúmulo de forragem proporcionando grandes produções de matéria seca (CASTRO et al., 2007), mas com risco de perda de qualidade em decorrência de pastejo mal executado. Nesse contexto, garante Rezende et al. (2008), que o método de pastejo rotacionado assegura o aproveitamento eficiente da produção, ao respeitar as exigências específicas e particulares de frequência, intensidade e época de corte da forrageira.

Portanto, o manejo da forragem em relação ao ciclo de pastejo, estágio de maturação, estrutura e altura da planta e a entrada e saída dos animais do pasto, são parâmetros usualmente observados no manejo de pastagens. Esses parâmetros podem indicar características quanto ao melhor momento da utilização da forragem objetivando quantidade e qualidade necessária para o desempenho animal almejado (CORREIA, 2006).

Suplementação de animais em pasto

A pastagem tropical, mesmo quando bem manejada, proporciona ganhos de peso aquém do potencial genético do animal (CORREIA, 2006). Por isso, em sistemas de produção de carne de bovinos criados em pasto durante o período das águas, a utilização da suplementação alimentar dos animais pode proporcionar melhor desempenho animal e qualidade de carne, pois, como observado por Roth (2012), a suplementação alimentar, na época das águas, para recria de bovinos, melhora o desempenho animal tanto na recria como na terminação, o que leva ao abate de bovinos mais jovens.

A forragem deve fornecer energia, proteína, vitaminas e minerais necessários à manutenção e produção dos bovinos que têm apenas a forragem como alimento. Quando esses componentes estão adequados na alimentação animal, deve-se prestar atenção ao consumo animal, pois há uma correlação positiva entre consumo de forragem e ganho de peso (MINSON, 1990).

Nessa perspectiva, a suplementação alimentar deve ser usada para suprir os nutrientes deficientes na forragem, além disso, aumentar o ganho de peso dos animais e a capacidade de suporte das pastagens e auxiliar no manejo das pastagens.

Uma boa estratégia de suplementação alimentar seria aquela destinada a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem (PARSON & ALLISON, 1991; PATERSON et al., 1994), mas o suplemento não deve fornecer nutrientes além das exigências dos animais.

A resposta dos animais em pastejo ao uso de suplemento é provavelmente influenciada pelas características do pasto e do suplemento, pela forma de fornecimento e pelo potencial de produção do animal (SIEBERT & HUNTER, 1982).

Entretanto, assinala Correia (2006) que ainda há muita controvérsia sobre suplementar no período das águas, qual seria a quantidade e o tipo de suplemento (energético ou proteico), as fontes de proteína (alta ou baixa degradabilidade ruminal) e energia (produtos amiláceos ou subprodutos fibrosos).

Para Tomich et al. (2002), o suplemento no período das águas deve ter menor teor de uréia e maior de energia. Entretanto, no terço final da estação das chuvas, quando o teor de proteína bruta das pastagens diminui, pode-se aumentar a inclusão da uréia no suplemento. E, de acordo com Poppi & McLennan (1995) e Muller & Fales (1998), a suplementação alimentar durante o período das águas deve-se basear na utilização de proteína de baixa degradabilidade ruminal para atender os requerimentos

do animal, pois, normalmente, as exigências dos microrganismos ruminais são atendidas pela proteína contida na forragem.

O emprego de suplemento energético pode melhorar o desempenho animal e a capacidade de suporte das pastagens, mas pode ocorrer o efeito substitutivo, no qual o animal passa a se alimentar do suplemento ao invés da pastagem, ocasionando uma redução no consumo de forragem (MINSON, 1990; POPPI & McLENNAN, 1995; CATON & DHUYVETTER, 1997; REIS et al., 2004). Dessa forma, ao utilizar suplementação energética, principalmente quando a pastagem apresenta boa qualidade, deve-se considerar o aumento na taxa de lotação e, conseqüentemente, na produção por área (CARDOSO, 1997).

O uso de suplementos proteicos eleva a ingestão de matéria seca dos animais que se alimentam de forragens com teor de proteína bruta inferior a 7%, (PATERSON et al., 1994) e o uso de suplementos energéticos pode provocar redução da ingestão de forragem (MINSON, 1990; PATERSON et al., 1994; DIXON & STOCKDALE, 1999). A redução no consumo de forragem associada à suplementação energética tem sido atribuída à modificação do ambiente ruminal provocado pelo amido (CATON & DHUYVETTER, 1997; CARDOSO, 1997).

Detmann et al. (2001a,b) observaram que a suplementação com grãos e farelos diminui o consumo de matéria seca da forragem e afeta a digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro. E Reis et al. (1997) relataram que, em resposta à suplementação energética, há uma progressiva diminuição no tempo de pastejo.

Entretanto, Garcia-Yépes et al. (1997) verificaram que o uso de suplementos energéticos até 0,5% do peso vivo não alterou a ingestão e digestibilidade da matéria seca. Contudo o tipo de amido e a forma de processamento pode causar alteração, a suplementação com grão de milho acima de 0,25% do peso vivo resultou em efeitos adversos na utilização da forragem; já para o trigo, houve efeito em doses acima de 0,34% do peso vivo (PORDOMINGO et al., 1991; HESS et al., 1996).

A suplementação proteica não interferiu no consumo médio de forragem e o consumo total de matéria seca foi elevado com sua utilização, demonstrando efeito aditivo do suplemento sobre a ingestão total de alimentos, a qual promoveu um aumento no ganho de peso médio diário de vacas Nelore suplementadas (RUAS et al., 2000).

Nos trabalhos revisados por Krysl e Hess (1993) sobre a suplementação alimentar de bovinos no período das águas, observou-se que a suplementação

proteica diminuiu o tempo de pastejo e aumentou a eficiência de pastejo; da mesma forma a suplementação energética também diminuiu o tempo de pastejo. Entretanto, o aumento na concentração energética do suplemento não alterou ou diminuiu a eficiência de pastejo.

Ao avaliarem o desempenho de novilhos em pastejo com forrageira de alta qualidade (20,7% de proteína bruta na matéria orgânica) com diferentes quantidades e tipos de suplementos (proteicos e energéticos), Elizalde et al. (1998) verificaram que animais suplementados obtiveram desempenho maior comparado com os animais sem suplementação, mas não houve diferenças entre os tipos de suplemento.

Portanto, a suplementação alimentar depende da qualidade e quantidade da pastagem, do tamanho da área de pastagem, de recurso financeiro disponível, da condição sexual, idade, raça, estágio fisiológico dos animais, da infraestrutura e mão de obra, dentre outros fatores. A decisão de suplementar os animais e como fazer esta suplementação alimentar depende dos objetivos da propriedade que podem ser de melhorar o desempenho animal, abater animais mais jovens e obter carne de qualidade.

Características da carne

Para atender às exigências do mercado atual, a produção de carne de qualidade converge para otimização da produção animal e abate de bovinos jovens. Com essa finalidade, trabalhos têm sido feitos para melhorar o ganho de peso dos animais (PRADO et al., 2002).

No Brasil, a pecuária de corte se baseia na alimentação do gado em pastagem sendo a raça Nelore a mais representativa (MILLEN et al., 2011). A carne de bovinos Nelore confinados apresenta aproximadamente 75% de água, 22% de proteína, 1% de gordura e 1% de minerais, como observado por Costa (2009) no músculo *Longissimus lumborum*. Em bovinos Nelore jovens, a carne é considerada magra por apresentar baixo teor de gordura, pois o mínimo de 3% de extrato etéreo na carne é necessário para que apresente boa palatabilidade (SAVELL & CROSS, 1988).

O teor de extrato etéreo na carne, um indicativo da gordura intramuscular, segundo Maltin et al. (1998), aumenta com o avanço da idade de abate dos animais. Mas, de acordo com Fortin et al. (1980), o manejo alimentar também pode aumentar a quantidade de extrato etéreo na carne.

A gordura intramuscular, também chamada de marmorização, é importante para a qualidade da carne, pois confere sabor, suculência e aroma (STRYDON et al.,

2000), sendo componente importante no sistema de classificação e tipificação de carcaças bovinas, como por exemplo, no sistema de classificação dos Estados Unidos (SOLIS, 1996).

No Brasil, a espessura de gordura externa (subcutânea) da carcaça é uma das principais características para determinar o ponto de terminação, medida entre a 12^a e a 13^a costelas sobre o músculo *L. lumborum*. Essa espessura de gordura deve apresentar no mínimo de 3 mm, pois reduz as perdas por desidratação durante o resfriamento, evita o escurecimento externo dos músculos que recobrem a carcaça e confere melhor aspecto visual à carne (ARBOITTE et al., 2004).

A cor da carne, uma das características da carne mais observada pelo consumidor (KILLINGER et al., 2004), é influenciada pelo teor de mioglobina, que varia com espécie, idade, condição sexual, atividade física, tipo de fibra muscular, alimentação, manejo entre outros fatores (CORNFORTH, 1994). A concentração de mioglobina é maior nos animais mais velhos, sendo esta a razão do vermelho mais intenso observado nas carcaças desses animais (CRUZ, 1997).

Alguns dos parâmetros avaliados da cor da carne são a luminosidade, que é influenciada pela quantidade de água na superfície da peça, consequência da capacidade de retenção de água (PURCHAS, 1990) e pela quantidade de gordura (CAÑEQUE et al., 2003); a intensidade de vermelho, que reflete a quantidade de pigmento vermelho presente na mioglobina e no citocromo C (HEDRICK et al., 1983); e a intensidade do amarelo, que é associado à composição de carotenoides (PRIOLO et al., 2001). Normalmente, as carnes de animais terminados em pasto têm elevadas quantidades de β -caroteno e elevado teor de amarelo (KERTH et al., 2007).

O pH inicial, logo após o abate, é de aproximadamente 7,0 caindo para 5,5 a 5,9 após 24 horas. No Brasil, a exportação de carne em sua maioria ocorre quando o pH final é menor que 5,8, avaliado no músculo *L. lumborum*, 24h *post-mortem*. O pH final acima de 6,0 caracteriza a carne DFD (*dark, firm, dry* – carne escura, firme e seca) que tem cor escura e alta capacidade de retenção de água. Esse problema é causado pelo estresse crônico antes do abate, que esgota as reservas de glicogênio do qual seria produzido o ácido lático que proporciona a queda do pH (FELÍCIO, 1999; ROÇA, 2000).

Outro fator determinante da qualidade da carne é a maciez. Cada vez mais os consumidores procuram por carne mais macia. No comércio, as carnes mais macias têm preço mais elevado. Fatores como genética, raça, idade de abate, condição

sexual, alimentação, tratamentos *post-mortem*, quantidade e tipo de colágeno influenciam a maciez da carne (ALVES et al., 2005).

Aberle et al. (1981) observaram que bovinos alimentados com dieta de baixa energia produzem carne de menor maciez que a carne de bovinos alimentados com dieta de alta energia, pois o músculo de bovinos alimentados com dieta de baixa energia tem redução da fragmentação miofibrilar e da solubilidade do colágeno.

O avanço da idade tem influência negativa na maciez da carne, devido às modificações estruturais que ocorrem no colágeno (PROST et al., 1975). Além disso, a relação entre a maturidade e a maciez depende de fatores como peso de carcaça, grau de acabamento, condições de resfriamento e métodos de cozimento (BOUTON et al., 1978).

O grupo genético influi na característica da carne. Bovinos da subespécie *Bos taurus indicus* têm os valores de força de cisalhamento maiores que dos bovinos da subespécie *Bos taurus taurus*, provavelmente, porque a maciez também está relacionada com a fragmentação dos componentes miofibrilares do músculo (KOOHMARAIE et al., 1994; PRINGLE et al., 1997). A presença de uma quantidade maior de calpastatina, um fator inibidor de proteases, na espécie *Bos taurus indicus* reduz a maciez da carne, porque essas proteases, as calpaínas, fragmentam as miofibrilas proporcionando maior maciez (KOOHMARAIE et al., 1994).

Animais terminados em confinamento têm carne mais macia comparados aos criados em regime de pasto, pois são abatidos mais jovens e rações com alta energia podem aumentar a deposição de gordura subcutânea e intramuscular (BOWLING et al., 1977; SMITH et al., 1977; KOOHMARAIE et al., 1988). No entanto, Harrison et al. (1978) não encontraram diferença para força de cisalhamento, ao estudar bovinos alimentados em pasto e com dietas com grãos por períodos de 49 e 98 dias.

Fishell et al. (1985) obtiveram carne mais macia em animais confinados que apresentaram maior ganho de peso diário. E Vaz et al. (2007) observaram aumento da marmorização e melhora da palatabilidade da carne de novilhos terminados em confinamento, em relação aos novilhos terminados em pastagem cultivada.

Restle et al. (1997) enfatizaram que o aumento no peso de abate influencia algumas características da carcaça como rendimento, grau de acabamento, conformação, espessura de coxão e área de olho-de-lombo (AOL).

Nesse aspecto, é importante conhecer os possíveis fatores do processo de produção que possam interferir nas características da carcaça e da carne.

O capítulo 2, intitulado “Características da carne de bovinos suplementados no período das águas e terminados em pasto”, foi redigido em formato de artigo de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia, e teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação no período das águas associada à terminação em pasto sobre as características de qualidade da carne de bovinos.

O capítulo 3, intitulado “Características da carne de bovinos suplementados no período das águas e terminados em confinamento”, foi redigido em formato de artigo de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia, e teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação no período das águas associada à terminação em confinamento sobre as características de qualidade da carne de bovinos.

Referências Bibliográficas

- ABERLE, E. D.; REEVES, E. S.; JUDGE, M. D.; HUNSLEY, R. E.; PERRY, T. W. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: Time on a high energy diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.52, p.757- 757-763. 1981.
- ALVES, D. D.; GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia, v. 6, n. 3, p. 135-149, jul./set. 2005.
- ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; PASCOAL, L.L.; PACHECO, P.S.; SOCCAL, D.C. Características da carcaça de novilhos 5/8 Nelore-3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, vol.33, n.4, p. 969-977, 2004.
- BERCHIELLI, T.T.; GARCIA, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Orgs). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 397–583.
- BOUTON, P.E.; FORD, A.L.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R.; RATCLIFF, D.; MORGAN, J.H.L. Influence of animal age on the tenderness of beef: Muscle differences. **Meat Science**, Barking, v.2, p.301-311, 1978.
- BOWLING, R.A.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L.; DUTSON, T.R.; OLIVER, W.M. Comparison of forage-finished and grain-finished beef carcasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 45, p. 209–215, 1977.
- CAÑEQUE, V.; VELASCO, S.; DÍAZ, M.T. et al. Use of whole barley with a protein supplement to fatten lambs under different management systems and its effect on meat and carcass quality. **Animal Research**, v.52, p.271-285, 2003.
- CARDOSO, E.G.; SILVA, J.M.; EUCLIDES, V.P.B. Proteína bruta e fibra em detergente neutro em *B. decumbens* sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 261-263.

CASTRO, G.H.F.; GRAÇA, D.S.; GONÇALVES, L.C. Cinética de degradação e fermentação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu colhida em diferentes idades ao corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 6, p. 1538-1544, 2007.

CATON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 533-542, 1997.

CORNFORTH, D. 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** – Advances in meat research series, v.9, Black Academic & Professional, cap.2, p. 34 –78, 1994.

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

COSTA, D. P. B. **Características da carne de novilhos Nelore alimentados com caroço de algodão**. 2009. 59 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L.F.G. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.417-428, 2002 (suplemento).

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P. et al. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 187-193, jul./set. 2005.

COWAN, R.T.; LOWE, K.F. Tropical and subtropical grass management effects on coolseason grass forage quality. In: CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. **Grass for dairy cattle**. Oxon: CAB International, 1998. 403 p.

CRUZ, G.M. da. Avaliação qualitativa e quantitativa da carcaça de bovino. In: ESTEVES, S.N. et al. (Eds.). **Intensificação da bovinocultura de corte: estratégias de alimentação e terminação**. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1997. p. 58-75. (EMBRAPA-CPPSE. Documentos, 27).

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VALADARES FILHO, S.C.; EUCLYDES, R.F.; LANA, R.P.; QUEIROZ, D.S. Cromo e indicadores na determinação do consumo de novilhos mestiços suplementados a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1600-1609, 2001a.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P.; QUEIROZ, D.S. Suplementação de novilhos mestiços durante a época das águas: parâmetros ingestivos e digestivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1340-1349, 2001b.

DIXON, R.M.; STOCKDALE, C.R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 50, n. 3, p.757-773, 1999.

ELIZALDE, J.C.; CREMIN JR., J.D.; FAULKNER, D.B.; MERCHEN, N.R. Performance and digestion by steers grazing tall fescue and supplemental with energy and protein. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 1691-1701, 1998.

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

FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36. Porto alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 89-97.

FISHELL, V. K.; ABERLE, E. D.; JUDGE, M. D.; PERRY, T. W. Palatability and muscle properties of beef as influenced by pre-slaughter growth rate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.61, p. 151-157, 1985.

FORTIN, A.; SIMPFENDORFER, S.; REID, J. T.; AYALA, H. J.; ANRIQUE, R.; KERTZ, A. F. Effect of level of energy intake and influence of breed and sex on the chemical composition of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.51 n.3, p.604-614, 1980.

GARCIA-YÉPEZ, P.; KUNKLE, W.E.; BATES, D.B.; MOORE, J.E., THATCHER, W.W., SOLLEMNBERG, L.E. Effects of supplemental energy source and amount of forage intake and performance by steers and intake and diet digestibility by sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n. 7, p. 1918-1925, 1997.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T. et al. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras marandu, setária e tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p.955-963, 2000.

HARRISON, A. R.; SMITH, M. E.; ALLEN, D. M.; HUNT, M. C.; KLASTNER, C. L.; KROFT, D. H. Nutritional regime effects on quality and yield characteristics of beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 47, p. 383-388, 1978.

HEDRICK, H.B.; PATERSON, J.A.; MATCHES, A.G. et al. Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn silage and corn grain. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.57, p.791-801, 1983.

HESS, B.W.; KRYSL, L.J.; JUDKINS, M.B.; HOLCOMBE, D.W.; HESS, J.D.; HANKS, D.R.; HUBER, S.A. Supplemental cracked corn or wheat bran for steers grazing endophyte – free fescue pasture: effects on live weight gain, nutrient quality, forage intake, particulate and fluid kinetics, ruminal fermentation, and digestion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 1116–1125, 1996.

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

KILLINGER K.M.; CALKINS, C. R.; UMBERGER, W. J.; FEUZ, D. M.; ESKRIDGE, K. M. Consumer visual preference and value for beef steaks differing in marbling level and color. **Journal Animal Science**, Champaign, v.82, p.3288 – 3293, 2004.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, Barking, v. 36, n. 1, p. 93-104, 1994.

KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S. C.; SCHOLLMEYER, J. E.; DUTSON, T. R.; BABIKER, A. S. Factors Associated with the Tenderness of Three Bovine Muscles. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 2, p. 407–410, 1988.

KRYSL, L.J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 2546-2555, 1993.

MALTIN, C. A.; SINCLAIR, K. D.; WARRISS, P. D.; GRANT, C. M.; PORTER, A. D.; DELDAY, M. I.; WARKUP, C. C. The effects of age at slaughter, genotype and finishing system on the biochemical properties, muscle fiber characteristics and eating quality of bull beef suckled calves. **Animal Science**, Penicuik, v.66, n.2, p. 341-348, 1998.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; MEYER, P.M.; RODRIGUES, P.H.M.; ARRIGONI, M.B. Current outlook and future perspectives of beef production in Brazil. **Animal Frontiers**. Champaign, v.1, n.2, p. 46-52, 2011.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, 1990. 483 p.

MULLER, L.D.; FALES, S.L. Supplementation of cool-season grass pastures for dairy cattle. In: CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. (Ed.). **Grass for dairy cattle**. Wallingford: CAB International, 1998. cap. 13, p. 335-350.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirement of Beef Cattle**. 7th ed. Washington: National Academic Press, 1996. 242p.

PARSON, S.D.; ALLISON, C.D. Grazing management as it affects nutrition animal production and economics of beef production. In: MASS, J. (Ed.). **Veterinary Clinics of North American**. Philadelphia: W.B.S. Company, 1991. p. 77-97.

PASCOAL, L.L.; LOBATO, J.F.P.; RESTLE, J. et al. Beef cuts yield of steer carcasses graded according to conformation and weight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.6, p. 1363-1371, 2010.

PATERSON, J.A.; BELYEA, R.L.; BOWMAN, J.B.; KERLY, M.S.; WILLIAMS, J.E. The impact of forage quality on supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). **Forage, quality, evolution and utilization**. Madison, Wisconsin: ASA, C.S.S.A., 1994. p. 59-114.

POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 73, p 278-290, 1995.

PORDOMINGO, A.J.; WALLACE, J.D.; GREEMAN, A.S.; GALYEAN, M.L. Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during summer. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 1678-1687, 1991.

PRADO, I.N. do; MOREIRA, F.B.; CECATO, U.; SOUZA, N.E. de; WADA, F.Y.; NASCIMENTO, W.G. do. Desempenho de bovinos em crescimento e terminação mantidos em pastagem durante o período das águas e suplementados com sal proteinado. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n. 4, p. 1059-1064, 2002.

PRINGLE, T.D.; WILLIAMS, S.E.; LAMB, B.S.; JOHNSON, D.D.; WEST, R.L. Carcass characteristics, the calpain system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 11, p. 2955-2961, 1997.

PRIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour: a review. **Animal Research**, v.50, p.185-200, 2001.

PROST, M. E.; PELCZYNSKA, E.; KOTULA, A. W. Quality characteristics of bovine meat. II. Beef tenderness in relation to individual muscles, age and sex of animals and carcass quality grade. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.41, n.2, p.541-547, 1975.

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

RÊGO, F.C.A.; CECATO, U.; CANTO, M.C. Densidade e qualidade dos extratos de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia 1) manejado em diferentes alturas, sob pastejo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 801-807, 2001.

REIS, R.A.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; FREITAS, D.; MELO, G.M.P.; BALSALOBRE, M.A.A. Suplementação proteico-energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE: PECUÁRIA DE CORTE INTENSIVA NOS TRÓPICOS, 5., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 171-226.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. Suplementação como estratégia de manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 123-150.

RESTLE, J.; KEPLIN, L.A.S.; VAZ, F.N. Características quantitativas da carcaça de novilhos Charolês, abatidos com diferentes pesos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.8, p.851-856, 1997.

REZENDE, C. P.; PEREIRA, J. M.; PINTO, J. C. et al. Estrutura do pasto disponível e do resíduo pós-pastejo em pastagens de capim Cameroon e capim Marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 10, p.1742-1749, 2008.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2000. 202p

ROTH, M.T.P. **Estratégias de suplementação na recria em pastagens e terminação em confinamento de tourinhos da raça Nelore**. 2012. 142 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

- RUAS, J.R.M.; TORRES, C.A.A; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; BORGES, L.E.; MARCATTI NETO, A. Efeito da suplementação proteica a pasto sobre o consumo de forragens, ganho de peso e condição corporal, em vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 930-934, 2000.
- SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.P.; MARTINEZ, J.C.; PENATI, M.A.A. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVICULTURA LEITEIRA, 5., 2005, Piracicaba – SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 219-294.
- SAVELL, J. W.; CROSS, H. R. The role of fat in the palatability of beef, pork and lamb. In: **Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace**. Washington: National Academy Press, 1988.
- SIEBERT, B.D.; HUNTER, R.A. Supplementary feeding of grazing animals. In: HACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982. p. 409-425.
- SMITH, G. M.; CROUSE, J. D.; MANDIGO, R. W.; NEER, K. L. Influence of feeding regime and biological type on growth, composition and palatability of steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 45, p. 236-253, 1977.
- SOARES FILHO, C. V.; RODRIGUES, L. R. A.; PERRI, S. H. V. et al. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1377-1384, 2002.
- SOLIS, C.S. A tipificação das carnes na gestão da qualidade total. **A Hora Veterinária**. Porto Alegre, v.92, p.66-71, 1996.
- STRYDON, P.E.; NAUDE, R.T.; SMITH, M.F.; SCHOLTZ, M.M.; VAN WYK, J.B. Characterization of indigenous African cattle breeds in relation to meat quality traits. **Meat Science**, Barking, v. 55, n. 1, p. 79-88, 2000.
- TOMICH, T.R.; LOPES, H.O.S.; PIRES, D.A.A. Suplementação com mistura múltipla contendo uréia como fonte de nitrogênio para bovinos em pastagens de braquiária no período das águas. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2001, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.
- VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 17., Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 65-108.
- VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PÁDUA, J. T.; METZ, P. A. M.; MOLETTA, J. L.; FERNANDES, J. J. R. Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 31-40, 2007.

CAPÍTULO 2

Características da carne de bovinos suplementados no período das águas e terminados em pasto

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação no período das águas associada à terminação em pasto nas características de qualidade da carne de bovinos. Foram utilizados 48 bovinos Nelore, machos, não castrados, com 14 meses de idade e peso vivo médio inicial de 271 kg, distribuídos em quatro estratégias de suplementação (sem suplemento, suplemento proteico de 1g/kg, proteico/energético de 3g/kg e energético de 7g/kg do peso vivo), terminados em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e abatidos com peso médio de 492 kg. Foram retiradas amostras do músculo *Longissimus thoracis* para análise das características da carne. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos. A suplementação não produziu efeito ($p>0,05$) sobre a cor, pH, perda de peso por cocção, área de olho-de-lombo, composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne. O menor valor de força de cisalhamento foi obtido na carne dos animais que receberam suplementação energética (6,84 kg), sem diferença ($p>0,05$) para o valor obtido pelos que receberam suplementação proteica (8,20 kg), mas diferente ($p<0,05$) do valor obtido pelos que não receberam suplementação (9,35 kg) e dos que receberam suplementação proteico/energética (8,30 kg). A suplementação não modifica as características da carne, mas o uso da suplementação energética aumenta a maciez da carne.

Palavras-chave: ácidos graxos, cor, maciez, Nelore, pH

Characteristics of meat of supplemented cattle during the rainy season and finished on pasture

ABSTRACT - The purpose was to evaluate the effects of supplementation during the rainy season associated with the termination grass on the quality of meat from cattle. Forty-eight Nellore cattle, males, not castrated, with age of 14 months and average initial weight of 271 kg were divided into four supplementation strategies (no supplement, protein of 1 g/kg, protein/energy of 3 g/kg and energy of 7 g/kg of body weight), finished on pasture of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu and slaughtered at an average weight of 492 kg. Samples were taken from *Longissimus thoracis* to analyze the characteristics of meat. The experimental design was completely randomized with four treatments. Supplementation had no effect ($p>0.05$) on color, pH, weight loss by cooking, rib-eye area, centesimal composition and fatty acid profile of meat. The lowest value of shear force was obtained in the meat of animals that received energy supplementation (6.84 kg), no difference ($p>0.05$) to the value obtained by receiving protein supplementation (8.20 kg), but different ($p<0.05$) the value obtained without supplementation (9.35 kg) and those who received protein/energy supplementation (8.30 kg). Supplementation does not modify the characteristics of the meat, but the use of energy supplementation increases the meat tenderness.

Key Words: color, fatty acids, Nellore, pH, tenderness

Introdução

A pecuária de corte tem sido desafiada a estabelecer sistemas de produção que produzam de forma eficiente carne de boa qualidade. Esses sistemas devem ser competitivos, sustentáveis e capaz de produzir animais jovens para abate, diminuindo assim o tempo de permanência do animal no pasto.

Os bovinos Nelore jovens criados em pasto e abatidos com 22 meses de idade tem apresentado carne magra com 0,91% de extrato etéreo (Polizel et al., 2009). O teor de extrato etéreo tem relação com a gordura intramuscular, que pode afetar o sabor, o aroma e a suculência da carne (Scollan et al., 2006), pois o sabor da carne melhora com o aumento da gordura intramuscular acima de 4-5% (Goutefongea & Valin, 1978); sabor e suculência apresentam uma relação curvilínea positiva com a gordura intramuscular (Thompson, 2004).

A intensificação do sistema de produção por meio da alimentação pode contribuir para bom desempenho animal, boas características de carcaça e qualidade da carne por influenciar a maciez (Alves et al., 2005) e o teor de extrato etéreo da carne (Fortin et al., 1980).

Para isso a suplementação alimentar no período das águas pode ser considerada uma alternativa para intensificação do sistema de produção, pois mesmo com boas pastagens, neste período, o animal não expressa todo seu potencial genético para ganho de peso quando alimentado apenas com a pastagem tropical (Correia, 2006).

A suplementação alimentar visa fornecer os nutrientes deficientes na forragem, aumentar o ganho de peso dos animais e a capacidade de suporte das pastagens, mas não deve fornecer nutrientes além das exigências dos animais, pois seria inviável economicamente.

Há muita controvérsia sobre suplementar no período das águas em relação à composição e quantidade do suplemento. Além disso, a resposta dos animais ao uso de suplemento é influenciada pelas características do pasto e do suplemento, pela forma de fornecimento e pelo potencial de produção do animal (Siebert & Hunter, 1982). É importante identificar os efeitos da suplementação alimentar no desempenho dos animais, bem como na qualidade da carne, pois animais com maiores taxas de ganho de peso produzem carnes de melhor maciez (Aberle et al., 1981).

Objetivou se avaliar o efeito da suplementação no período das águas associada à terminação em pasto sobre as características de qualidade da carne de bovinos Nelore.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida de acordo com as normas éticas e aprovada pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

O experimento, dividido em duas fases, foi realizado no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana em Colina/SP, pertencente à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). A primeira fase correspondeu ao período de recria e a segunda fase ao período de terminação dos bovinos.

Utilizaram-se 48 bovinos Nelore, machos, não castrados, identificados, vacinados, submetidos a controle sanitário, desmamados aos 8 meses de idade com peso vivo médio (PV) de 197 kg e mantidos em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com suplementação alimentar até a idade de 14 meses com PV de 271 kg, quando foram distribuídos em quatro tratamentos que consistiam na suplementação com apenas sal mineral sem suplemento, suplemento proteico, proteico/energético ou energético. O sal mineral era fornecido à vontade e os suplementos proteico, proteico/energético e energético eram fornecidos diariamente na quantidade de 1, 3 e 7 g/kg do PV, respectivamente.

Essa fase de recria ocorreu no período das águas e durou 180 dias. A área experimental foi dividida em piquetes com bebedouro e cocho; os animais foram mantidos em pastejo contínuo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com os diferentes tipos de suplementação fornecida uma vez ao dia, às 13 horas. O suplemento proteico e o proteico/energético foram do tipo comercial com níveis de garantia de 88% de matéria seca (Tabela 1). A suplementação energética foi constituída de milho mais sal mineral.

Após a fase de recria, os animais apresentaram idade média de 20 meses e peso vivo médio de 387 kg e foram terminados em pasto. Os bovinos permaneceram em pastejo rotacionado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em seis piquetes com um período de ocupação de sete dias e 35 dias de descanso. Foi fornecido diariamente aos animais ração comercial na quantidade de 20 g/kg do PV com níveis de garantia de 88% de matéria seca, 21% proteína bruta, 8,8% de nitrogênio não-proteico, 0,1% de extrato etéreo, 35% de matéria mineral, 28% de matéria fibrosa e 64% de nutrientes digestíveis totais.

Em cada piquete havia bebedouro e cocho, a suplementação dos animais na fase de terminação era fornecida às 8 horas.

Tabela 1. Composição da suplementação fornecida aos bovinos na fase de recria no período das águas

Componentes (%)	Sem suplemento	Suplementação		
		Proteica ¹	Proteico/Energética ¹	Energética ²
Matéria seca	.	88	88	87,6
Proteína bruta	.	30	25	9,1
Nitrogênio não-proteico	.	13	9	29,4
Extrato etéreo	.	0,1	0,1	4,1
Nutrientes digestíveis totais	.	.	60	87,2
Matéria fibrosa	.	18	16	2,2
Matéria mineral	100	65	25	1,5

¹ Níveis de garantia informado pelo fabricante.

² Composição estimada do milho segundo Valadares Filho et al. (2006).

Essa fase de terminação durou 4 meses, quando os animais atingiram 24 meses de idade média, o peso vivo médio era de 492 kg, e foram abatidos, após 16 horas de jejum de sólidos, no frigorífico situado em Barretos/SP distante 25 km de Colina/SP, seguindo o fluxo normal de abate. As carcaças foram divididas em duas metades longitudinais, identificadas, lavadas e colocadas em câmara fria para refrigeração por 24 horas à temperatura de 2 a 4°C.

Após o resfriamento, da carcaça direita foi retirado o *Longissimus thoracis* entre a 8ª e 10ª costelas, dividido em amostras de 2,5 cm de espessura, identificadas, embaladas a vácuo, individualmente, em sacos plásticos e imediatamente congeladas a -20°C.

As amostras congeladas de carne foram levadas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal na Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), UNESP, *Campus* de Botucatu/SP para a realização das análises da cor, pH, perda de peso por cocção, área de olho-de-lombo, força de cisalhamento, composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne.

As amostras foram descongeladas em refrigerador a 4°C por 12 horas, depois retiradas das embalagens e expostas ao ar por 30 minutos para permitir oxigenação superficial. A área de olho-de-lombo foi desenhada diretamente por sobreposição em papel vegetal, posteriormente digitalizada e calculada com auxílio de mesa digitalizadora (modelo MDD 1812 - DIGICOM) acoplada a um computador equipado

com o programa Sistema de Planimetria (SPLAN) desenvolvido no Departamento de Engenharia Rural, FCA, UNESP, *Campus* de Botucatu/SP.

A cor da carne foi determinada utilizando-se o colorímetro Minolta CR-410 segundo Honikel (1998). Os parâmetros avaliados foram L^* , a^* e b^* do sistema CIELab, em que L^* representa a luminosidade; a^* representa intensidade de vermelho, e b^* intensidade do amarelo. O pH da carne foi obtido por meio de um peagômetro de penetração (marca Hanna).

A força de cisalhamento foi determinada nas amostras descongeladas por 12 horas a 4°C, que foram submetidas à cocção, em grelha sobreposta automática, até a temperatura interna de 71°C, aferida no centro geométrico das amostras, refrigeradas a 4°C por 12 horas, depois cortadas em cilindros de 1,27⁰cm em temperatura ambiente e avaliadas pelo texturômetro Brookfield CT3 25K Texture Analyzer equipado com um conjunto de lâminas Warner-Bratzler. A perda de peso por cocção foi avaliada pela diferença de peso das amostras antes e depois da cocção em temperatura ambiente.

Para a análise centesimal as amostras foram descongeladas e trituradas após a retirada da gordura subcutânea e do tecido conjuntivo externo até a obtenção de uma massa homogênea, segundo a AOAC (2007), obtendo o teor de umidade (item 39.1.02), extrato etéreo (item 39.1.05), resíduo mineral fixo (item 39.1.09) e proteína (item 39.1.19).

Amostras foram descongeladas e trituradas após a retirada da gordura subcutânea e do tecido conjuntivo externo até a obtenção de uma massa homogênea. O perfil de ácidos graxos foi realizado por meio de cromatografia gasosa, sendo os ésteres de ácidos graxos analisados em cromatógrafo Shimadzu com coluna capilar de sílica fundida (Folch et al., 1957; Hartman & Lago, 1973).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 12 repetições, considerando cada animal uma repetição. O modelo experimental foi $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$, onde: Y_{ij} é o valor da parcela que recebeu o tratamento i na repetição j ; μ é a média geral; T_i é o efeito do tratamento i ; ϵ_{ij} é o erro da parcela que recebeu o tratamento i na repetição j . As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Para as análises estatísticas, utilizou-se os programas do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.0.).

Resultados e Discussão

Dentre as características da carne, a força de cisalhamento apresentou diferença entre os tipos de suplementação (Tabela 2).

Tabela 2. Características físicas da carne em função da suplementação fornecida aos bovinos na fase de recria no período das águas

Característica	Sem suplemento	Suplementação			P ¹
		proteica	proteico/energética	energética	
Peso vivo final, recria (kg)	356,50	386,90	408,05	397,50	-
Peso vivo final, terminação (kg)	467,2	488,0	495,7	515,0	-
AOL ² (cm ²)	96,00	100,67	102,42	99,27	0,69
Força de cisalhamento (kg)	9,35 ^a	8,20 ^{ab}	8,30 ^a	6,84 ^b	0,01
Perda de peso por cocção (%)	28,59	27,44	27,29	26,23	0,21
pH	5,62	5,59	5,75	5,71	0,41
Luminosidade (L*)	39,83	38,33	38,15	39,09	0,35
Intensidade do vermelho (a*)	19,44	18,97	18,84	19,13	0,86
Intensidade do amarelo (b*)	5,06	4,89	4,76	5,15	0,94

⁽¹⁾ Probabilidade

⁽²⁾ Área de olho-de-lombo

^{a,b} Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente (P>0,05)

A suplementação energética reduziu a força de cisalhamento em relação à suplementação proteico/energética e a dieta sem suplemento oferecidos aos bovinos, como Climaco et al. (2006) que observaram menor força de cisalhamento para bovinos suplementados com concentrado, em comparação aos que receberam suplementação mineral durante o primeiro inverno.

O uso da suplementação energética diminuiu o tempo de pastejo dos animais (Reis et al., 1997). Essa diminuição na busca por alimento acarreta em menor esforço físico para o animal, o que contribui para melhorar a qualidade da carne. Pardo et al. (2003) observaram que, quando se eleva o nível de suplemento energético, o tempo gasto para pastejo é reduzido e aumenta-se o tempo de ócio dos animais. A diminuição do tempo de pastejo também acontece com o uso da suplementação proteica no período das águas (Krysl & Hess, 1993).

A força de cisalhamento dos animais, que receberam apenas sal mineral, foi a mais elevada, mas não foi diferente dos animais alimentados com suplementação proteica e proteico/energética. Vaz et al. (2002) não encontraram diferença para a força de cisalhamento em vacas de descarte Charolês alimentadas com níveis crescente de suplementação energética no período das águas.

Neste estudo, não foram observadas diferenças entre as dietas para a área de olho-de-lombo (AOL) dos animais (Tabela 2). A área do músculo *Longissimus* é apontada como um indicativo da musculosidade da carcaça e, como observado por Rodrigues et al. (2001), há correlação positiva e significativa entre peso vivo e AOL para bovinos. No entanto, em animais contemporâneos da mesma raça, não são esperadas diferenças significativas na área do *Longissimus* (Berg & Butterfield, 1976).

O pH final, 24 horas *post-mortem*, para bovinos deve se situar entre 5,5 a 5,9, carne com o pH acima de 6,0 são consideradas DFD (*dark, firm, dry* – carne escura, firme e seca) (Mach et al., 2008). No Brasil, a maioria dos frigoríficos exportam carne com pH menor que 5,8, avaliado diretamente no músculo *Longissimus lumborum*, 24 horas *post-mortem*. Sendo assim, os valores de pH do presente estudo estão dentro do padrão para exportação (Tabela 2).

Não houve diferenças entre os tratamentos para a cor da carne (Tabela 2). De acordo com Abularach et al. (1998), em bovinos jovens, carnes escuras apresentam luminosidade menor que 29,68 e carnes claras maior que 38,51, em relação à intensidade do vermelho. Esses autores consideraram valores baixos os menores que 14,83 e altos os acima de 29,27, e para a intensidade do amarelo, valores baixos os menores que 3,40 e altos os maiores que 8,28. Neste trabalho, as médias de luminosidade, intensidade do vermelho e a intensidade do amarelo foram 38,90; 19,11 e 4,98 respectivamente, indicando uma carne clara.

A perda de peso por cocção da carne não foi influenciada pelas dietas oferecidas dos animais, tendo apresentado média de 27,41% (Tabela 2). Climaco et al. (2006) não observaram influência da suplementação na perda de peso por cocção. Um dos motivos, para não haver diferenças para a perda de peso por cocção, seria a falta de diferenças entre os teores de extrato etéreo na carne (Tabela 3), pois a marmorização da carne pode influenciar em menores perdas de líquidos durante o preparo das amostras, favorecendo a suculência e a palatabilidade da carne (Costa et al., 2002).

De acordo com Ladeira & Oliveira (2006), animais, que recebem alimentos concentrados, ingerem maior quantidade de energia e podem apresentar maiores

taxas de crescimento e maior deposição de gordura intramuscular influenciando na composição da carne. No entanto, no presente estudo, apesar de os animais terem recebidos diferentes quantidades de energia na alimentação, não houve efeito das diferentes dietas na composição centesimal da carne (Tabela 3). Moreira et al. (2003) também não observaram influência da suplementação sobre composição centesimal da carne de bovinos Nelore e cruzados.

A composição centesimal da carne foi de 75,29; 22,84; 1,13% e 1,22% para umidade, proteína, extrato etéreo e resíduo mineral fixo respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Polizel et al. (2009) que foram 73,88; 23,77; 0,91% e 1,17%. No entanto, Rossato et al. (2010) obtiveram valor mais elevado para o extrato etéreo que foi de 3,17%, mas oriundo de bovinos Nelore com mais de 36 meses de idade ao abate, justificando uma maior quantidade de extrato etéreo que tende aumentar com o avanço da idade, enquanto que os bovinos Nelore utilizados por Polizel et al. (2009) tinham 22 meses de idade ao abate, semelhante aos 24 meses de idade dos animais do presente estudo.

Tabela 3. Composição centesimal da carne em função da suplementação fornecida aos bovinos na fase de recria no período das águas

Característica (%)	Sem suplemento	Suplementação			CV ¹	P ²
		proteica	proteico/ energética	energética		
Umidade	75,15	75,16	75,29	75,56	1,14	0,57
Proteína	22,80	23,10	22,95	22,57	3,37	0,34
Extrato etéreo	1,23	1,15	0,92	1,21	51,65	0,48
Resíduo mineral fixo	1,21	1,22	1,24	1,22	5,42	0,74

⁽¹⁾ Coeficiente de variação

⁽²⁾ Probabilidade

A gordura intramuscular é importante para a qualidade da carne em relação ao aroma, suculência e sabor, e é o depósito de gordura de maior interesse em relação à composição de ácidos graxos (Scollan et al., 2006).

A composição de ácidos graxos da carne não foi influenciada pela suplementação (Tabela 4). Os ácidos graxos C4:0; C10:0; C20:4n6; C23:0; C24:0 e C24:1 não foram detectados nas amostras.

Tabela 4. Composição de ácidos graxos da carne, expresso em % de área relativa ao total de ácidos graxos, em função da suplementação fornecida aos bovinos na fase de recria no período das águas

Ácidos graxos (%)	Sem suplemento	Suplementação			P ¹
		proteica	proteico/energética	energética	
C6:0 - Caproíco	0,07	0,05	0,05	0,07	0,761
C8:0 - Caprílico	0,04	0,06	0,05	0,06	0,671
C11:0 - Undecanóico	0,14	0,13	0,16	0,15	0,265
C12:0 - Láurico	0,14	0,14	0,16	0,13	0,232
C14:0 - Mirístico	2,75	2,62	3,15	3,04	0,716
C14:1 - Miristoléico	2,30	2,23	2,07	2,46	0,731
C15:0 - Pentadecanóico	1,25	1,17	1,28	1,19	0,877
C15:1 - Cis-10 pentadecanóico	0,93	0,91	0,67	0,79	0,601
C16:0 - Palmítico	24,70	23,38	24,41	24,32	0,577
C16:1 - Palmitoléico	2,73	2,78	2,87	2,92	0,865
C17:0 - Margárico	1,82	1,92	1,94	1,91	0,776
C17:1 - Heptadecanóico	0,21	0,24	0,21	0,22	0,837
C18:0 - Esteárico	17,67	15,02	17,46	18,37	0,322
C18:1n9c – Oléico	35,69	38,38	36,00	35,86	0,199
C18:1n9t – Vaccênico	0,96	0,96	1,02	1,12	0,099
C18:2n6c – Linoléico	0,10	0,11	0,13	0,10	0,513
C18:2n6t – Linolelaídico	0,07	0,07	0,08	0,08	0,807
C18:3n3 – α-linolênico	0,38	0,52	0,31	0,35	0,538
C18:3n6 – γ-linolênico	0,13	0,13	0,18	0,15	0,689
C20:0 – Araquídico	0,91	0,90	0,88	0,90	0,983
C20:1 - Gadoléico	0,74	1,09	0,76	0,45	0,060
C20:2 - Eicosadienóico	1,13	1,24	1,23	1,16	0,246
C20:3n3 - Eicosatrienóico	0,30	0,33	0,27	0,23	0,584
C20:3n6 - Cis-8,11,14-eicosatrienoico	0,50	0,55	0,59	0,54	0,518
C20:5n3 - Eicosapentaenóico	0,33	0,42	0,34	0,31	0,829
C21:0 - Heneicosanoico	0,02	0,02	0,02	0,02	0,701
C22:0 - Behênico	0,23	0,27	0,12	0,11	0,081
C22:1n9 - Erucico	0,07	0,07	0,05	0,05	0,345
C22:2 - Docosadienóico	0,02	0,02	0,04	0,03	0,168
C22:6n3 - Docosahexaenoico	0,09	0,06	0,07	0,06	0,233
Não Identificáveis	3,60	4,21	3,34	2,84	0,659

⁽¹⁾ Probabilidade

Os ácidos graxos mais abundantes na carne foram o oléico (C18:1n9c), um ácido graxo monoinsaturado, seguido pelo palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), que são ácidos graxos saturados, estes também foram os ácidos graxos mais abundantes observados por Rossato et al. (2010) na carne de bovinos Nelore terminados em pasto.

Os ácidos graxos saturados palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0) são considerados hipercolesterolêmicos (Woollett et al., 1992), sendo o C14:0 o mais hipercolesterolêmico, pois tem potencial para elevar 4 a 6 vezes mais a concentração plasmática de colesterol em comparação ao C16:0 (Mensink & Katan, 1992). Portanto, é importante pesquisar dietas que propiciem a diminuição desses ácidos graxos na carne.

Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa no músculo se encontram associados aos fosfolípidios das membranas celulares, cujos valores são pouco influenciados pela nutrição, a fim de manter propriedades e funções das membranas (Raes et al., 2004). Motivo que pode explicar porque não foi observado efeito da suplementação neste experimento nos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa.

O ácido oléico é o predominante entre os ácidos monoinsaturados na carne de bovinos, independente da alimentação que os animais recebem (Santos, 2011). No presente estudo, os ácidos graxos monoinsaturados corresponderam a 44,43% dos ácidos graxos presentes na gordura da carne, enquanto os ácidos graxos saturados e poliinsaturados corresponderam a 48,89% e 3,19% respectivamente. Não houve efeito da suplementação na proporção de ácidos graxos da carne (Tabela 5).

Existe grande diferença entre a concentração dos ácidos graxos ingeridos pelo ruminante e a concentração encontrada na gordura intramuscular. Embora a dieta fornecida aos bovinos seja predominantemente de ácidos graxos poliinsaturados, pois as forragens verdes apresentam grande proporção de ácidos graxos insaturados como o oléico, linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3), a gordura intramuscular da carne desses animais têm grande proporção de ácidos graxos saturados como o palmítico e esteárico (Ramalho, 2009). Isso ocorre, porque no rúmen acontece o processo de biohidrogenação, em que ácidos graxos insaturados são hidrogenados pelas enzimas das bactérias tornando-os em ácidos graxos saturados (Baldwin et al., 1983).

Os ácidos graxos poliinsaturados e os monoinsaturados são geralmente associados a benefícios à saúde (Scollan et al., 2006). Enquanto que os saturados são considerados hipercolesterolêmicos, no entanto o ácido esteárico pode ter efeito neutro ou redutor nos níveis de colesterol circulante (Monsma et al., 1993). Essa

redução pode ser explicada pela diminuição da absorção de colesterol e aumento da excreção do colesterol endógeno (Schneider et al., 2000).

Tabela 5. Proporção de ácidos graxos da carne em função da suplementação fornecida aos bovinos na fase de recria no período das águas

Características	Sem suplemento	Suplementação			P ¹
		proteica	proteico/energética	energética	
Ácidos graxos saturados ² (%)	49,74	45,68	49,69	50,26	0,26
Ácidos graxos monoinsaturados ³ (%)	43,63	46,67	43,66	43,87	0,26
Ácidos graxos poliinsaturados ⁴ (%)	3,04	3,44	3,31	3,02	0,14
AGMI / AGS	0,899	1,069	0,892	0,885	0,13
AGPI / AGS	0,063	0,079	0,068	0,061	0,09
ω -6 (%) ⁵	0,806	0,852	0,974	0,878	0,38
ω -3 (%) ⁶	1,082	1,331	1,061	0,948	0,29
ω -6/ ω -3	1,154	0,971	1,027	1,134	0,96

¹ Probabilidade; ² AGS; ³ AGMI; ⁴ AGPI; ⁵ ácidos graxos ômega 6; ⁶ ácidos graxos ômega 3.

Conclusões

A suplementação energética proporciona melhor maciez da carne de bovinos Nelore suplementados no período das águas e terminados em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sem alterar as demais características físicas, a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos da carne.

A suplementação com sal mineral, suplemento proteico ou proteico/energético proporcionam os mesmos efeitos nas características da carne.

Referências

- ABERLE, E. D.; REEVES, E. S.; JUDGE, M. D.; HUNSLEY, R. E.; PERRY, T. W. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: Time on a high energy diet. **Journal of Animal Science**, v.52, p.757- 757-763. 1981.
- ABULARACH, M.L.S.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, p.205-210, 1998.

- ALVES, D. D.; GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, jul./set. 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 18. ed. Maryland, 2005, Current through Revision 2, 2007.
- BALDWIN, R.L.; ALLISON, M.J. Rumen metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 57, n. 2, p. 462-477, 1983.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sidney: Sidney University, 1976. 240 p.
- CLIMACO, S.M.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F.; NORO, L.Y.; TURINI, T. Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros ou castrados da raça Nelore, suplementados ou não durante o primeiro inverno. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1867-1872, Dec. 2006.
- CORREIA, P. S. **Estratégias de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas**. 2006. 333 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L.F.G. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *longissimus dorsi* de novilhos red angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002 (suplemento).
- FOLCH, J.; LEE, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.
- FORTIN, A.; SIMPFENDORFER, S.; REID, J. T.; AYALA, H. J.; ANRIQUE, R.; KERTZ, A. F. Effect of level of energy intake and influence of breed and sex on the chemical composition of cattle. **Journal of Animal Science**, v.51 n.3, p.604-614, 1980.
- GOUTEFONGEA, R.; VALIN, C. Quality of beef. 2. Comparison of the organoleptic properties of beef from cows and from young bulls. **Annales de Technologie Agricole**, v. 27, p. 609-627, 1978.
- HARTMAN, L.; LAGO, B. C. A. Rapid preparation of fatty, methyl esters from lipids. **Laboratory Practical**, v. 22, p. 457-477, 1973.
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, n. 4, p. 447 - 457, 1998.
- KRYSL, L.J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2546-2555, 1993.
- LADEIRA, M.M; OLIVEIRA, R.L. Estratégias nutricionais para melhoria da carcaça bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2., 2006, Brasília. **Anais ... Brasília: SIMBOI**, 2006. Disponível em: <<http://www.upis.br/simboi/anais/Estrat%20gias%20Nutricionais%20Para%20Melhoria%20da%20Carca%20Bovina%20-%20M%20Machado%20Ladeira.pdf>> Acesso em 12 jul 2012.

- MENSINK, R.P.; KATAN, M.B. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 12, p. 911-919, 1992.
- MACH, N.; BACH, A.; VELARDE, A.; DEVANT, M. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, v. 78, p. 232-238, 2008.
- MONSMA, C. C.; NEY, D. M. Interrelationship of stearic acid content and triacylglycerol composition of lard, beef tallow and cocoa butter in rats. **Lipids**, Heidelberg, v. 28, n. 6, p. 539-547, 1993.
- MOREIRA, F.B.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *bos indicus* and *bos indicus* x *bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. vol.46, n. 4, p. 609-616, Dec., 2003.
- PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M.; MORENO, C. B; FERREIRA, E. X.; VINHAS, R.I; MONKS, P.L. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, Dec., 2003.
- POLIZEL NETO, A.; JORGE, A.M.; MOREIRA, P.S.A.; GOMES, H.F.B.; PINHEIRO, R.S.B. Desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 Brangus x Nelore recebendo suplemento com cromo complexado à molécula orgânica na terminação a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.737-745, Apr. 2009.
- RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugate linoleic acids in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, p.199-221, 2004.
- RAMALHO, R.O.S. **Ácidos graxos na carne de bovinos Nelore e F1 Sindi Nelore**. 2009. 35 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. Suplementação como estratégia de manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 123-150.
- RODRÍGUES, V.C.; ANDRADE, I.F.; SOUSA, J.C.D. et al. Avaliação da composição corporal de bubalinos e bovinos através do ultra-som. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.5, p.1174-1184, 2001.
- ROSSATO, L.V.; BRESSAN, M.C.; RODRIGUES, E.C.; GAMA, L.T.; BESSA, R.J.B.; ALVES, S.P.A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1127-1134, maio 2010.
- SANTOS, C.C. **Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abate, e sua relação com grupo genético**. 2011. 167f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SCHNEIDER, C.L.; COWLES, R.L.; STUEFER-POWELL, C.L.; CARR, T.P. Dietary stearic acid reduces cholesterol absorption and increases endogenous cholesterol

- excretion in hamsters fed cereal-based diets. **Journal of Nutrition**, v. 130, n.5, p. 1232–1238, 2000.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, n.1, p.17-33, Sep 2006.
- SIEBERT, B.D.; HUNTER, R.A. Supplementary feeding of grazing animals. In: HACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureau, 1982. p. 409-425.
- THOMPSON, J. M. The effects of marbling on flavour and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.645–652, 2004.
- VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2006, 329 p.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L; COSTA, E.C.; VAZ, R.Z.; ROSO, C.; CARRILHO, C.O. Suplementação energética sobre a qualidade da carcaça e da carne de vacas de diferentes idades, terminadas em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.173-182, 2002.
- WOOLLETT, A.L.; SPADY, K.D.; DIETSCHY, M.J. Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low-density lipoprotein receptor activity and production rate. **Journal of Lipid Research**, v. 33, p. 77-88, 1992.

CAPÍTULO 3

Características da carne de bovinos suplementados no período das águas e terminados em confinamento

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação no período das águas associada à terminação em confinamento nas características de qualidade da carne de bovinos. Foram utilizados 48 bovinos Nelore, machos, não castrados, com 14 meses de idade e peso vivo médio inicial de 271 kg, distribuídos em quatro estratégias de suplementação (sem suplemento, suplemento proteico de 1g/kg, proteico/energético de 3g/kg e energético de 7g/kg do peso vivo), terminados em confinamento e abatidos com peso médio de 522 kg. Foram retiradas amostras do músculo *Longissimus thoracis* para análise das características da carne. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos. A utilização da suplementação não produziu efeito sobre a força de cisalhamento, cor, pH, perda de peso por cocção, área de olho-de-lombo e composição centesimal da carne. A suplementação com sal mineral proporcionou maior quantidade de ácido graxo miristoléico (3,32%) e a suplementação energética aumentou a quantidade de ácido graxo palmítico (27,18%) e diminuiu a quantidade de ácido graxo palmitoléico (2,38%) no perfil de ácidos graxos na carne.

Palavras-chave: ácidos graxos, cor, maciez, Nelore, pH

Characteristics of meat of supplemented cattle during the rainy season and finished on feedlot

ABSTRACT - The purpose was to evaluate the effects of supplementation during the rainy season associated with the termination on feedlot on the quality of meat from cattle. Forty-eight Nellore cattle, males, not castrated, with age of 14 months and average initial weight of 271 kg were divided into four supplementation strategies (no supplement, protein of 1 g/kg, protein/energy of 3 g/kg and energy of 7 g/kg of body weight), finished on feedlot and slaughtered at an average weight of 522 kg. Samples were taken from *Longissimus thoracis* to analyze the characteristics of meat. The experimental design was completely randomized with four treatments. Supplementation had no effect ($p>0.05$) on shear force, color, pH, weight loss by cooking, area of rib-eye and centesimal composition of meat. The mineral supplement increased fatty acid myristoleic (3.32%). Energy supplementation increased the fatty acid palmitic acid (27.18%) and palmitoleic fatty acid (2.38%) reduced the meat.

Key Words: color, fatty acids, Nellore, pH, tenderness

Introdução

A produção de bovinos de corte no Brasil se baseia principalmente em sistemas de produção em pasto. Portanto, a pastagem deve oferecer energia, proteína, vitaminas e elementos minerais necessários a manutenção e produção dos animais. A utilização de suplementos minerais é praticada em larga escala e a suplementação com fontes proteicas é realizada principalmente no período da seca, momento em que a concentração de proteína da forragem diminui (Gerdes et al., 2000).

A utilização da suplementação pode melhorar o desempenho de animais em pasto e aumentar a produção de carne, em função do abate de animais mais jovens e pesados (Poppi & McLennan, 1995). Durante o período das águas, há abundância de produção de forragem. Além disso, a utilização da suplementação nesse período pode melhorar o desempenho animal e a capacidade de suporte das pastagens (Reis et al., 2004), dessa forma intensificando a produção.

A intensificação dos sistemas de produção de bovinos de corte é desejável, pois aumenta a produtividade e fornece carne de melhor qualidade. Como observado por Vaz et al. (2007), novilhos terminados em confinamento apresentaram carne com maior quantidade de marmorização e melhorar palatabilidade.

Os consumidores dão importância, no momento da compra da carne, à cor, gordura visível, ao preço e corte da carne, entretanto, com relação à satisfação no momento de consumir o produto, as características de maior relevância são a maciez, o sabor e a suculência (Savell & Shackelford, 1992). Como pode ser observado, há uma relação positiva entre o preço dos cortes cárneos e a maciez.

Segundo Savell & Cross (1988), o mínimo de 3% de extrato etéreo na carne é necessário para se ter boa palatabilidade. No entanto, a carne magra de bovinos Nelore jovens apresenta aproximadamente 1% de gordura (Costa, 2009).

Fatores como genética, raça, idade de abate, condição sexual, alimentação, tratamentos *post-mortem*, quantidade e tipo de colágeno influenciam a maciez da carne (Alves et al., 2005). Dentre as características de qualidade da carne, destacam-se a porcentagem de gordura intramuscular e a maciez (Boleman et al., 1998). Para melhorar essas características de qualidade, é importante intensificar os sistemas de produção.

O efeito da suplementação em animais recriados em pastagens durante o período das águas e seu efeito na terminação em confinamento são escassos nas condições brasileiras (Ramalho, 2006), principalmente em relação à qualidade da

carne. Portanto, é importante o estudo de como a suplementação pode interferir na qualidade da carne.

Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação no período das águas associada à terminação em confinamento nas características de qualidade da carne de bovinos Nelore.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida de acordo com as normas éticas e aprovada pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

O experimento, dividido em duas fases, foi realizado no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana em Colina/SP, pertencente à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). A primeira fase correspondeu ao período de recria em pasto e a segunda fase ao período de terminação dos bovinos em confinamento.

Foram utilizados 48 bovinos Nelore, machos, não castrados, identificados, vacinados, submetidos a controle sanitário, desmamados aos 8 meses de idade com peso vivo médio (PV) de 197 kg e mantidos em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com suplementação alimentar até a idade de 14 meses com PV de 271 kg, quando foram distribuídos em quatro tratamentos que consistiam na suplementação com apenas sal mineral sem suplemento, suplemento proteico, proteico/energético ou energético. O sal mineral era fornecido à vontade e os suplementos proteico, proteico/energético e energético eram fornecidos diariamente na quantidade de 1, 3 e 7 g/kg do PV, respectivamente.

Essa fase de recria ocorreu no período das águas e durou 180 dias. A área experimental foi dividida em piquetes com bebedouro e cocho, os animais foram mantidos em pastejo contínuo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com os diferentes tipos de suplementação fornecida uma vez ao dia, às 13 horas. O suplemento proteico e o proteico/energético foram do tipo comercial com níveis de garantia de 88% de matéria seca (Tabela 1). A suplementação energética foi constituída de milho mais sal mineral.

Após a fase de recria, os animais tinham idade média de 20 meses e peso vivo médio de 387 kg e foram terminados em confinamento, estabelecidos em três baias coletivas com 16 animais por baia e receberam como volumoso bagaço de cana-de-açúcar. Foi fornecido aos animais ração comercial na quantidade de 20 g/kg do PV

com níveis de garantia de 88% de matéria seca, 21% proteína bruta, 8,8% de nitrogênio não-proteico, 0,1% de extrato etéreo, 35% de matéria mineral, 28% de matéria fibrosa e 64% de nutrientes digestíveis totais.

Em cada baía havia bebedouro e cocho, a suplementação dos animais confinados foi fornecida duas vezes ao dia às 8 e 14 horas.

Tabela 1. Composição da suplementação fornecida aos bovinos na fase de recria no período das águas

Componentes (%)	Sem suplemento	Suplementação		
		Proteica ¹	Proteico/Energética ¹	Energética ²
Matéria seca	.	88	88	87,6
Proteína bruta	.	30	25	9,1
Nitrogênio não-proteico	.	13	9	29,4
Extrato etéreo	.	0,1	0,1	4,1
Nutrientes digestíveis totais	.	.	60	87,2
Matéria fibrosa	.	18	16	2,2
Matéria mineral	100	65	25	1,5

¹ Níveis de garantia informado pelo fabricante.

² Composição estimada do milho segundo Valadares Filho et al. (2006).

Os animais permaneceram por 4 meses na fase de terminação, quando atingiram 24 meses de idade média, o peso vivo médio era de 522 kg, foram abatidos após 16 horas de jejum de sólidos, no frigorífico situado em Barretos/SP, distante 25 km de Colina/SP, seguindo o fluxo normal de abate. As carcaças foram divididas em duas metades longitudinais, identificadas, lavadas e colocadas em câmara fria para refrigeração por 24 horas à temperatura de 2 a 4 °C.

Após o resfriamento, da carcaça direita foi retirado o *Longissimus thoracis* entre a 8^a e 10^a costelas, dividido em amostras de 2,5 cm de espessura, identificadas, embaladas a vácuo, individualmente, em sacos plásticos e imediatamente congeladas a -20 °C.

As amostras congeladas de carne foram levadas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal na Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), UNESP, Campus de Botucatu/SP para a realização das análises da cor, pH, perda de peso por cocção, área de olho-de-lombo, força de cisalhamento, composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne.

As amostras foram descongeladas em refrigerador a 4°C por 12 horas, depois retiradas das embalagens e expostas ao ar por 30 minutos para permitir oxigenação superficial. A área de olho-de-lombo foi desenhada diretamente por sobreposição em papel vegetal, posteriormente digitalizada e calculada com auxílio de mesa digitalizadora (modelo MDD 1812 - DIGICOM) acoplada a um computador equipado com o programa Sistema de Planimetria (SPLAN) desenvolvido no Departamento de Engenharia Rural, FCA, UNESP, *Campus* de Botucatu/SP.

A cor da carne foi determinada utilizando-se o colorímetro Minolta CR-410 segundo Honikel (1998). Os parâmetros avaliados foram L*, a* e b* do sistema CIELab, em que L* representa a luminosidade; a* representa intensidade de vermelho, e b* intensidade do amarelo. O pH da carne foi obtido por meio de um peagômetro de penetração (marca Hanna).

A força de cisalhamento foi determinada nas amostras descongeladas por 12 horas a 4°C, que foram submetidas à cocção, em grelha sobreposta automática, até a temperatura interna de 71°C, aferida no centro geométrico das amostras, refrigeradas a 4°C por 12 horas, em seguida foram cortadas em cilindros de 1,27^ocm em temperatura ambiente e avaliadas pelo texturômetro Brookfield CT3 25K Texture Analyzer equipado com um conjunto de lâminas Warner-Bratzler. A perda de peso por cocção foi avaliada pela diferença de peso das amostras antes e depois da cocção em temperatura ambiente.

Para análise centesimal as amostras foram descongeladas e trituradas após a retirada da gordura subcutânea e do tecido conjuntivo externo até a obtenção de uma massa homogênea, segundo a AOAC (2007), obtendo o teor de umidade (item 39.1.02), extrato etéreo (item 39.1.05), resíduo mineral fixo (item 39.1.09) e proteína (item 39.1.19).

Amostras foram descongeladas e trituradas após a retirada da gordura subcutânea e do tecido conjuntivo externo até a obtenção de uma massa homogênea. O perfil de ácidos graxos foi realizado por meio de cromatografia gasosa, sendo os ésteres de ácidos graxos analisados em cromatógrafo com coluna capilar de sílica fundida (Folch et al., 1957; Hartman & Lago, 1973).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 12 repetições, considerando cada animal uma repetição. O modelo experimental foi $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$, onde: Y_{ij} é o valor da parcela que recebeu o tratamento i na repetição j ; μ é a média geral; T_i é o efeito do tratamento i ; ϵ_{ij} é o erro da parcela que recebeu o tratamento i na repetição j . As médias foram comparadas

pelo teste Tukey a 5% de significância Para as análises estatísticas, utilizou-se os programas do SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.0.).

Resultados e Discussão

A suplementação não afetou a força de cisalhamento da carne dos bovinos (Tabela 2). Correia (2006) não obteve influência da quantidade nem do tipo de suplemento na força de cisalhamento dos bovinos suplementados durante o período das águas com a terminação em confinamento.

Tabela 2. Características físicas da carne em função da suplementação fornecida aos bovinos na fase de recria no período das águas

Característica	Sem suplemento	Suplementação			P ¹
		proteica	proteico/energética	energética	
Peso vivo final, recria (kg)	356,50	386,90	408,05	397,50	-
Peso vivo final, terminação (kg)	511,18	510,50	539,57	527,12	-
AOL ² (cm ²)	96,95	92,33	98,24	89,88	0,60
Força de cisalhamento (kg)	6,34	6,57	8,23	7,55	0,15
Perda de peso por cocção (%)	24,58	23,19	26,48	25,88	0,29
pH	5,80	5,87	5,70	5,78	0,78
Luminosidade (L*)	39,54	37,37	37,59	37,33	0,27
Intensidade do vermelho (a*)	18,40	18,30	18,42	17,90	0,90
Intensidade do amarelo (b*)	4,79	4,24	4,27	4,09	0,80

⁽¹⁾Probabilidade

⁽²⁾Área de olho-de-lombo

Santos (2011), ao comparar bovinos suplementados ou não na fase de pasto com terminação em confinamento, também não observou influência da suplementação na força de cisalhamento nem na área de olho-de-lombo (AOL).

A AOL também não foi influenciada pela suplementação neste estudo (Tabela 2). A intenção da suplementação concentrada durante o período de pastejo é aumentar o consumo de energia, o que reflete em ganho de peso diário e maior peso vivo do animal ao abate, principalmente, porque dados obtidos por Santos (2011) sugerem que a suplementação durante o período de pastejo aumenta o crescimento

muscular. De acordo com Rodrigues et al. (2001) há correlação positiva e significativa entre peso vivo e AOL para bovinos.

Não houve diferença entre os tratamentos para a característica pH final. O valor médio do pH, 24 horas *post-mortem*, foi de 5,79 situado no intervalo de 5,4 a 5,8 considerado como adequado (Mach et al., 2008). No Brasil, a maioria dos frigoríficos só exportam carne com pH menor que 5,8, pois carnes com o pH acima de 6,0 são consideradas DFD (*dark, firm, dry* – carne escura, firme e seca). O pH final médio da carne dos animais que receberam suplementação proteica foi de 5,87, ligeiramente superior ao valor máximo preconizado para exportação.

O manejo pré abate como pesagem no dia do abate, transporte e longo período de jejum pode ter gerado estresse pré abate reduzindo as reservas de glicogênio muscular e determinando carnes com valores de pH elevado (Jelenikova et al., 2008).

Carnes com o pH acima de 6,0 são consideradas DFD com coloração mais escura, apesar de algumas amostras terem tido o pH elevado, a cor da carne não foi influenciada pela suplementação (Tabela 2). Muchenje et al. (2009) relataram variação para luminosidade de 33,2 a 41,0, intensidade do vermelho de 11,1 a 23,6 e intensidade do amarelo de 6,1 a 11,3. Portanto, neste trabalho, a média de 37,98 para luminosidade e 18,25 para intensidade do vermelho estão dentro dessa variação, mas a intensidade do amarelo que foi de 4,35 ficou abaixo.

Santos (2011) e Correia (2006) não obtiveram efeito da suplementação sobre a cor e perda de peso por cocção da carne dos bovinos suplementados na fase de pasto e terminados em confinamento.

No presente estudo, a perda de peso por cocção da carne não foi influenciada pela suplementação dos animais com média de 25,08% (Tabela 2). O valor da perda de peso por cocção é um indicativo da capacidade de retenção de água pela carne (Correia, 2006), pois quanto menos a carne perder água na cocção melhor sua qualidade, devido a menores perdas de líquidos durante o preparo das amostras favorecem a suculência e a palatabilidade da carne (Costa et al., 2002).

Os animais deste estudo receberam diferentes quantidades de energia durante a fase de pasto, mas não houve efeito das diferentes suplementações para a composição centesimal da carne (Tabela 3), que foi de 75,12; 22,86; 1,30 e 1,20% para umidade, proteína, extrato etéreo e resíduo mineral fixo respectivamente. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Santos (2011) que não observou influência da suplementação sobre o teor de umidade e extrato etéreo da carne.

O extrato etéreo é um indicativo da quantidade de gordura intramuscular que é importante para a qualidade da carne e é o depósito de gordura de maior interesse em relação à composição de ácidos graxos e à saúde humana (Scollan et al., 2006).

Tabela 3. Composição centesimal da carne em função da suplementação fornecida aos bovinos na fase de recria no período das águas

Característica (%)	Sem suplemento	Suplementação			CV ¹	P ²
		proteica	proteico/energética	energética		
Umidade	75,28	74,98	75,26	74,94	1,21	0,68
Proteína	22,66	23,12	22,65	23,06	4,02	0,42
Extrato etéreo	1,12	1,41	1,38	1,31	54,09	0,73
Resíduo mineral fixo	1,21	1,19	1,20	1,20	6,45	0,89

⁽¹⁾Coeficiente de variação

⁽²⁾Probabilidade

A composição de ácidos graxos da carne foi influenciada pela suplementação (Tabela 4). Os ácidos graxos C4:0; C10:0; C20:4n6; C23:0; C24:0 e C24:1 não foram detectados nas amostras.

A utilização apenas do sal mineral aumentou a quantidade de ácido graxo miristoléico (C14:1) na carne. O uso da suplementação energética produziu maior quantidade de ácido graxo palmítico (C16:0) do que o sal mineral e a suplementação proteica, e menor quantidade de ácido graxo palmitoléico (C16:1) do que o sal mineral e a suplementação proteico/energética.

Em assim sendo, a suplementação energética pode produzir carne com característica mais hipercolesterolêmica, pois os ácidos graxos mirístico (C14:0) e palmítico são considerados hipercolesterolêmicos (Farfan, 1996).

Outro ácido graxo saturado também abundante na carne é o esteárico (18:0). Entretanto, esse ácido graxo não é considerado hipercolesterolêmico, pois no organismo pode ser convertido em ácido oléico (C18:1n9c) (Caggiula & Mustad, 1997; Schaefer, 2002). Neste estudo, o ácido oléico foi o ácido graxo mais abundante na carne. De acordo com Mensink & Zock (1998), o ácido oléico atua positivamente na redução da concentração do LDL-colesterol e na elevação do HDL-colesterol no sangue, produzindo benefícios à saúde humana.

Tabela 4. Composição de ácidos graxos da carne, expresso em % de área relativa ao total de ácidos graxos, em função da suplementação fornecida aos bovinos na fase de recria no período das águas

Ácidos graxos (%)	Sem suplemento	Suplementação			P ¹
		proteica	proteico/energética	energética	
C6:0 - Caproico	0,06	0,04	0,06	0,08	0,80
C8:0 - Caprílico	0,03	0,06	0,04	0,04	0,59
C11:0 - Undecanóico	0,11	0,09	0,08	0,1	0,31
C12:0 - Láurico	0,08	0,07	0,09	0,08	0,19
C14:0 - Mirístico	3,57	3,46	3,33	3,38	0,97
C14:1 - Miristoléico	3,32a	2,38b	2,54b	2,12b	0,01
C15:0 - Pentadecanóico	1,38	1,27	1,19	1,30	0,84
C15:1 - Cis-10 pentadecanóico	1,19	0,84	1,08	1,14	0,42
C16:0 - Palmítico	24,80b	25,36b	25,62ab	27,18a	0,04
C16:1 - Palmitoléico	2,84a	2,59ab	2,82a	2,38b	0,03
C17:0 - Margárico	1,69	1,61	1,62	1,44	0,18
C17:1 - Heptadecanóico	0,51	0,50	0,52	0,53	0,53
C18:0 - Esteárico	16,13	17,15	17,82	16,41	0,71
C18:1n9c – Oléico	36,91	36,61	36,83	36,79	0,98
C18:1n9t – Elaídico	1,24	1,19	1,18	1,19	0,63
C18:2n6c – Linoléico	0,11	0,10	1,11	0,11	0,70
C18:2n6t – Linolelaídico	0,06	0,05	0,06	0,07	0,51
C18:3n3 – α-linolênico	0,34	0,42	0,27	0,20	0,25
C18:3n6 – γ-linolênico	0,20	0,29	0,20	0,20	0,10
C20:0 – Araquídico	0,21	0,12	0,16	0,22	0,28
C20:1 - Gadoléico	0,74	0,85	0,72	0,87	0,89
C20:2 - Eicosadienóico	0,79	0,82	0,67	0,74	0,09
C20:3n3 - Eicosatrienóico	0,22	0,17	0,20	0,17	0,76
C20:3n6 - Cis-8,11,14-eicosatrienoico	0,40	0,44	0,43	0,40	0,55
C20:5n3 - Eicosapentaenóico	0,24	0,10	0,18	0,15	0,28
C21:0 - Heneicosanóico	0,12	0,11	0,10	0,10	0,39
C22:0 - Behênico	0,39	0,44	0,20	0,22	0,23
C22:1n9 - Erucico	0,04	0,07	0,03	0,04	0,67
C22:2 - Docosadienóico	0,02	0,02	0,03	0,03	0,59
C22:6n3 - Docosaheptaenóico	0,05	0,03	0,03	0,06	0,59
Não Identificáveis	2,18	2,86	1,66	2,26	0,37

⁽¹⁾ Probabilidade

^{a,b} Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente (P>0,05)

A suplementação energética foi constituída por milho, que pode causar alterações na microbiota ruminal, pois dietas com concentrado diminuem o pH ruminal, que reduz a lipólise e a biohidrogenação ruminal proporcionando carne com perfil lipídico mais insaturado (Demeyer & Doreau, 1999). No entanto, a suplementação energética, apesar de ter influenciado a quantidade de alguns ácidos graxos, não influenciou na quantidade total dos ácidos graxos saturados e insaturados, inclusive a suplementação não influenciou na proporção de ácidos graxos saturados, insaturados, ômega 6 e ômega 3 da carne nem suas relações (Tabela 5).

Tabela 5. Proporção de ácidos graxos da carne em função da suplementação fornecida aos bovinos na fase de recria no período das águas

Características	Sem suplemento	Suplementação			P ¹
		proteica	proteico/energética	energética	
Ácidos graxos saturados ² (%)	48,59	49,78	50,33	50,55	0,68
Ácidos graxos monoinsaturados ³ (%)	46,80	45,02	45,72	45,07	0,48
Ácidos graxos poliinsaturados ⁴ (%)	2,428	2,345	2,288	2,123	0,34
AGMI / AGS	0,971	0,916	0,919	0,909	0,70
AGPI / AGS	0,050	0,048	0,046	0,043	0,44
ω -6 (%) ⁵	0,771	0,786	0,892	0,776	0,19
ω -3 (%) ⁶	0,851	0,719	0,691	0,577	0,32
ω -6/ ω -3	1,318	1,617	1,743	2,339	0,35

¹ Probabilidade; ² AGS; ³ AGMI; ⁴ AGPI; ⁵ ácidos graxos ômega 6; ⁶ ácidos graxos ômega 3.

Gatellier et al. (2005) não observaram diferença no teor de ácidos graxos monoinsaturados na gordura intramuscular de bovinos terminados exclusivamente em pastagens ou em dietas com participação de concentrado.

Santos (2011) verificou maiores níveis apenas de ácido graxo esteárico na carne dos bovinos suplementados do que dos não suplementados, como também a suplementação no segundo ano do estudo resultou em maiores níveis apenas do ácido graxo mirístico.

A dieta fornecida aos bovinos é predominantemente poliinsaturada, pois as forragens verdes apresentam grande proporção de ácidos graxos insaturados como o oléico (C18:1n9c), linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3), entretanto a gordura intramuscular da carne têm grande proporção de ácidos graxos saturados (Ramalho,

2009), devido ao processo de biohidrogenação ruminal, em que ácidos graxos insaturados são hidrogenados pelas enzimas das bactérias tornando-os em ácidos graxos saturados (Baldwin et al., 1983). Ocorre também durante a absorção dos ácidos graxos a transformação de parte da gordura da carne em monoinsaturada por mecanismos fisiológicos (Ramalho, 2009).

Neste estudo, os ácidos graxos mais abundantes na carne foram os saturados com 49,83%, o valor para os monoinsaturados foi um pouco menor, 45,65%, e a menor quantidade ficou para os poliinsaturados com 2,292%.

Conclusões

A suplementação de bovinos na recria no período das águas com terminação em confinamento não afeta as características físicas e a composição centesimal da carne. Entretanto, a suplementação produz efeito no perfil de ácidos graxos, pois a utilização apenas do sal mineral sem suplemento aumentou a quantidade de ácido graxo miristoléico e a suplementação energética aumentou a quantidade de ácido graxo palmítico e diminuiu a quantidade de ácido graxo palmitoléico.

Referências

- ALVES, D. D.; GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, jul./set. 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 18. ed. Maryland, 2005, Current through Revision 2, 2007.
- BALDWIN, R.L.; ALLISON, M.J. Rumen metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 57, n. 2, p. 462-477, 1983.
- BOLEMAN, S. L.; BOLEMAN, S. J.; MORGAN, W. W.; HALE, D. S.; GRIFFIN, D. B.; SAVELL, J. W.; AMES, R. P.; SMITH, M. T.; TATUM, J. D.; FIELD, T. G.; SMITH, G. C.; GARDNER, B. A.; MORGAN, J. B.; NORTH CUTT, S. L.; DOLEZAL, H. G.; GILL, D. R.; RAY, F. K. National beef quality audit - 1995: Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, n.1, p.96-103, 1998.
- CAGGIULA, A.W.; MUSTAD, V.A. Effects of dietary fat and fatty acids on coronary artery disease risk and total and lipoprotein cholesterol concentrations: epidemiologic studies. **Animal Journal Clinical Nutrition**, v. 65, (Suppl): p.1597-1610, 1997.
- CORREIA, P. S. **Estratégias de suplementação de bovinos de corte em pastagens durante o período das águas**. 2006. 333 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

- COSTA, D. P. B. **Características da carne de novilhos Nelore alimentados com caroço de algodão**. 2009. 59 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- COSTA, E. C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES, L. F. G. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.417-428, 2002 (suplemento).
- DEMEYER, D.; DOREAU, M.; Targets and procedures for altering ruminant meat and Milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 58, n. 3, p. 593-607, 1999.
- FOLCH, J.; LEE, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 226, p. 497-509, 1957.
- FARFAN, J.A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Seminário "COLESTEROL": análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde. Campinas: ITAL, **Anais...** 1996. p.35-44.
- GATELLIER, P.; MERCIER, Y. JUIN, H. et al. Effect of finishing mode (pasture or mixed-diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. **Meat Science**, v.69, p. 175-186, 2005.
- GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T. et al. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras marandu, setária e tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p.955-963, 2000.
- HARTMAN, L.; LAGO, B. C. A. Rapid preparation of fatty, methyl esters from lipids. **Laboratory Practical**, v. 22, p. 457-477, 1973.
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 4, p. 447 - 457, 1998.
- JELENÍKOVÁ, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of *ante-mortem* treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Science**, v.80, p.870-874, 2008.
- MACH, N.; BACH, A.; VELARDE, A.; DEVANT, M. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, v.78, p.232-238, 2008.
- MENSINK, R. P.; ZOCK, P. L. Lipoprotein metabolism and trans fatty acids. In J. L. SEBEDIO & W. W. CHRISTIE (Eds.), **Trans fatty acids in human nutrition** (p.217–234). Dundee: The Oily Press, 1998.
- MUCHENJE, V.; DZAMAC, B.K.; CHIMONYOA, M. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, v.112, p.279-289, 2009.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 73, p 278-290, 1995.
- RAMALHO, R.O.S. **Ácidos graxos na carne de bovinos Nelore e F1 Sindi Nelore**. 2009. 35 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

- RAMALHO, T.R.A.. **Suplementação proteica ou energética para bovinos recriados em pastagens tropicais**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- REIS, R.A.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; FREITAS, D.; MELO, G.M.P.; BALSALOBRE, M.A.A. Suplementação proteico-energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE: PECUÁRIA DE CORTE INTENSIVA NOS TRÓPICOS, 5., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 171-226.
- RODRÍGUES, V.C.; ANDRADE, I.F.; SOUSA, J.C.D. et al. Avaliação da composição corporal de bubalinos e bovinos através do ultra-som. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.5, p.1174-1184, 2001.
- SANTOS, C.C. **Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abate, e sua relação com grupo genético**. 2011. 167f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SAVELL, J. W.; CROSS, H. R. The role of fat in the palatability of beef, pork and lamb. In: **Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace**. Washington: National Academy Press, 1988.
- SAVELL, J.; SHACKELFORD, S.D. Significance of tenderness to the meat industry. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 45., 1992, Ft. Collins. **Proceedings...** Ft. Collins: Colorado State University, 1992. p.43-46.
- SCHAEFER, E.J. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. **Animal Journal Clinical Nutrition**, v. 75, n. 2, p. 191-212, 2002.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, n.1, p.17-33, Sep 2006.
- VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2006, 329 p.
- VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PÁDUA, J. T.; METZ, P. A. M.; MOLETTA, J. L.; FERNANDES, J. J. R. Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 31-40, 2007.

CAPÍTULO 4

IMPLICAÇÕES

A utilização da suplementação, no caso, a suplementação energética durante o período das águas com terminação em pasto proporcionou carne mais macia, melhorando a sua qualidade. Entretanto, a decisão de suplementar os animais depende do retorno esperado com essa atividade. Portanto, recomenda-se realizar análise econômica criteriosa.

Em outros estudos sobre a utilização da suplementação no período das águas, houve aumento do ganho de peso durante o período da suplementação energética, o peso de abate foi mais elevado e a análise econômica mostrou que houve aumento do custo, mas o lucro pode ser semelhante.

A suplementação alimentar é uma alternativa viável também por aumentar a taxa de lotação na fase de pasto, aumentando a lucratividade sem aumentar a área utilizada, principalmente, em localidades onde o valor da terra é alto.

A suplementação também pode contribuir para a padronização das carcaças e antecipar a idade de abate dos animais, abatendo animais jovens. Dessa forma pode se estabelecer acordos com os frigoríficos para haver melhor pagamento aos produtores.

Deve se pesquisar mais sobre o perfil de ácidos graxos da carne, pois há relação com a saúde humana. Neste estudo pode se observar que animais alimentados a pasto apresenta melhor perfil de ácidos graxos na carne com vista à saúde humana.