

JUCILENE CAVALI

**EFEITOS DE IDADE E SUPLEMENTAÇÃO PROTÉICA SOBRE
CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E QUALIDADE DE CARNE
DE BOVINOS CRIADOS EM PASTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do Título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

JUCILENE CAVALI

EFEITOS DE IDADE E SUPLEMENTAÇÃO PROTÉICA SOBRE
CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E QUALIDADE DE CARNE DE
BOVINOS CRIADOS EM PASTO

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para obtenção
do Título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 08 de abril de 2010.

Prof Lúcio Alberto Miranda Gomide
(Co-orientador)

Prof. Mário Fonseca Paulino
(Co-orientador)



Prof. Pedro Eduardo de Felício

Prof^a. Cristina de Mattos Veloso

Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino
(Orientador)

Dedico

Aos meus amados pais, Hilário e Alice; por tudo o que significam em minha vida, por não medirem esforços para minha formação pessoal, pela confiança, além do exemplo de luta, simplicidade e dedicação.

Ao meu querido irmão Diones pelo apoio afetivo e torcida ao longo de minha vida.

Às famílias que me acolheram como filha ao longo dos estudos, pela confiança, carinho e amizade tornando minha vida mais feliz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por me dar força e esperança para que eu possa alcançar os meus objetivos.

À Universidade Federal do Acre, ao Departamento de Engenharia Agrônômica, pela formação acadêmica básica; ao Departamento Zootecnia da Universidade federal de Viçosa pela realização do Mestrado e Doutorado e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo, que me possibilitou estudar e ter uma vida agradável em Viçosa.

Ao prof. Pedro Veiga, pela oportunidade de trabalhar na área de qualidade de carne, da qual muito me identifiquei, pela orientação em todo o doutorado, pelas oportunidades curriculares e pela amizade. Ao prof. Obeid, pela oportunidade de orientação e atenção no doutorado, pela disposição em ajudar no que fosse preciso.

Ao prof Mario Paulino pela concessão das estruturas necessárias para realização dos experimentos e co-orientação. Ao prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, pela confiança e concessão do laboratório e auxílio nos imprevistos experimentais. Ao prof. Lúcio pela co-orientação, pelas sugestões na melhoria do trabalho realizado e pela sempre atenção nos momentos de dúvidas. Ao prof. Pedro Felício por todos os ensinamentos, pelo carinho e maravilhoso caráter. A Prof^a. Cristina pela atenção e contribuição à Tese.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela contribuição em momentos de dúvida.

Aos amigos da, pelo auxílio, confiança e momentos de alegria; aos amigos de campo pela ajuda indispensável e pela alegria durante os trabalhos; pela amizade e confiança, A todos os demais que colaboraram direta ou indiretamente para que o trabalho fosse realizado.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV: Monteiro, Fernando, Plínio, Sô Mário, Wellington, pela amizade e auxílio, durante as análises laboratoriais. Aos funcionários do DZO/UFV, Celeste, Raimundo, Rosana, Venâncio, zezé e Joélcio, por estarem sempre aptos a ajudar no que fosse preciso e pela amizade. Aos amigos, Maykel Acreano, Gleidson, Juliana, Michele, Marcia Santana pela amizade cultivada mesmo a

distância, pelo grande incentivo e pelos momentos compartilhados de alegria e pelo apoio nos momentos de dificuldade. Pois verdadeiras amizades perduram para sempre! Aos estagiários Márcia Pinho, Natália, Laura, Rebeca (Baiana) pelo auxílio e amizade. A Anny, pela generosa contribuição experimental, pelo caráter admirável. A Márcia Candido, pelo auxílio nas análises, orientação e amizade que tornaram o período de análise laboratorial mais agradável. Ao Henrique Fernandes pela parceria no desenvolvimento experimental.

Aos amigos irmãos do LPV, à Ivanna (irmãzinha), ao Marcio pelo companheirismo nas análises laboratoriais e amizade, a Josiane, Simone, João Paulo (toquinho) e Rafael Mezzomo. Aos amigos Andréia, Vitor e Eloísa (Elô), Éden, Ériton, Livia, pela amizade e contribuição durante a realização do experimento, ao Marcos Marcondes pela sempre disposição em ajudar; enfim, por todos aqueles que agora não me lembro, não pela falta de consideração, mas simplesmente, por no momento a memória me faltar os nomes, também muito importantes que fizeram e fazem parte da minha história, por terem propiciado momentos de alegria. As amigas (família) de república, Lenilda, Renata, Heloísa, Laura, Flávia, Luana e Katiane pela prazerosa convivência e momentos de alegria compartilhados.

Especialmente ao Marlos pelo amor, carinho, especial convivência e pelo constante incentivo, sempre me apoiando de forma agradável e amiga, fundamental para realização do meu trabalho.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para que esse trabalho fosse realizado. A todos aqueles que me apoiaram e me ensinaram durante todo esse tempo, e que continuam ao meu lado hoje e sempre.

BIOGRAFIA

JUCILENE CAVALI, filha de Hilário Cavali e Maria Alice Cavali, nasceu no dia 10 de junho de 1981 em Porto Velho, Rondônia.

Em dezembro de 1998, concluiu o ensino médio no Colégio Dom Bosco, na cidade de origem.

Em fevereiro de 1999, iniciou o curso de graduação em Engenharia Agrônômica na Universidade Federal do Acre, concluindo o mesmo em agosto de 2004.

Em agosto de 2004, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia, na área de Forragicultura e Pastagens, defendendo tese em 10 de agosto de 2006.

Em agosto do mesmo ano, ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de cadeia produtiva da carne.

Em abril de 2010, submeteu-se à defesa da Tese “Efeitos da Idade e Suplementação Protéica sobre Características de Carcaça e Qualidade de Carne de Bovinos Criados em Pasto”.

ÍNDICE

RESUMO	vii	
ABSTRACT.....	Erro! Indicador não definido.	
INTRODUÇÃO GERAL.....	x	
REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS	6	
CAPÍTULO 1		
Estratégias de suplementação protéica e seus efeitos sobre características da carcaça de novilhos recriados em pasto Erro! Indicador não definido.		
Introdução.....	12	
Material e Métodos	Erro! Indicador não definido. 6	
Resultados e Discussão	Erro! Indicador não definido. 9	
Conclusões	30	
Literatura Citada	31	
CAPÍTULO 2		
Qualidade de carne de novilhos criados a pasto em diferentes idades e estratégias de suplementação		34
Introdução.....	36	
Material e Métodos	38	
Resultados e Discussão	46	
Conclusões	64	
Literatura Citada	65	
CAPÍTULO 3		
Perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de novilhos terminados a pasto em diferentes idades e estratégias de suplementação		68
Introdução.....	70	
Material e Métodos	72	
Resultados e Discussão	78	
Conclusões	99	
Literatura Citada	100	
CONCLUSÕES GERAIS	107	

RESUMO

CAVALI, Jucilene, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2010. **Efeitos de idade e suplementação protéica sobre características de carcaça e qualidade de carne de bovinos criados em pasto.** Orientador: Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Co-orientadores: Mário Fonseca Paulino e Lúcio Alberto Miranda Gomide.

Acompanhou-se o crescimento de tourinhos de corte mantidos em pasto, da amamentação à terminação, recebendo diferentes estratégias de suplementação. O objetivo com este estudo foi avaliar por ultra-sonografia, as características quantitativas da carcaça, do desmame ao final da recria e correlacioná-las com medidas das carcaças dos animais na terminação; avaliar a qualidade da carne quanto a composição química, os tipos de fibras musculares, o índice de fragmentação miofibrilar e a força de cisalhamento, perdas exsudativas e índice de cor da carne; bem como, avaliar o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi*. Foram utilizados 52 bezerros, não-castrados, Nelore, distribuídos em quatro tratamentos, mantidos em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf e suplementados com concentrados formulados com diferentes perfis protéicos ou sal mineral *ad libitum* (controle). As estratégias de suplementação denominadas T1, T2 e T3 foram constituídas, na amamentação, por suplementos contendo 10, 20 e 30% de proteína bruta, respectivamente, ofertados em sistema de *creep feeding*; enquanto nas demais fases (recria na seca, recria na transição secas-águas e terminação nas águas) mantendo-se os concentrados isoprotéicos em 33% e 27% nas recrias e terminação, respectivamente, variando-se apenas o teor de nitrogênio não protéico (NNP), os quais caracterizavam os tratamentos T1, T2 e T3 em 0, 4 e 8% de uréia nas recrias e 0, 3 e 6% de uréia na terminação. Os suplementos foram fornecidos diariamente nas quantidades de 1,2; 1,5 e 2,0 kg para amamentação, recrias e terminação, respectivamente. Os animais foram abatidos aos 250, 343, 446 e 580 dias de idade, referente às fases de produção de cria, recria I, recria II e terminação, respectivamente. Mensurações ultras-sonográficas das carcaças: área de olho-de-lombo – AOL, espessura de gordura subcutânea na região

dorso-lombar – EGS, e sobre o músculo *Bíceps femoris* - P8, foram tomadas ao final das fases de cria, recria I, recria II e terminação. Medidas das carcaças dos animais obtidas pós-abate foram utilizadas para correlacioná-las com as medidas ultrassonográficas obtidas nas demais fases. Os animais suplementados tiveram maior ($P<0,10$) AOL, EGS e P8, na fase de amamentação, em relação ao controle. A EGS foi superior ($P<0,10$) para os bezerros que receberam os maiores níveis de proteína bruta nos suplementos. As estratégias de alimentação protéicas propostas foram eficientes em proporcionar ganhos de massa muscular por aumentar a AOL ($P<0,10$) com incrementos de $0,0354 \text{ cm}^2$ ao dia, dos 250 aos 446 dias de idade, além de promover maior EGS, comparado aos animais do grupo controle, suplementados exclusivamente com sal mineral (1,08 mm vs 0,44 mm), mesmo em animais precoces no período seco do ano. As medidas de carcaça dos animais abatidos na fase de terminação melhor correlacionaram-se com as medidas ultrassonográficas dos animais a desmama. Em relação à qualidade da carne, a idade ao abate de tourinhos suplementados a pasto exerceu influência ($P<0,10$) sobre os tipos de fibras musculares, índice de fragmentação miofibrilar e gordura intramuscular. Porém, não influenciou ($P>0,10$) a força de cisalhamento, sendo possível caracterizar as carnes como macias. As estratégias de alimentação favoreceram modulações entre os tipos de fibras musculares, com maior frequência de fibras brancas para os suplementos contendo maiores níveis de NNP (T2 e T3), não influenciando os demais parâmetros de qualidade da carne. Para os aspectos relacionados à coloração da carne e perda de exsudatos, a idade ao abate influenciou ($P<0,10$) a qualidade da carne dos novilhos, caracterizando as carnes como vermelhas e pouco exsudativas. As estratégias de suplementação reduziram ($P<0,10$) as perdas por descongelamento. A carne dos animais abatidos na fase de amamentação, apresentou perfil de ácidos graxos com alta presença de eicosapentanoicos - EPA, docosapentanoicos - DPA e docosahexanoicos - DHA, além de maiores valores de ácidos linoléicos conjugados - CLA, destacando-se entre os ácidos graxos de importância nutracêutica. A fase de maior restrição nutricional, ou período seco dado por meados recria II, favoreceu maior biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos. A terminação de novilhos precoces em pasto favoreceu ($P<0,10$) a deposição de ácidos graxos

monoinsaturados (AGM) e reduziu poliinsaturados (AGP) mantendo constantes os ácidos graxos saturados (AGS); contudo, reduziu eicosanóides antiinflamatórios da série n-3. A carne dos animais que receberam apenas mistura mineral, apresentaram maiores ($P<0,10$) teores de ácido graxo palmítico (C16:0) e menores de esteárico (C18:0), porém não diferiram ($P>0,10$) dos suplementados quanto aos AGS. O pasto favoreceu ($P<0,10$) oléico (C18:1), linolênico (C18:3) e ácidos graxos da série n-3, além da ação das enzimas endógenas responsáveis por dessaturações ($\Delta 9$ -dessaturases), AGM e EPA na gordura intramuscular dos animais que consumiram apenas sal mineral. A suplementação protéica aumentou ($P<0,10$) AGP e a razão n-6/n-3, sem exceder a razão benéfica de 4:1, reduziu AGM e EPA, porém não influenciou ($P>0,10$) os teores dos AGS. A idade e os sistemas de alimentação modificaram o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular. Entretanto, a carne de novilhos precoces suplementados em pasto pode ser considerada de alta qualidade quanto ao perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular, constituindo um alimento saudável segundo os novos padrões dietéticos, independente da estratégia de suplementação protéica avaliada.

ABSTRACT

CAVALI, Jucilene, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April of 2010. **Effects of age and supplementation strategies on carcass traits and meat quality of bulls grazing tropical pasture.** Adviser: Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Co-Advisers: Mário Fonseca Paulino and Lúcio Alberto Miranda Gomide.

Follow the growth of bulls feeding on pasture, weaning termination, receiving different strategies of supplementation. Fifty two Nellore bulls, grazing *Brachiaria decumbens* pasture, were used, separated in four groups representing bulls fed ad libitum with mineral salt and tree protein supplementation strategies and thirteen replicates. Strategies T1, T2 and T3 were formulated with corn, soybean meal and composed by the levels of 10, 20 and 30 % of crude protein on creep-feeding ration and by urea levels background ration, keeping isoproteic the ration. The bulls were fed everyday with 1.2, 1.5 and 2.0 kg/animal to calves, growing and finishing bulls, respectively. On each age the animals were slaughtered and a sample of the *Longissimus dorsi* was taken at the level of the last rib to analyses of meat. The objective was evaluate the effects of strategies protein supplementation strategies on in vivo carcass traits of bulls grazing pasture by ultrasound, avaluate the meat quality according to muscle fibers traits, index of myofibrillar fragmentation, meat shear force, exudative losses and meat color ad fatty acid profile of intramuscular fat of bulls grazing tropical pasture on different ages. The protein supplementation provided greater *Longissimus* muscle area (AOL), subcutaneous fat thickness (RIB) and rump fat (RUMP) in beef calves fed in a creep feeding system and the RIB were greater when highest levels of crude protein in supplements were offered. The protein supplementation strategies proposed was efficient ($P<0.10$) to improve gain the carcass muscularity with increases of the AOL ($P<0.10$) in $0.0354 \text{ cm}^2/\text{day}$, from 250 to 446 days old, in addition to promoting greater RIB compared to the animals receiving mineral mix (1.08 mm vs 0.44 mm) even in young bulls in dry season of the year, which allows obtaining bulls with adequate carcass composition to slaughter in lower age. The carcass traits of finishing bulls were better correlated with traits measured by ultrasound on calves phase. The correlations profile of measures

in ages was influenced by protein supplementation keeping nutritional restriction and by kind of tissue evaluated, muscle or fat tissues.

The different ages of slaughter growing and finishing bulls fed in pasture modify parameters of meat quality as kind of muscle fibers, myofibrillar fragmentation index and intramuscular fat ($P < 0.10$), however didn't it under shear force ($P > 0.10$), being possible define the meat of young bulls who tender beef. The finishing bulls grazing tropical pasture are defined by red meat color and lower losses of water. The strategies of supplementation favor changes among muscle fibers with increase of white fiber frequency or IIB fibers, to the supplement with most levels of non protein nitrogen (NPN) and decrease defrost losses ($P < 0.10$), don't modifying another's traits of meat quality. In the last study was to evaluate the fatty acid profile of intramuscular fat (IMF) was determined by gas chromatography. The calf meat has fatty acid profile with high levels of EPA, DPA and DHA, and yet high values to conjugated linoleic acid (CLA), standing all fatty acid with nutraceutical importance. The period of nutritional restriction or dry period favors the ruminal biohydrogenation of fatty acids. The finishing of young bulls in pasture improve monounsaturated fatty acids (MUFA) and decrease polyunsaturated (PUFA) keeping constant the saturated fatty acids (SFA), however decrease the eicosanoids non-inflammatory of n-3 series. IMF of bulls of the control group (pasture + mineral mixture) had greater ($P < 0.10$) contents of palmitic (C16:0), oleic (C18:1), linoleic (C18:3) and eicosapentaenoic acid (EPA), more monounsaturated fatty acids (MUFA) and lower stearic acid (C18:0) when compared to the other groups, but did not differ ($P > 0.10$) from the supplemented counterparts regarding total saturated fatty acids (SFA) content. Protein supplementation improved ($P < 0.10$) the amount of polyunsaturated fatty acids (PUFA) and n-6/n-3 ratio of the IMF of the animals, when compared to the control group. However, the MUFA and EPA content of the IMF of the supplemented animals were lower ($P < 0.10$) than the values observed in the animals that received only mineral mixture. Different strategies of protein supplementation of young bulls grazing tropical pastures can modify the fatty acid profile of intramuscular fat and thus be used as a tool to produce beef that meets specific niche markets.

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de carne bovina no Brasil é predominantemente baseada na utilização de pastos, sendo a fonte mais econômica de nutrientes para os ruminantes nos trópicos (Paulino et al., 2008). Contudo, variações qualitativas e quantitativas de forragem ao longo do ano comprometem os índices produtivos, da pecuária de corte nacional, afetando a produção por animal e/ou por área. Este problema é facilmente constatado pela existência de grandes áreas de pastagens com baixa capacidade produtiva e áreas degradadas ao longo de anos de exploração extrativista em todas as regiões do país.

O uso de suplementos múltiplos para animais criados em pastagens é uma alternativa viável para os pecuaristas, por facilitar a recuperação e manejo das pastagens e por complementar as deficiências do pasto, sobretudo durante o período de seca, contribuindo para o maior crescimento animal, visando à intensificação da produção de carne bovina no sistema de produção a pasto, através da obtenção de novilhos precoces e superprecoces. Bons ganhos de peso desde a fase de desmama são fundamentais para o sucesso de um sistema intensivo de criação, além de pré-condicionar o animal ao tipo de alimentação que ele vai receber nas demais fases de produção, beneficiando o desempenho do animal (Paulino et al., 2001). Além disso, a suplementação múltipla durante todo o ano possibilita maiores rendimentos e retorno econômico mesmo no período das chuvas (Euclides et al., 2001, Porto et al., 2009). A suplementação no intuito de intensificar a produção por área, indiretamente tem relação positiva com questões ambientais, como uma alternativa à abertura de novas áreas de pastagens.

Geralmente, no sistema de criação do novilho precoce a pasto, a desmama é realizada no início do período seco e a recria tende a se estender por toda esta fase do ano (Paulino et al., 2002; Fernandes, 2009), a qual coincide com a fase produtiva de rápido crescimento animal e alta taxa de deposição de tecido muscular, visto que animais jovens são mais eficientes na conversão de nutrientes, principalmente proteína (Silva et al., 2002). Assim, ênfase especial à suplementação múltipla é dada de forma a corrigir as deficiências protéicas do pasto, visando suprir as exigências dos animais criados a pasto, especialmente no período seco, quando o aumento da parede

celular e a lignificação (Van Soest, 1994) reduzem a qualidade da forragem. Os teores protéicos das gramíneas, nesse período, encontram-se facilmente abaixo do mínimo de 7%, valor necessário para manter a atividade microbiana ruminal, conforme relatado por Minson (1990) e Lazzarin et al. (2006). Adicionalmente, maior parte desta proteína encontra-se indisponível, ligada a parte fibrosa das plantas forrageiras (Mathis et al., 2001), prejudicando as condições ruminais para a adequada atividade dos microrganismos no rúmen e influenciando negativamente a digestibilidade.

Bezerros jovens são ainda sensíveis à qualidade da proteína oferecida devendo-se dar preferência aquelas mais digestíveis e com adequado perfil de aminoácidos. Já na fase de desmama os requerimentos dietéticos de nitrogênio degradável no rúmen podem ser supridos, em grande parte, com uréia (Fernandes, 2009). O uso da mistura uréia/sulfato de amônio tem sido sempre uma alternativa viável para substituir parcial ou totalmente o farelo de soja em formulações para ruminantes, buscando reduzir o custo com a alimentação (Porto et al., 2009). Contudo, Köster et al. (1996) concluíram que a dieta basal e/ou as condições de manejo podem alterar o nível ótimo de inclusão da uréia no suplemento.

A adequação protéica da ração de bovinos deve suprir a quantidade adequada de proteína degradável no rúmen (PDR) para maximizar a síntese microbiana e complementá-la com proteína não degradável no rúmen (PNDR) de alta qualidade, quanto ao perfil de aminoácidos essenciais, para suprir as exigências em proteína metabolizável. Algumas necessidades dos microrganismos, como ácidos graxos e aminoácidos de cadeia ramificada, somente podem ser supridas por proteína verdadeira ruminalmente degradável (Russel, 2002). A suplementação protéica tende a equilibrar a dieta, no período seco, permitindo aos animais obter mais energia por cada unidade de forragem ingerida (Fernandes, 2009). Assim, tanto a deficiência de energia quanto de proteína podem ser eliminadas apenas pela correção da deficiência protéica, graças à melhoria da digestibilidade da dieta como um todo, favorecendo o aproveitamento da energia latente do dossel forrageiro (Paulino et al., 2003). Ramalho (2006) avaliando as características de carcaça de novilhos a pasto recebendo suplementos protéicos ou energéticos não obteve diferenças entre os tratamentos, apesar do valor numérico da AOL ser maior para os animais

que receberam suplementos protéicos, e da EGS para os animais recebendo suplementos energéticos.

O monitoramento das características quantitativas da carcaça como o desenvolvimento da musculatura e a deposição de gordura (Restle et al., 2001), principalmente em se tratando de novilhos precoces abatidos com 18 a 20 meses de idade, quando se exige o máximo de sua eficiência de crescimento, pode ser realizado de maneira rápida, não invasiva e acurada através da técnica de ultra-sonografia. Sua adoção oferece informações importantes sobre o potencial de crescimento do animal, auxiliando na seleção dos mais eficientes em ganho de músculo e na escolha dos animais a serem abatidos, especialmente nos sistemas de criação a pasto, em que a deposição dos 3 mm de gordura subcutânea exigidos pelos frigoríficos é mais difícil de ser alcançada, embora seja primordial para manter a qualidade da carne, uma vez que atua como isolante térmico, evitando a intensa contração pelo frio das fibras musculares no período *post mortem* (Felício, 1993). Esse encurtamento pelo frio, ocorre mais intensamente nas fibras vermelhas com atividade predominantemente oxidativa (Olsson et al., 1994; Fernandes et al., 2006), contribuindo para o endurecimento da carne. Além disso, a gordura subcutânea ajuda a prevenir as perdas excessivas de líquidos que ocupam os espaços extracelulares (Felício, 1999) e a queima das fibras musculares pelo frio, que pode ocasionar forte escurecimento dos cortes mais superficiais da carcaça, reduzindo consideravelmente o valor comercial de cortes nobres como o contrafilé, alcatra e coxão (Restle & Vaz, 1997).

Aspectos qualitativos da carne de animais criados a pasto estão relacionados também às ligações cruzadas entre as fibras de colágeno (Bailey, 1985), que se tornam mais estruturadas e numerosas à medida que o animal envelhece ou em razão de maior atividade física a que o músculo é submetido (Ramos e Gomide, 2007). Contudo, diferenças significativas quanto a insolubilidade do colágeno de bovinos criados a pasto parecem ser observadas, de forma mais intensa, a partir dos quatro anos de idade (42 a 48 meses), segundo informações obtidas através da idade cronológica dos animais, estimada pela avaliação da arcada dentária (Duarte et al., 2010). Aspectos visuais da carne relacionados às perdas de exsudatos e coloração são atributos importantes considerados pelos consumidores no momento da

compra (Ramos e Gomide, 2007). As perdas de nutrientes e de líquidos devem-se à atração ou repulsão extremas entre cargas elétrica de proteínas e água (Sawyer, 2008) e refletem negativamente nos atributos de suculência, maciez, sabor e especialmente na cor da carne por carrear pigmentos de mioglobina (Pires et al., 2002). Em adição, apesar de bovinos terminados a pasto se exercitarem mais e apresentarem, desejavelmente, maior saturação da cor vermelha em função da maior oxigenação dos músculos (Felício, 1999). O teor de mioglobina aumenta consideravelmente no músculo de animais mais velhos em função da redução na afinidade da mioglobina ao oxigênio (Lawrie, 1979) dando a carne cor vermelho escuro intenso e indesejável.

A qualidade da carne de novilhos precoces a pasto relaciona-se ainda às gorduras depositadas, principalmente a subcutânea, diretamente atreladas às características organolépticas como sabor e suculência da carne (Lawrie, 1979; Judge et al., 1989; Pereira, 2006) e, as características nutricionais como o perfil nutracêutico dos ácidos graxos (Wood et al., 2008) e indiretamente a maciez, principal atributo de palatabilidade pelo consumidor (Brondani et al., 2006).

O principal fator nutricional que influencia a marmorização é a maximização da disponibilidade de energia líquida e glicose para a síntese de gordura durante o processo de terminação de forma direta ou através de seus efeitos sobre a secreção de insulina. Animais terminados em pastagens têm menor deposição de gordura intramuscular em função de apresentarem menor consumo de energia, maior tamanho total de vísceras, levando a uma maior demanda de energia para manutenção e menor disponibilidade de energia líquida, principalmente para a gordura intramuscular, última a ser depositada na carcaça (Berg e Butterfield, 1976).

A característica de menor deposição de gordura em animais jovens criados a pasto tem um apelo positivo nutricional uma vez que favorece a relação fosfolipídios de membrana : lipídios neutros, em função da menor deposição de triglicerídeos nos adipócitos (Wood et al., 2008), favorecendo o perfil de ácidos graxos pela maior proporção de ácidos graxos essenciais poliinsaturados (AGP), especialmente os de cadeias longas. Esses ácidos graxos participam de vários processos metabólicos benéficos à saúde humana (Cook et al., 2001; Varela et al., 2004), especialmente os isômeros ômega-3 predominantes nas pastagens (Noci et al., 2005) e os isômeros de ácido

linoléico conjugado (CLA), em particular o *cis* – 9, *trans* – 11 (French et al., 2000). Por outro lado, a menor deposição de gordura influencia negativamente os parâmetros organolépticos da carne como sabor, suculência e maciez (Scollan et al., 2006). Noci et al. (2005) estudaram o efeito de períodos crescentes de pastejo antes do abate sobre o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de novilhas charolês e observaram incrementos lineares nas concentrações de CLA e AGP e uma redução de mesmo comportamento na relação n-6/n-3 com o aumento do número de dias em pastejo por um período crescente de até 158 dias.

As variações nas concentrações e perfil de ácidos graxos na carne de bovinos estão relacionadas, principalmente à dieta, mas também aos métodos de análise e corte da carne e a influências genéticas (Mulvihill, 2001). Contudo, o tipo de dieta ingerida, pode sofrer modificações marcantes devido à biohidrogenação ruminal realizada pelos microrganismos, e ser potencializada em função da quantidade de lipídios na dieta e tempo de retenção do material no rúmen sujeito a biohidrogenação (Medeiros, 2002). Neste sentido, a suplementação protéica favorece o crescimento de bactérias celulolíticas, precursoras dos processos de lipólise e biohidrogenação, além de representarem grande parte da proteína microbiana (Santos, 2006).

Considerando que o sucesso de qualquer sistema de criação de bovinos é função da adequação da dieta às necessidades nutricionais dos animais, uma vez que a alimentação do rebanho corresponde a cerca de 70% do custo de produção (Porto et al., 2009), há necessidade de se conhecer a melhor estratégia de suplementação protéica para obtenção de novilhos precoces a pasto e seus efeitos sobre as características de carcaça e qualidade da carne, buscando máximo lucro ao sistema de produção e o atendimento às exigências dos consumidores.

Assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar as características quantitativas da carcaça e qualidade do músculo *Longissimus dorsi* quanto a composição química, tipos de fibras musculares, índice de fragmentação miofibrilar e força de cisalhamento, assim como as perdas exsudativas, coloração da carne e perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de novilhos Nelore superprecoces criados a pasto em diferentes idades e estratégias de suplementação protéica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAILEY, A.J. 1985. The Role of Collagen in the Development of Muscle and its Relationship to Eating Quality. **Journal Animal Science**. 60:1580.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York: Halsted Press, 1976. 240p.
- BRONDANI, L.I.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J. et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2034-2042, 2006.
- COOK, M.E.; WHIGHAM, L.D.; YANG, M. et al. CLA inhibits the induction of prostaglandin and leukotriene synthesis. A natural substitute for non-steroidal anti-inflammatory drugs. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLA, 1, 2001, Alesund. **Proceedings...** Alesund: NATURAL ASA, 2001. p.6-7.
- DUARTE, M.S. 2010. 80f. **Sincronização energia-proteína no rúmen, desempenho e qualidade de carne em novilhas de corte e influência da maturidade fisiológica sobre os parâmetros qualitativos da carcaça e da carne**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa/UFV, Viçosa, 2010.
- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F.P. et al. Desempenho de novilhos F1s angus-nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.470-481, 2001.
- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne vermelha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1993, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.2-10.
- FELÍCIO, P.E. Perspectivas para a tipificação de carcaça bovina. I Simpósio Internacional sobre Tendências e Perspectivas da Cadeia Produtiva da Carne Bovina (Simpocarne). **Anais...** São Paulo, junho de 1999, (mídia eletrônica).
- FERNANDES, H.J. **Avaliação nutricional e estudo do crescimento de tourinhos em pastejo recebendo suplementação concentrada com diferentes perfis protéicos**. (Tese de Doutorado em Zootecnia). 289p. Viçosa-MG, 2009.
- FERNANDES, J.M.P.F.G.; PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G. et al. Encurtamento pelo frio de fibras musculares oxidativas de bovinos pela

- técnica NADPH-TR. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1878-1882, 2006.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from bulls offered grazed grass, grass silage or concentrated-based diet. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2849-2855, 2000.
- JUDGE, M.D.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; HEDRICK, H.B. AND MERKEL, R.A. 1989. **Principles of Meat Science**. 2nd ed. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa.
- KÖSTER, H.H.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. et al. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tall grass prairie forage by beef cows. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2478-2481, 1996.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Dinâmica de degradação ruminal *in situ* da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade suplementados com níveis crescentes de compostos nitrogenados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, João Pessoa, PA, 2006. **Anais...** SBZ: João Pessoa, 2006 (CD-ROM).
- LAWRIE, R.A. 1979. **Meat Science**. 3rd ed. Pergamon Press. Oxford. England. p.353- 366.
- MATHIS, C.P.; COCHRAN, R.C.; HELDT, J.S. et al. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium-to low-quality forages. **Journal of Animal Science**, v.78, n.1, p.224-232, 2001.
- MEDEIROS, S.R. **Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificado**. 2002. 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press: New York, 483p, 1990.
- MULVIHILL, B. ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v.26, p.295-299, 2001.
- NOCI, F. et al. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: influence of the duration of grazing. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1167-1178, 2005.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.. Bovinocultura Funcional nos Trópicos. IN: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, p.275-306. 2008.

- PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; MORAES, E. H. B. K. et al. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, p.153-196, 2002.
- PAULINO, M.F. Estratégias de suplementação para bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.137-156.
- PEREIRA, A.S.C. **Características qualitativas da carcaça e da carne das progênes de touros representativos da raça nelore (*Bos indicus*) e de diferentes grupos genéticos.** (Tese de Doutorado em Zootecnia). 115p. Pirassununga-SP, 2006.
- PORTO, M.O.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Fontes suplementares de proteína para novilhos mestiços em recria em pastagens de capim-braquiária no período das águas: desempenho produtivo e econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1553-1560, 2009.
- RAMOS, E.M. e GOMIDE, L. A. de M. Avaliação da Qualidade de Carnes. Fundamentos e Metodologias. Viçosa-MG, Ed: UFV, p.559. 2007.
- RAMALHO, T.R.A. **Suplementação protéica ou energética para bovinos recriados em pastagens tropicais.** 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, 2006.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; ALVES FILHO, D. C.; et al. Efeito da suplementação energética sobre a carcaça de vacas de diferentes idades, terminados em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.3, p. 1076-1083, 2001.
- RESTLE, J. & VAZ, F.N. Aspectos quantitativos da carcaça de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.32,n.10, p:1091-1095. 1997.
- RUSSELL, J.B. **Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition.** Ithaca: James B. Russell, 2002. 119p.
- SAWYER, J.T.; APPLE, J.K.; JOHNSON, Z.B. The impact of lactic acid concentration and sodium chloride on pH, water-holding capacity, and cooked color of injection-enhanced dark-cutting beef. **Meat Science**. v.79, p.317-325. 2008.
- SANTOS, F.A.P. Metabolismo de Proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2006. p.255-286.
- SCOLLAN,N.D., HOCQUETTE,J.F., NUERNBERG,K., et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef

- lipids and their relations hip with meat quality. **Meat Science**, 74, 17–33. 2006.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002.
- SUGUISAWA. L; MATTOS, W.R.S.; SOUZA, A.A.; et al. Ultra-sonografia para predição da composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.177-185, 2006.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed., London, Comstock Publishing Associates, USA. 476p. 1994.
- VARELA, A., OLIETE, B., MORENO, T., et al. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of bulls of the Rubia Gallega breed. **Meat Science**, v. 67, p. 515-522. 2004.
- WOOD,J.D., ENSER, M.; FISHER, A.V. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science** 78, 343–358. 2008.

Capítulo 1

Estratégias de suplementação protéica e seus efeitos sobre características de carcaça de novilhos recriados em pasto

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito de sistemas de suplementação protéica sobre as características quantitativas da carcaça *in vivo* de novilhos a pasto, do desmame ao final da recria, através da técnica de ultra-sonografia e correlacioná-las às medidas das carcaças dos animais na terminação. Foram utilizados 52 bezerros machos em delineamento inteiramente casualizado, distribuídos em quatro tratamentos (controle recebendo apenas mistura mineral e três sistemas de suplementação protéicos), sendo treze repetições por tratamento. As estratégias T1, T2 e T3 foram constituídas, na amamentação, pelos níveis de 10, 20 e 30% de proteína bruta na ração do *creep feeding*. Já nas fases de recria e terminação corresponderam a três diferentes níveis de nitrogênio não-protéico no suplemento, mantendo-se as dietas isoprotéicas. A suplementação protéica promoveu maior ($P<0,10$) AOL, espessura de gordura subcutânea e da garupa em bezerros sob sistema de *creep feeding*, e a gordura subcutânea foi superior para os animais que receberam maiores níveis de proteína bruta nos suplementos. Os sistemas de alimentação protéicos propostos foram eficientes em proporcionar ganhos de massa muscular por aumentar a AOL ($P<0,10$) com incrementos de $0,0354 \text{ cm}^2$ ao dia, dos 250 aos 446 dias de idade, além de promover maior espessura de gordura subcutânea, comparado aos animais que receberam mistura mineral (1,08 vs 0,44mm), mesmo em animais superprecoces no período seco do ano. As medidas de carcaça dos animais abatidos na fase de terminação melhor correlacionaram-se com as medidas ultrasonográficas dos animais à desmama. O perfil de correlações das características avaliadas (AOL, EGS) na fase de terminação, comparado as demais fases de produção, é influenciado pela suplementação protéica em manutenção à restrição nutricional nas recrias e à própria característica, tecido muscular ou adiposo, com potencial de mobilização diferenciado.

Palavras-chave: área de olho-de-lombo, *creep feeding*, espessura de gordura, ultra-som, pastagem tropical

Strategies of protein supplementation and its effects on carcass traits of bulls grazing tropical pasture

Abstract: The objective in this study was to evaluate the effects of protein supplementation strategies on *in vivo* carcass traits of bulls grazing pasture by ultrasound. Fifty two Nellore bulls were used, in a completely randomized design separated in four groups representing bulls fed *ad libitum* with mineral salt and tree protein supplementation strategies and thirteen replicates. Strategies T1, T2 and T3 were formulated with corn, soybean meal and composed by the levels of 10, 20 and 30 % of crude protein on creep-feeding ration and by urea levels background ration, keeping isoproteic the ration. The protein supplementation provided greater Longissimus muscle area (AOL), subcutaneous fat thickness (RIB) and rump fat in beef calves fed in a *creep feeding* system and the RIB were greater when highest levels of crude protein in supplements were offered. The protein supplementation strategies proposed was efficient ($P<0.10$) to improve gain the carcass muscularity with increases of the AOL ($P<0.10$) in $0.0354 \text{ cm}^2/\text{day}$, from 250 to 446 days old, in addition to promoting greater RIB compared to the animals receiving mineral mix (1.08 vs 0.44 mm) even in young bulls in dry season of the year, which allows obtaining bulls with adequate carcass composition to slaughter in lower age. The carcass traits of finishing bulls were better correlated with traits measured by ultrasound on calves phase. The correlations profile of measures in ages was influenced by protein supplementation keeping nutritional restriction and by kind of tissue evaluated, muscle or fat tissues.

Keywords: backfat thickness, *creep feeding*, ribeye area, ultrasound, tropical pasture

Introdução

O uso de suplementos múltiplos para animais criados em sistema de pastejo é uma alternativa viável para os pecuaristas, por facilitar a recuperação e manejo das pastagens e por complementar as deficiências do pasto, sobretudo durante o período de seca, contribuindo para o maior crescimento animal, especialmente na cria e recria, fases produtivas de rápido crescimento e alta taxa de deposição de tecido muscular (Silva et al., 2002). Através da suplementação objetiva-se intensificar a produção de carne bovina no sistema de produção a pasto, através da obtenção de novilhos precoces e superprecoces. Contudo, bons ganhos de peso desde a fase de desmama são fundamentais para o sucesso de um sistema intensivo de criação, além de pré-condicionar o animal ao tipo de alimentação que o animal irá receber nas demais fases de produção, beneficiando seu desempenho ao longo do ciclo produtivo (Paulino et al., 2001). Trabalhos recentes têm sugerido que a suplementação múltipla durante todo o ano possibilita maiores rendimentos e retorno econômico, mesmo no período das chuvas (Porto et al., 2009). Segundo Paulino et al. (2002) a suplementação protéica permite aos animais obter mais energia por cada unidade de forragem ingerida, assim, tanto a deficiência de energia como de proteína podem ser eliminadas apenas pela correção na deficiência protéica, graças à melhoria da digestibilidade da dieta como um todo, favorecendo o aproveitamento da energia latente do dossel forrageiro.

O monitoramento das características quantitativas da carcaça como o desenvolvimento da musculatura e a deposição de gordura (Restle et al., 2001), principalmente em se tratando de novilhos precoces abatidos com 18 a 20 meses de idade, quando se exige o máximo de sua eficiência de crescimento, pode ser realizado de maneira rápida, não invasiva e acurada através da técnica de ultra-sonografia. Sua adoção oferece informações importantes sobre o potencial de crescimento do animal, auxiliando na seleção dos mais eficientes em ganho de músculo e na escolha dos animais a serem abatidos, especialmente nos sistemas de criação a pasto, em que a deposição dos 3 mm de gordura subcutânea exigidos pelos frigoríficos é mais difícil de ser alcançada, embora seja primordial para manter a qualidade da carne, uma vez

que atua como isolante térmico, evitando a intensa contração pelo frio das fibras musculares no período *post mortem* (Felício, 1993). Esse encurtamento pelo frio ocorre mais intensamente nas fibras vermelhas com atividade predominantemente oxidativa (Olsson et al., 1994; Fernandes et al., 2006), contribuindo para o endurecimento da carne. Além disso, a gordura subcutânea ajuda a prevenir perdas excessivas de líquidos que ocupam os espaços extracelulares (Felício, 1999) e a queima das fibras musculares pelo frio, que pode ocasionar forte escurecimento dos cortes mais superficiais da carcaça, reduzindo consideravelmente o valor comercial de cortes nobres como o contrafilé, alcatra e coxão (Restle & Vaz, 1997).

Objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito de estratégias de suplementação protéica sobre características quantitativas de carcaça de novilhos criados em pasto, do desmame ao final da recria, mensuradas através de ultra-sonografia e correlacioná-las às medidas da carcaça obtidas após-abate dos animais na fase de terminação.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, no período de fevereiro de 2007 a maio 2008. Utilizaram-se 52 bovinos Nelores machos não-castrados, mantidos em piquetes de *Brachiaria decumbens* Stapf, que foram distribuídos em quatro estratégias de alimentação (controle – sem suplementação protéica, recebendo apenas mistura mineral; e três níveis de suplementação protéica - T1, T2 e T3), avaliadas ao longo de quatro fases de produção (idades). A cada estratégia de alimentação foram alocados 13 bezerros (repetições), dos quais 3 foram abatidos após a fase de cria (aos 250 dias de idade), 2 foram abatidos na fase de recria I (aos 343 dias de idade), 3 foram abatidos após a fase de recria II (aos 446 dias de idade) e 5 foram abatidos após a fase de terminação (aos 580 dias de idade) (Figura 2).

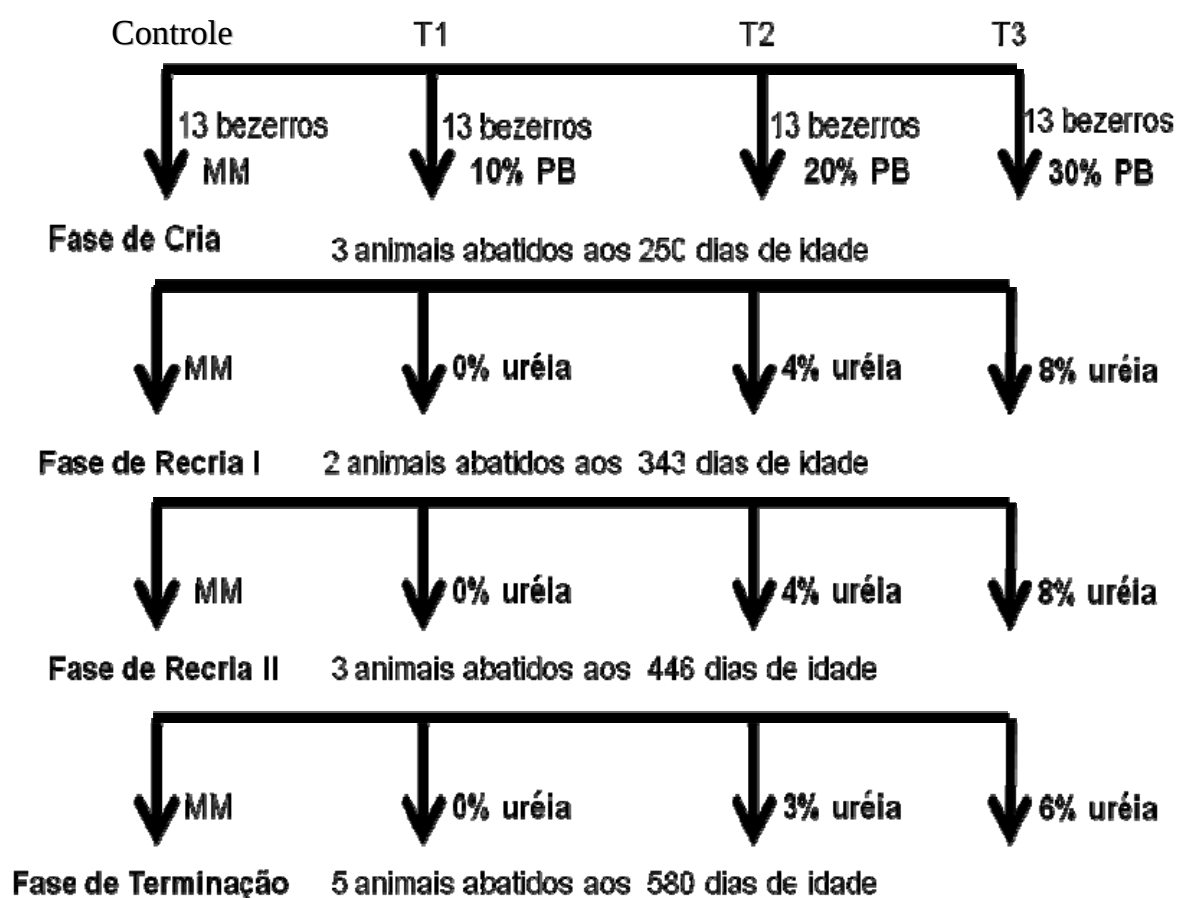


Figura 2. Delineamento experimental em função das estratégias de alimentação e fases de produção.

Na fase de amamentação, em que os bezerros foram mantidos com suas mães e suplementados em sistema de *creep feeding*, as estratégias T1, T2 e T3, fornecidas à base de 1,2 kg por dia, foram constituídas, pelos níveis 10, 20 e 30% de PB no suplemento. Nas fases das recrias (período seco e transição seca-águas) variou-se os níveis de NNP nos suplementos, substituindo-se o farelo de soja (diminuição de seus níveis de adição) por uréia (0, 4 e 8%) na composição do suplemento, mantendo o teor de PB em 34% nos 1,5 kg de suplemento fornecidos ao dia. Na fase de terminação, variaram-se novamente os níveis de NNP com níveis de substituição por uréia de 0, 3 e 6% nos suplementos, de forma a se obter 27% de PB nos 2,0 Kg de suplemento, fornecidos diariamente (Tabela 1). As alterações das estratégias de alimentação foram realizadas de forma a atender as exigências nutricionais dos animais (NRC, 2000) em cada fase de produção.

Tabela 1 – Ingredientes e composição das dietas (controle e suplementos concentrados) fornecidas aos animais nas diversas fases de produção animal.

Itens	Fase de produção (idades)															
	Amamentação*				Recria I				Recria II				Terminação			
	(fevereiro a junho-2008)				(junho a outubro-2008)				(outubro a janeiro - 2008)				(fevereiro a maio - 2009)			
	Idade inicial: 3 meses				Idade inicial: 8 meses				Idade inicial: 12 meses				Idade inicial: 15 meses			
Estratégias de suplementação																
Controle	T1	T2	T3	Controle	T1	T2	T3	Controle	T1	T2	T3	Controle	T1	T2	T3	
Componentes do suplemento (%) ¹																
Milho	-	97,4	64,9	32,5	-	26,2	48,4	71,3	-	25,6	47,9	69,7	-	51,4	69,4	86,4
Farelo soja	-	-	32,5	64,9	-	69,0	42,9	15,9	-	69,8	43,4	17,8	-	44,7	23,8	3,8
Uréia	-	-	-	-	-	-	4,0	8,0	-	-	4,0	8,0	-	-	3,0	6,0
Mistura mineral	100	2,6	2,6	2,6	100	4,8	4,8	4,8	100	4,7	4,7	4,7	100	3,8	3,8	3,8
Número animais	13	13	13	13	11	11	11	11	8	8	8	8	5	5	5	5
Composição bromatológica das dietas ²																
	Pasto	T1	T2	T3	Pasto	T1	T2	T3	Pasto	T1	T2	T3	Pasto	T1	T2	T3
MS ¹	22,1	95,4	95,4	95,9	52,2	93,6	93,6	93,5	21,3	93,5	92,8	93,4	24,6	93,4	93,6	92,8
PB	13,2	9,42	24,8	31,8	5,05	34,3	34,3	34,5	14,2	38,0	38,2	39,5	11,9	26,8	26,7	27,4
FDNcp ³	54,4	6,50	21,4	20,3	66,2	22,8	14,8	16,8	64,5	25,5	14,9	16,3	56,3	19,6	24,3	24,6
EE	1,40	2,84	2,45	1,83	1,63	1,77	3,33	3,96	1,05	2,02	2,94	4,17	1,94	3,29	3,72	3,74
NDT	67,8	71,2	73,5	76,2	54,8	57,8	63,7	64,7	44,2	61,1	64,2	54,5	55,5	64,8	59,6	67,3

¹Expresso em % da matéria natural (MN). ²Expresso em % da matéria seca. *10, 20 e 30%: níveis de PB no suplemento. ³FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida pra cinzas e proteína. Adaptado de Fernandes (2009)

Na Figura 2, adaptada de Fernandes (2009), são apresentadas as disponibilidades de matéria seca do pasto.

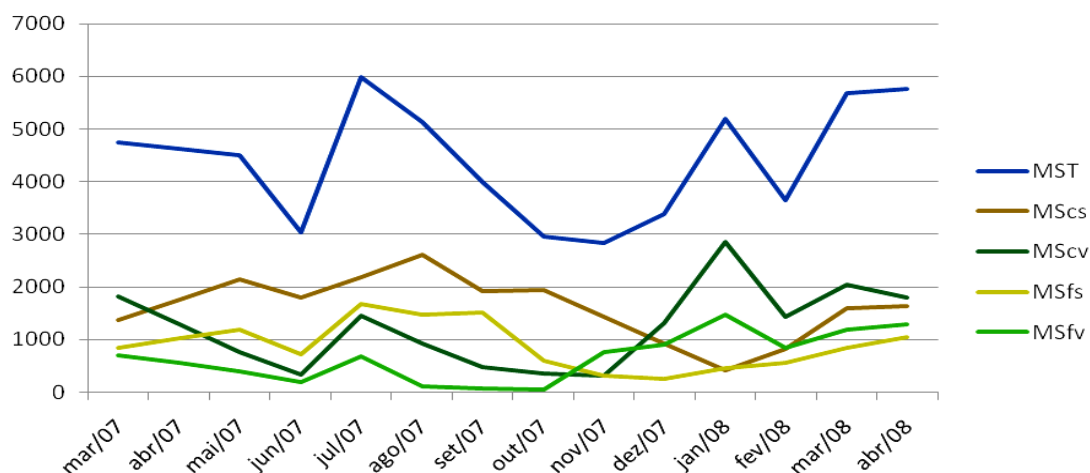


Figura 2. Disponibilidade de matéria seca total do pasto (MST) e de seus componentes folhas verdes (MSfv), folhas secas (MSfs), colmos verdes (MScv) e colmos secos (MScs) durante o período experimental. Adaptada de Fernandes (2009)

Na fase de cria os bezerros, com idade média inicial de $130 \pm 30,1$ dias, foram mantidos sob sistema *creep feeding* até os 250 dias de idade, sendo então apartados de suas respectivas mães e, tomadas as primeiras imagens ultra-sonográficas de área de olho-de-lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) mensurada na região dorso-lombar, entre a 12^a e 13^a costelas do músculo *Longissimus dorsi* (LD) e na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris* (P8), respectivamente, marcando o início da fase de recria. As imagens ultra-sônicas foram obtidas utilizando-se aparelho ALOKA 500 V, dotado de transdutor linear de 17,2 cm, a 3,5 MHz de frequência, acoplada a uma guia acústica (*standoff*), empregando-se óleo vegetal para garantia do contato acústico entre a sonda linear e o corpo do animal. Foram tomadas medidas ao final das fases de amamentação, recria I e recria II, além de medidas intermediárias em cada fase. Após a fase de terminação, os animais foram abatidos e utilizaram-se as medidas obtidas diretamente nas carcaças para correlacioná-las as medidas ultrasonográficas obtidas nas demais idades ou fases de produção.

As imagens da AOL pós-abate foram tomadas nas meias-carcaças resfriadas em câmara-fria a 4°C durante 24 horas, transversalmente ao LD em

transparências e posteriormente mensuradas em grade milimetrada e a EGS foi obtida com o auxílio de um paquímetro.

As análises estatísticas foram realizadas no programa computacional Statistical Analysis System (SAS[®], 2002), com procedimentos específicos para a fase de cria e as fases de produção em conjunto, adotando-se um nível de significância de 10%.

Na fase de cria, foi realizada a decomposição da soma de quadrados por intermédio de contrastes ortogonais, atribuindo-se a comparação entre as médias do tratamento controle (sal) e os tratamentos envolvendo suplementação (níveis de 10%, 20% e 30% de proteína bruta no suplemento). As médias entre os diferentes tratamentos (exceto o sal) foram submetidas à anova e regressão, pelo procedimento PROC GLM, permitindo a avaliação dos efeitos de ordem linear ou quadrática, em função dos níveis de proteína dos suplementos.

Para a análise conjunta dos dados das fases de produção (cria, recrias e terminação), empregou-se a metodologia de modelos mistos, utilizando-se o procedimento PROC MIXED, que permite separar no modelo linear geral os efeitos fixos dos aleatórios.

O modelo ajustado para os efeitos fixos considerou, às equações de regressão das variáveis AOL, EGS e P8, as estratégias de alimentação, as fases de produção e as interações entre estratégias e fases de produção. Como efeito aleatório o modelo considerou o efeito direto do animal nas medidas repetidas no tempo. A análise dos dados de AOL, EGS e P8 por intermédio do procedimento PROC MIXED foi possível pelas médias obtidas em cada fase de produção referente aos cinco animais que alcançaram a fase de terminação.

Resultados e Discussão

Na fase de cria, comparado aos animais não suplementados (controle), a suplementação protéica dos animais favoreceu o aumento ($P < 0,10$) de todas as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia (Tabela 2). Neste sentido, a suplementação gerou uma elevação de 15% na AOL, de 72% na EGS e de 43% na P8. Entretanto, exceto pela EGS, que aumentou linearmente ($P < 0,10$) com os níveis de PB da dieta, não se evidenciou ($P > 0,10$) efeito dos níveis de PB na AOL e no P8.

No presente estudo, os animais suplementados foram desmamados com aproximadamente 21 kg a mais que os animais do grupo controle (221 vs. 200 kg de peso corporal), conforme avaliado por Fernandes (2009) em experimento paralelo com os animais em questão.

Tabela 2. Medidas ultrasonográficas da área de olho-de-lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea dorso-lombar (EGS) e espessura de gordura na garupa (P8) avaliadas, na fase de cria, em bezerros recebendo diferentes níveis de proteína bruta na ração.

Medidas	Níveis de Proteína Bruta				CV (%)	¹ Valor-P		
	Controle	10%	20%	30%		² C vs S	L	Q
AOL, cm ²	28,77 ± 8,24	33,92 ± 7,34	35,09 ± 6,9	32,64 ± 7,0	16,3	0,0257	0,6349	0,4367
EGS, mm	0,35 ± 26,3	0,88 ± 27,4	1,46 ± 21,4	1,46 ± 19,4	45,5	0,0001	0,0222	0,1732
P8, mm	1,07 ± 9,17	1,74 ± 10,2	2,03 ± 12,0	1,87 ± 5,35	50,4	0,0276	0,7661	0,5499

¹ $P < 0,10$; ² C vs S: Controle vs. Média dos níveis de proteína bruta (PB) nos suplementos. L e Q: Efeitos de ordem linear e, ou quadrática para níveis de PB nos suplementos (N). EGS = $-0,25750 + 0,14312N$ ($r^2 = 58,3$).

A suplementação no sistema de *creep feeding* tem o propósito de fornecer alimento suplementar aos bezerros dos três meses até a desmama. Nesta fase, começam a ocorrer mudanças no trato gastrintestinal do bezerro em função de estar se transformando em um animal ruminante, período que coincide com a queda da produção de leite da vaca, colocando o bezerro em uma situação desfavorável, por apresentar balanço negativo de nutrientes,

onde o leite e o pasto já não são capazes de satisfazer as demandas para o seu pleno crescimento (Porto et al., 2009). Segundo Benedetti et al. (2002), o consumo de concentrado no *creep feeding* é significativo a partir das 14 semanas de vida, o que corrobora com os elevados ganhos observados para os bezerros suplementados no presente estudo, a partir dos 130 dias de idade.

Maiores valores para as medidas da AOL sugerem que a suplementação protéica foi eficiente em aumentar o rendimento muscular dos animais, visto que esta é uma medida que possibilita estimar o rendimento de músculos na carcaça (Sainz e Araújo, 2002; Suguisawa et al., 2006), além do rendimento dos cortes de alto valor comercial (Luchiari Filho, 2005). A deposição de proteína é a mais eficiente em termos de peso de tecido depositado (kg músculo/Mcal ingerida), uma vez que para cada unidade de ganho de proteína estão associados cerca de quatro unidades de água; sugerindo menor quantidade de matéria seca para cada unidade de ganho de peso, refletindo positivamente em eficiência alimentar.

Fernandes (2009) em experimento paralelo aos animais em questão, observaram um crescimento diferenciado do músculo *Longissimus dorsi* (LD) dos animais suplementados, comparado ao peso do músculo dos animais do tratamento controle, na fase de desmama (10,5 vs. 8,2 kg). Este autor, apesar de não observar diferença quanto ao peso vivo dos animais, observou maior ganho médio diário para os animais suplementados, comparado aos animais submetidos ao tratamento controle; e para os tratamentos T2 e T3 comparado a T1 ao considerar os níveis de proteína bruta no suplemento dos bezerros na fase de cria. Souza et al. (2006) observaram maior ganho de peso médio diário e maior peso vivo ao desmame para bezerros (as) suplementados com 17,5% de proteína bruta em sistema *creep feeding*, em relação ao grupo não suplementado.

Não houve diferença significativa ($P>0,10$) para os níveis de proteína bruta (PB) no suplemento quanto as médias de AOL e P8 (Tabela 2), porém, foram encontradas diferenças significativas ($P<0,10$) para a EGS, onde as médias se ajustaram a um modelo linear crescente com o aumento dos níveis de PB no suplemento (Tabela 2). Provavelmente o maior acúmulo de gordura

de cobertura está relacionado ao maior aporte de energia pelos animais, visto que os valores médios de EGS são superiores nos animais recebendo níveis protéicos mais elevados, sugerindo maior eficiência na deposição de gordura subcutânea. Um maior aporte energético aos animais suplementados está relacionado ao aumento da digestibilidade geral dos nutrientes, estimulado pelo efeito substitutivo do pasto pelo suplemento, conforme maiores os níveis de PB no suplemento, como observado por Fernandes (2009). Este autor observou aumento no consumo de NDT quanto maiores os níveis de PB no suplemento resultado do maior aporte energético oriundo do concentrado, assim como melhor aproveitamento da energia latente da forragem devido o aumento na digestibilidade dos nutrientes.

A deposição de gordura subcutânea na carcaça de bovinos ocorre no sentido caudal-cranial, de forma que a EGS medida na região da 12^a-13^a costelas é depositada posteriormente em relação à da garupa (P8) (Berg e Butterfield, 1976). Isso pode explicar o fato de, entre as espessuras de gorduras avaliadas, somente a EGS apresentar diferença significativa em função dos níveis de proteína bruta (PB) no suplemento na fase de desmama, por ainda estar em fase de diferenciação. A suplementação protéica com níveis de PB a partir de 20% foi eficiente em promover maior deposição de gordura de cobertura em bezerros, o que permite selecionar animais com melhor composição de carcaça para posterior abate com melhor acabamento.

Ao se avaliar as fases de produção cria e recrias conjuntamente, não houve diferença significativa ($P>0,10$) entre as equações das diferentes estratégias de suplementação protéica (T1, T2 e T3) para nenhuma das variáveis avaliadas (AOL, EGS e P8) (Tabela 3), desta forma, considerou-se uma equação conjunta para os animais suplementados (SUPL). Contudo, houve diferença significativa ($P<0,10$) para a AOL e EGS em relação à equação do grupo controle e a equação conjunta proposta aos animais suplementados. Não houve interação entre idade (dias) e estratégias de suplementação para nenhuma das variáveis avaliadas ($P>0,10$).

Nas equações (Tabela 3), observa-se que os animais submetidos ao tratamento controle apresentaram reduções da AOL de $0,0117 \text{ cm}^2/\text{dia}$. Em contrapartida, os animais suplementados apresentaram incremento da AOL de $0,0354 \text{ cm}^2$ ao dia, durante o período avaliado. Contudo, Magnabosco (2003)

obteve aumento linear da AOL dos 15 aos 24 meses de idade de novilhos nelore criados a pasto recebendo apenas mistura mineral. Pode-se inferir que a intensidade da fase de restrição nutricional, relacionada à sazonalidade anual da produção forrageira, pode determinar o grau de mobilização de tecidos de animais não suplementados a pasto.

Tabela 3. Parâmetros das equações de regressão de medidas quantitativas de carcaças (AOL, EGS e P8), em função da idade (dias) de novilhos suplementados a pasto

Itens	Tratamentos					Valor-P	
	Controle	T1	T2	T3	SUPL ¹	dias	tratamento
AOL							
Intercepto	17,50	19,15	25,48	24,49	23,04	0,0027	0,0156
Inclinação	-0,0117	0,0463	0,0326	0,0273	0,0354		
Espessura de gordura subcutânea - EGS							
Intercepto	0,4427	0,6426	1,4638	1,0905	1,0656	0,8592	0,0504
Inclinação	0,0000	0,0005	0,0009	0,0004	0,0005		
Espessura de gordura da garupa - P8							
Intercepto	1,472	1,703	2,091	1,883	1,899	0,5137	0,2186
Inclinação	-0,0014	0,0006	-0,0001	0,008	0,0004		

¹Equação conjunta dos animais suplementados (T1, T2 e T3). ²P<0.10

Logo, a suplementação, independente do nível de NNP, foi eficiente em proporcionar ganhos de massa muscular na fase de recria, porém, o uso de apenas mistura mineral contribuiu para a mobilização muscular, como observado na Figura 2a, uma vez que a proteína foi mobilizada, sendo os aminoácidos utilizados como fonte de energia e a amônia gerada no processo transformada no fígado em uréia, a qual é excretada na urina pelos rins ou reciclada via saliva ou parede ruminal afim de ser utilizada como fonte de nitrogênio pelos microrganismos ruminais, principalmente os fermentadores de carboidratos fibrosos (Van Soest, 1994). Adicionalmente, o peso vivo médio dos animais suplementados foi de 318,5 kg, sendo superior ao tratamento controle em 23,9%, aos 446 dias de idade, como avaliado paralelamente aos animais deste estudo por Fernandes (2009).

A EGS dos animais suplementados foi 150% (1,07 mm) e 140% (1,09 mm) superior a dos animais do grupo controle (0,43 mm e 0,45 mm) aos 250 e

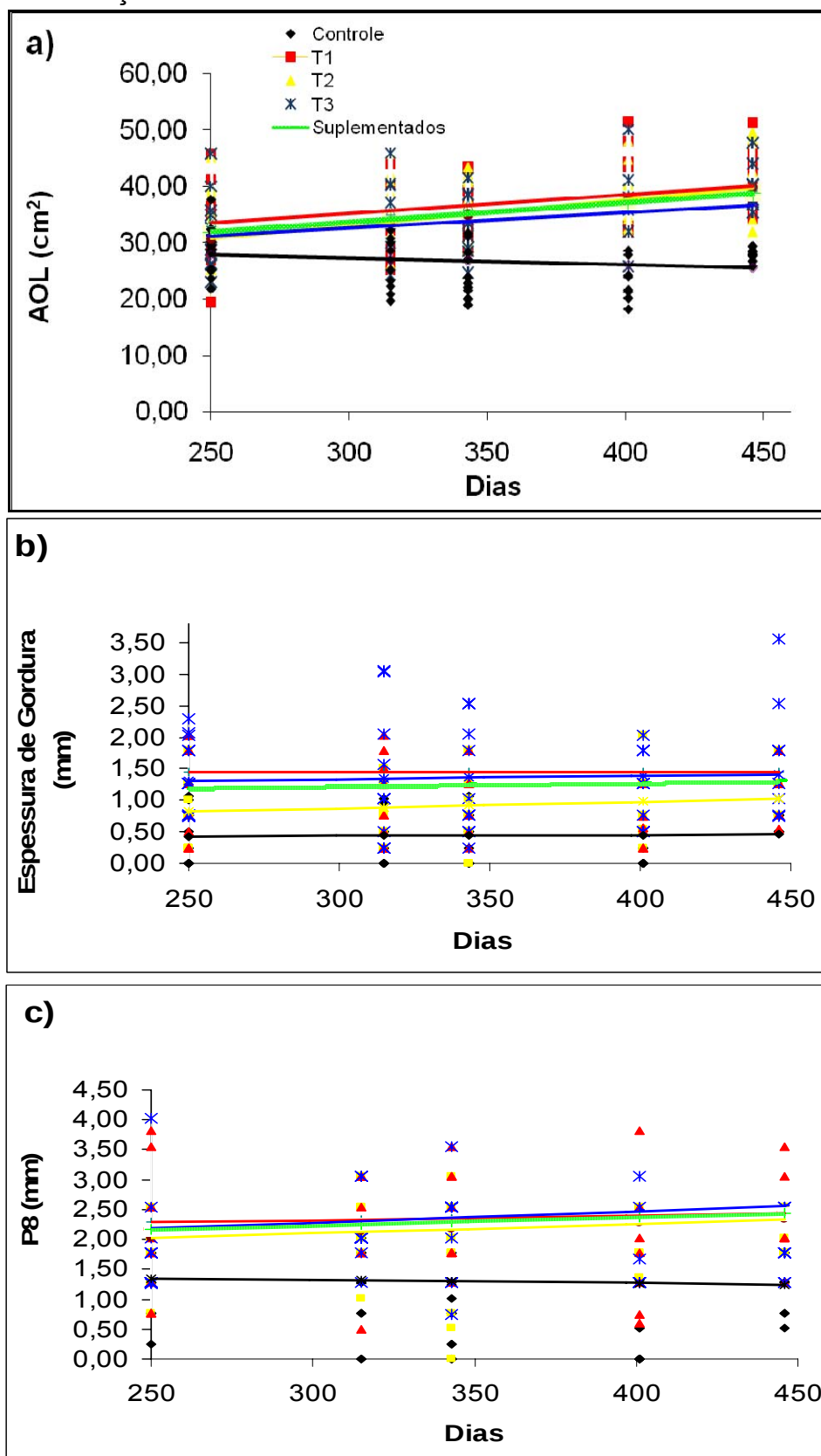
446 dias, respectivamente. Contudo, não houve diferença ($P>0,10$) para os dias de suplementação (Figura 2b), o que pode ser explicado pelo fato dos animais já entrarem na fase de recria apresentando diferença na EGS advinda da dieta fornecida durante a fase de amamentação (Tabela 2).

O fato da deposição de gordura subcutânea não ter sido favorecida na recria, pode ser explicado pelo severo período seco pelo qual os animais passaram e aos moderados ganhos de peso (208 e 529 gramas/dia, para controle e suplementados, respectivamente). Isto, provavelmente, pode ter contribuído para maior crescimento dos tecidos ósseo e muscular em relação ao tecido adiposo, ou seja, reflexo da baixa quantidade de energia das dietas (Tabela 1). Segundo Magnobosco et al. (2006), a espessura de gordura subcutânea medida a $\frac{3}{4}$ da borda medial do músculo *Longissimus dorsi*, é eficiente indicador de acabamento de carcaça; isto pode sugerir a ausência de crescimento das gorduras de cobertura uma vez que os animais estavam em fase de recria e não em fase de terminação.

Apesar de não haver diferenças ($P<0,10$) para as estratégias de suplementação protéicas, pode-se notar menores taxas de crescimento da AOL quanto maiores as proporções de NNP no suplemento (0,0463 cm²; 0,0326 cm² e 0,0273 cm² ao dia para T1, T2 e T3, respectivamente). Isto pode ser explicado pelo fato dos sistemas que contém farelo de soja como fonte protéica em sua formulação, em substituição a uréia na fase de recria, provavelmente contribuir para um melhor perfil de aminoácidos chegando ao intestino delgado (Santos et al., 1998) e favorecendo maiores taxas de crescimento quando comparado aos T2 e este com T3 na recria (Tabela 3), visto que na desmama (Tabela 2) estas diferenças não foram notáveis ($P>0,10$).

Vale ressaltar que Fernandes (2009), em experimento paralelo aos animais em questão, observou um crescimento diferenciado do músculo *Longissimus dorsi* (LD) dos animais 37% superior na fase de recria II para os suplementados, comparado ao peso do LD dos animais do tratamento controle, apesar de não observar diferença quanto aos níveis de NNP nos suplementos, observou ainda mobilização da gordura subcutânea da carcaça de 171g e 2,5kg para os suplementados e controle, respectivamente, na fase de restrição nutricional denotada pelas recrias.

Figura 2. Comportamento da AOL (a), espessura de gordura subcutânea (b) e espessura de gordura P8 (c), avaliadas por ultrassonografia, em função das idades dos animais nas diferentes estratégias de alimentação.



Considerando a idade dos animais avaliados, a influência da sazonalidade de produção neste período do ano (Paulino et al., 2002) e o perfil prioritário da deposição da P8 em relação à EGS (Magnabosco et al., 2003; Yokoo et al., 2008), pode-se destacar a superioridade em 88,4% (1,74 vs. 0,92 mm) para a gordura subcutânea na garupa (P8), em relação à mensurada entre a 12^a-13^a costela (EGS), por ser a garupa local onde a gordura é deposita mais precocemente.

Segundo Berg e Butterfield (1976) a deposição de gordura ocorre primeiramente no traseiro e dianteiro, avançando em direção a coluna vertebral, descendo posteriormente para parte inferior das costelas. Assim, a P8 seria melhor indicador para predizer animais com menor acabamento, como os animais recriados a pasto, pois estes terão menos gordura entre a 12^a-13^a costelas. Contudo, apesar de não haver diferenças significativas ($P>0,10$) para P8, entre a equação conjunta e a do grupo controle (Tabela 3), observa-se uma superioridade de 72,8, 100,8 e 142,0% nos 250, 343 e 446 dias de idade, respectivamente (Figura 2c), para os animais suplementados. Tais dados permitem inferir que, as estratégias de suplementação protéica proporcionaram maior deposição de gordura na garupa com o avançar da idade em relação ao grupo controle.

Segundo Yokoo et al. (2008a), a EGS pode ser predita pela medida da espessura de gordura da garupa (P8) pela equação: $EG = 0,85 + 0,18 \times P8$, ($R^2=0,43$). Dessa forma, se um animal apresentar uma P8 de 2 mm, a EGS predita será de 1,21 mm. No presente estudo, estimou-se uma EGS 10,3% maior para os animais submetidos às estratégias de suplementação (Tabela 3), comparado pela equação sugerida (1,19 vs 1,06 mm), enquanto Magnabosco et al. (2003), trabalhando com animais machos da raça Nelore aos 22 meses de idade, estimaram uma EGS 18,8% maior. Assim, apesar de haver pequena super-estimativa da EGS, a equação pode identificar precocemente esses animais, especialmente quando criados a pasto, pois segundo Tait et al. (2001), a deposição de gordura na região das costelas é menor que na garupa, pelo menos até os animais atingirem 4 a 5 mm de espessura de gordura subcutânea.

Em razão da indisponibilidade dos dados referentes às medidas ultrassonográficas da última fase de produção, levou-nos a utilizar para a fase de terminação as medidas tomadas nas carcaças após-abate, sendo possível determinar a fase de produção em que as medidas da AOL e EGS do animal *in vivo* melhor se correlacionam (Figura 3) com as medidas da carcaça dos animais na fase de terminação. As medidas da P8 não são comumente tomadas nas carcaças, não sendo possível incluí-las nas correlações.

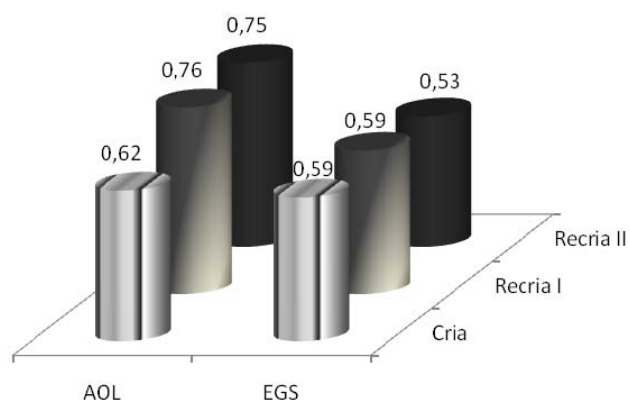


Figura 3. Correlações das medidas tomadas por ultrassonografia (AOL e EGS) nas fases de cria e recrias, com as medidas de carcaça na fase de terminação, em tourinhos criados a pasto.

É comum correlações entre as medidas de AOL e EGS realizadas pelo ultra-som e as medidas obtidas diretamente na carcaça, as quais vão de moderadas a altas (acima de 0,61) para animais de mesmo peso vivo ou idade animal (Greiner et al., 2003; Polizel Neto et al., 2009) porém, ao se correlacionar tais medidas entre idades e técnicas de mensuração das medidas, além dos fatores como o técnico responsável pela coleta e interpretação das medidas ultra-sônicas, a tendência em se super e subestimar a AOL e EGS, respectivamente (Prado et al., 2004; Wall et al., 2004; Sugisawa et al., 2006).

Na interpretação das imagens, a variabilidade entre as medidas pode ser aumentada pela diferença na posição entre a tomada de imagem e a mensuração na carcaça, método de suspensão da carcaça, encurtamento das fibras musculares pelo processo de resfriamento da carcaça e a retirada da gordura subcutânea da carcaça na hora da esfolagem, conduzindo a menor

correlação entre as estimativas obtidas para animal *in vivo* e carcaça (Polizel Neto, et al., 2009), especialmente em relação as medidas de espessura de gordura subcutânea (Wall et al., 2004; Sugisawa et al., 2006). Contudo, ainda assim, neste estudo foi possível obter correlações moderadas e positivas entre as medidas tomadas *in vivo* nas fases de cria e recria e as medidas da carcaça na fase de terminação, especialmente para os animais suplementados que apresentaram correlações de AOL variando de 0,50 a 0,61 e EGS de 0,38 a 0,47.

As medidas de AOL e EGS das carcaças pós-abate na terminação têm correlações positivas com as medidas tomadas *in vivo* nas demais idades (Figura 3). A AOL correlacionou-se melhor com as recrias, comparada a desmama, enquanto a EGS apresentou modesta diferença entre as correlações da desmama e recria I com a recria II. Contudo, ao desmembrar as estratégias de suplementação, as medidas referentes aos animais que receberam suplementação protéica apresentaram um perfil de correlações inverso ao perfil observado aos animais que receberam apenas mistura mineral (Figura 4).

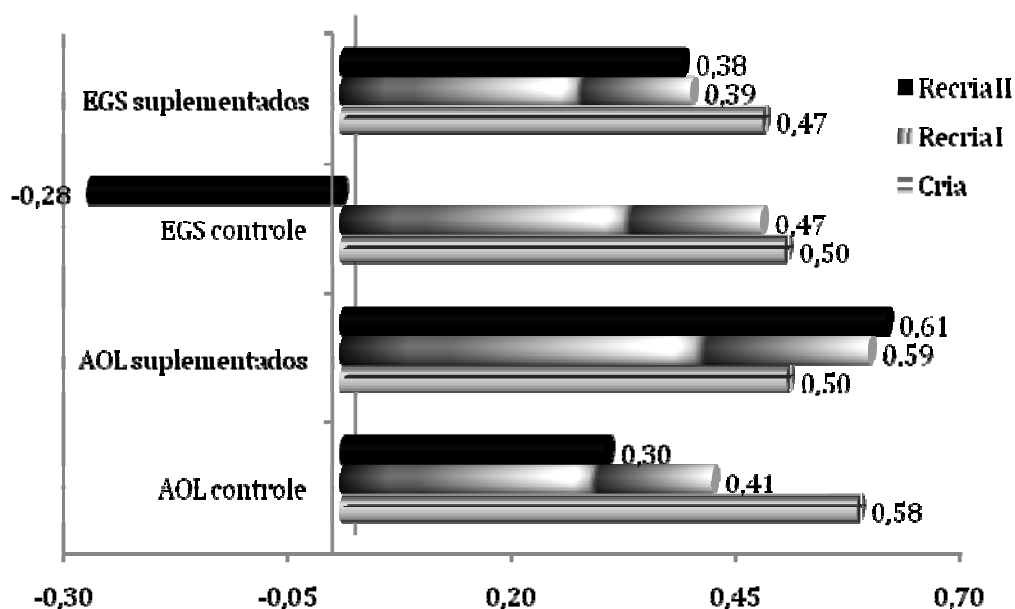


Figura 4. Correlações ultrasonográficas da AOL e EGS dos animais do grupo controle e suplementados (T1, T2, T3) nas fases de cria e recrias com as medidas da carcaça na fase de terminação.

As medidas dos animais suplementados (T1, T2 e 3) não apresentaram diferenças ($P>0,10$), sendo possível agrupá-las e correlacioná-las as medidas dos animais do grupo controle.

As medidas ultra-sônicas de AOL da terminação apresentaram correlações positivas e mais altas com as medidas obtidas nas demais idades para os animais que recebem suplementação protéica (Figura 4), os quais apresentam correlação crescente com o avanço da idade (0,50 vs 0,59 vs 0,61). Por outro lado, as medidas de AOL dos animais do grupo controle, que receberam apenas mistura mineral correlacionaram-se de forma decrescente, nas idades de cria e recrias, com as medidas na fase de terminação, fato que está relacionado à restrição nutricional mais intensa sofrida por estes animais, especialmente em meados da recria II, potencializada pelo período seco mais extremo, atípico do ano de 2007 (Figura 4). O aumento da AOL dos animais suplementados no período seco, mesmo que modesto, foi favorecido pelo aporte nutricional do concentrado, visto que a utilização de suplementos protéicos maximiza a eficiência da síntese de proteína microbiana atendendo as exigências protéicas, com maiores taxas de crescimento, visto que animais jovens são mais eficientes na conversão de nutrientes, principalmente proteína, em função do maior desenvolvimento muscular nesta fase (Silva et al., 2002).

Segundo Sugisawa et al. (2006), geralmente, as correlações envolvendo a AOL e a ECG por ultra-sonografia e aquelas relacionadas às medidas da AOL e ECG da carcaça são sempre no mesmo sentido, o que valida a utilização da técnica da ultra-sonografia para predição das características da carcaça, contudo, a medida por ultra-sonografia pode apresentar correlações de maior magnitude, talvez como consequência da maior variabilidade das medidas comparada as tomadas na carcaça. Tais informações sugerem quão confiáveis podem ser as características de AOL e EGS da carcaça na terminação preditas pelas medidas tomadas *in vivo* em idades que a antecede.

As medidas de EGS das carcaças dos animais na terminação apresentaram correlação decrescente com o avanço da idade, de forma mais amena aos animais que receberam suplementação protéica, porém correlação alta e negativa (-0,49) na fase de recria II, para os animais que receberam mistura mineral. O perfil ao qual as correlações se comportam nas fases de

crescimento reporta que a gordura subcutânea pode sofrer intensa mobilização em períodos de restrição nutricional como o observado em meados da recria II, especialmente para os animais não suplementados com concentrados, correlacionando-se negativamente a gordura de cobertura dos animais na terminação.

Vale ressaltar que as mais baixas correlações entre as medidas das recrias e as obtidas nas carcaças dos animais da terminação foram influenciadas pela restrição nutricional a qual os animais foram submetidos e não pelo potencial genético de crescimento. Esta hipótese é suportada pelas maiores correlações para com as medidas feitas a desmama, tanto para AOL como EGS (Figura 4) semelhantes para os animais do grupo controle e suplementados (0,50 e 0,47), período em que os animais não haviam sofrido restrição alimentar, especialmente para as medidas de EGS. Logo, a desmama, apresenta-se como a idade mais representativa do potencial de crescimento dos animais precoces terminados a pasto devido suas melhores correlações com as medidas das carcaças quanto a AOL para animais não suplementados e quanto a EGS dos animais recebendo ou não suplementos protéicos, levando em consideração a sazonalidade quali-quantitativa forrageira sob a restrição de nutricional dos animais.

Ramalho (2006) avaliando as características de carcaça de novilhos a pasto recebendo suplementos protéicos ou energéticos não obteve diferenças entre os tratamentos, apesar de numericamente, a AOL ser maior para os animais que receberam suplementos protéicos, e a EGS para os animais recebendo os suplementos energéticos.

Conclusão

A suplementação protéica proveu maior AOL, espessura de gordura subcutânea e da garupa em bezerros sob sistema de *creep feeding*. Maiores níveis de proteína bruta nos suplementos resultam em maior espessura de gordura subcutânea dos animais.

As estratégias de suplementação protéicas propostas foram eficientes em aumentar a AOL, o que sugere maior rendimento de carcaça e cortes nobres, além de promover maior espessura de gordura subcutânea, comparado aos animais que receberam mistura mineral, mesmo animais precoces no período seco do ano.

As medidas de carcaças dos animais na terminação melhor correlacionaram-se com as medidas ultrassonográficas dos animais na fase de desmama. O perfil de correlações das características avaliadas (AOL, EGS) nos animais abatidos na fase de terminação, comparado as demais fases, é influenciado pela suplementação protéica em manutenção à restrição nutricional nas recrias e, às próprias características avaliadas, tecido muscular ou adiposo, com potencial de mobilização diferenciado.

Literatura Citada

- BERG, R.T. and BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University, 1976. 240p.
- BENEDETTI, E.; MANTOVANI, A.P.; COLMANETTI, A.L. Influência do *creep feeding* no desempenho ponderal e econômico em bovinos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.
- FERNANDES, H.J. **Avaliação nutricional e estudo do crescimento de tourinhos em pastejo recebendo suplementação concentrada com diferentes perfis protéicos**. (Tese de Doutorado em Zootecnia). 289p. Viçosa-MG, 2009.
- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne vermelha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1993, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.2-10.
- GREINER S.P.; ROUSE G.H.; WILSON D.E.; CUNDIFF L.V.; WHEELER T.L. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and *longissimus* muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**. v.81, p.676–682. 2003.
- LUCHIARI FILHO, A. Sistema de produção de carne bovina no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA CARNE, 3., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, 2005.
- MAGNOBOSCO, C.U, SAINZ, R.D., FARIA, C.U., et al. Avaliação genética e critérios de seleção para características de carcaça em zebuínos: relevância econômica para mercados globalizados. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 5. Viçosa. **Anais...** Viçosa p.239-272, 2006.
- MAGNABOSCO, C.U.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F.; SAINZ R.D.; et al. Padrões de crescimento e características de carcaça de tourinhos nelore mocho, avaliados por ultra-sonografia em tempo real. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: SBZ, 2003. CD-ROM.
- PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; MORAES, E. H. B. K. et al. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, p.153-196, 2002.
- PAULINO, M.F. Estratégias de suplementação para bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.137-156.
- PORTO, M.O.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Fontes suplementares de proteína para novinhos mestiços em recria em pastagens de capim-braquiária no período das águas: desempenho produtivo e econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1553-1560, 2009.

- PRADO, C.S.; PÁDUA, J.T.; CORREA, M.P.C. Comparação de diferentes métodos de avaliação da área de olho de lombo e cobertura de gordura em bovinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, n.3, p.141-149, 2004.
- RAMALHO, T.R.A. **Suplementação protéica ou energética para bovinos recriados em pastagens tropicais**. 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, 2006.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; ALVES FILHO, D. C.; et al. Efeito da suplementação energética sobre a carcaça de vacas de diferentes idades, terminados em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.3, p. 1076-1083, 2001.
- RESTLE, J. & VAZ, F.N. Aspectos quantitativos da carcaça de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.32,n.10, p:1091-1095. 1997.
- SAINZ, R.D. E ARAÚJO, F.R.C. Uso de tecnologias de ultra-som no melhoramento do produto final carne. In: V Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 5, 2002. Uberaba. **Anais...** ABCZ p 1-8. 2002.
- SANTOS, F.A.P., SANTOS, J.E.P., THEURER, C.B. et al. Effects of rumen undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.12, p.3182-3213, 1998.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002.
- SOUZA, A.N.M.; LOBATO, J.F.P.; NEUMANN, M. Livre acesso ao *creep feeding* e efeitos no peso a desmama de bezerros de vacas multíparas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, João Pessoa, 2006. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006.
- SUGISAWA, L; MATTOS, W.R.S.; OLIVEIRA, H.N.; et al. Correlações simples entre as medidas de ultra-som e a composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.169-176, 2006.
- TAIT, J. R.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. **Comparison of ultrasound and carcass measurements to predict the percentage of lean from four primal cuts**. Ames: Iowa State University, 2001. (Beef and Sheep Research Report A.S. Leaflet R1775).
- YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; LOBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; ARAUJO, F.R.C.; SILVA, J.A.V.; SAINZ, R.D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of *longissimus* muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.117, p.147-154, 2008.
- YOKOO, M.J.; ORTELAN, A.A.; SARMENTO, J.L.R. et al. Estudo de características de crescimento e de carcaça medidas por ultra-sonografia em novilhas de dois grupos genéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 948-957, 2008a.

- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed., London, Comstock Publishing Associates, USA. 476p. 1994.
- WALL, P.B.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E. Use of ultrasound to predict body composition changes in steers of 100 and 65 days before slaughter. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1621-1629, 2004.

Capítulo 2

Qualidade da carne de novilhos criados a pasto em diferentes idades e estratégias de suplementação protéica

Resumo: Avaliou-se o efeito de estratégias de suplementação protéica sobre a qualidade da carne de novilhos criados em pasto, quanto aos tipos de fibras musculares, índice de fragmentação miofibrilar, força de cisalhamento, perdas por exsudação e cor objetiva da carne em diferentes idades. Foram utilizados 52 bezerros machos, não-castrados, Nelore, distribuídos em quatro tratamentos (controle recebendo apenas mistura mineral e três estratégias de suplementação protéica, caracterizadas pelo somatório das dietas) e treze repetições, abatidos em quatro fases de produção (idades). As estratégias T1, T2 e T3 foram constituídas, na amamentação, pelos níveis 10, 20 e 30% de proteína bruta na ração do creep feeding; enquanto nas fases de recria e terminação por três diferentes níveis de nitrogênio não-protéico no suplemento, mantendo-se as dietas isoprotéicas. O suplemento foi fornecido diariamente nas quantidades de 1,2; 1,5 e 2,0 kg para amamentação, recrias e terminação, respectivamente. A idade ao abate de tourinhos suplementados a pasto tem influência ($P < 0,10$) sobre os parâmetros de qualidade da carne como o tipo de fibras musculares, fragmentação miofibrilar e gordura intramuscular, contudo, não o faz sobre a força de cisalhamento, sendo possível caracterizar a carne de novilhos precoces como macia. Novilhos precoces terminados a pasto caracterizaram-se por apresentar carnes vermelhas e menos exsudativas. As estratégias de alimentação favorecem ($P < 0,10$) modulações entre fibras musculares com maior frequência de fibras brancas (tipo IIB) para os suplementos contendo maiores níveis de NNP ($P < 0,10$), e reduzem as perdas por descongelamento, não influenciando os demais parâmetros de qualidade da carne.

Palavras-chave: superprecoces, *creep feeding*, gado de corte, maciez

Meat quality of bulls grazing tropical pasture in different ages and protein supplementation strategies

Abstract: The objective was evaluate the effects of strategies protein supplementation in muscle fibers traits, index of myofibrillar fragmentation, meat shear force, exudative losses and meat color of bulls grazing tropical pasture on different ages. Fifty two Nellore bulls were used, separated in four groups representing bulls fed *ad libitum* with mineral salt and tree protein supplementation strategies and thirteen replicates. Strategies T1, T2 and T3 were formulated with corn, soybean meal and composed by the levels of 10, 20 and 30 % of crude protein on *creep-feeding* ration and by urea levels background ration, keeping isoproteic the ration. The bulls were fed everyday with 1.2, 1.5 and 2.0 kg/animal to calves, growing and finishing bulls, respectively. The different ages of slaughter growing and finishing bulls fed in pasture modify parameters of meat quality as kind of muscle fibers, myofibrillar fragmentation index and intramuscular fat ($P<0.10$), however didn't it under shear force ($P>0.10$), being possible define the meat of young bulls who tender beef. The finishing bulls grazing tropical pasture are defined by red meat color and lower losses of water. The strategies of supplementation favor changes among muscle fibers with increase of white fiber frequency or IIB fibers, to the supplement with most levels of non protein nitrogen (NPN) and decrease defrost losses ($P<0.10$), don't modifying another's traits of meat quality.

Keywords: young age, *creep feeding*, beef of cattle, tenderness

Introdução

O uso de suplementos múltiplos para animais criados em pastagens é uma alternativa viável para os pecuaristas, por facilitar a recuperação e manejo das pastagens e por complementar as deficiências protéicas do pasto, sobretudo durante o período de seca, contribuindo para o maior crescimento animal, visando à intensificação da produção de carne bovina no sistema de produção a pasto, através da obtenção de novilhos precoces e superprecoces.

Animais jovens são mais eficientes na conversão de nutrientes e deposição de tecidos, principalmente proteína (Silva et al., 2002), assim, a suplementação via *creep feeding* na fase de amamentação é fundamental para o sucesso de um sistema intensivo de criação, pré-condicionando o animal ao tipo de alimentação e proporcionando bons ganhos de peso à desmama para suportar o potencial crescimento nas demais fases de produção (Porto et al., 2009).

Considerando que após o nascimento o número total de fibras musculares do animal não é alterado, fatores como estímulos nervosos, atividade física, idade, raça, sexo e, principalmente nível nutricional ao qual o animal é submetido afetam modulações entre os tipos de fibras, alterando assim a composição e o metabolismo muscular (Ashmore et al., 1972). As fibras musculares podem ser distinguidas conhecendo-se sua forma predominante de suprimento de energia (mecanismo glicolítico ou oxidativo). A classificação histoquímica dos tipos de fibras musculares denomina fibras vermelhas (tipo I, oxidativas e de contração lenta), fibras brancas (tipo IIB, glicolíticas e de contração rápida) e intermediárias (tipo IIA, oxidativa-glicolítica e de contração rápida) (Brooke & Kaiser, 1970; Peter et al., 1972).

O tipo de fibra predominante na musculatura dos animais têm influência direta sobre as características de qualidade da carne, afetando a textura, força de cisalhamento, coloração, suculência, pH e rendimento de carne (Aberle et al., 2001), pois a elas estão relacionados fatores como estado de contração do músculo, degradação das miofibrilas, gordura intramuscular e diâmetro das fibras musculares. Isto afeta direta e indiretamente a maciez da carne (Sainz, 1996), assim como a quantidade de mioglobina armazenada no músculo e capacidade de retenção de água (CRA) da carcaça e da carne, atributos

qualitativos mais observados pelos consumidores no momento da compra do produto (Ramos e Gomide, 2007).

Sendo a maioria das características supracitadas, influenciadas positivamente pela idade e sistemas de produção, com ênfase à dieta, a suplementação protéica visa maximizar a eficiência da síntese de proteína microbiana, atendendo às exigências do animal e intensificando o crescimento muscular; favorecer o abate de animais precoces terminados a pasto e; atender as exigências quanti-qualitativas de suma importância para o mercado de carne e satisfação do consumidor.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a qualidade da carne de novilhos precoces terminados em pasto sob diferentes estratégias de suplementação, com ênfase ao pH muscular; os tipos das fibras musculares; o índice de fragmentação miofibrilar; a força de cisalhamento; as perdas de exsudados; e a coloração do músculo *Longissimus dorsi*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, no período de fevereiro de 2007 a maio 2008. Utilizaram-se 52 bovinos Nelores machos não-castrados, mantidos em piquetes de *Brachiaria decumbens* Stapf, que foram distribuídos em quatro estratégias de alimentação (controle – sem suplementação protéica, recebendo apenas mistura mineral; e três níveis de suplementação protéica - T1, T2 e T3), avaliadas ao longo de quatro fases de produção (idades). A cada estratégia de alimentação foram alocados 13 bezerros (repetições), dos quais 3 foram abatidos após a fase de cria (aos 250 dias de idade), 2 foram abatidos na fase de recria I (aos 343 dias de idade), 3 foram abatidos após a fase de recria II (aos 446 dias de idade) e 5 foram abatidos após a fase de terminação (aos 580 dias de idade) (Figura 2).

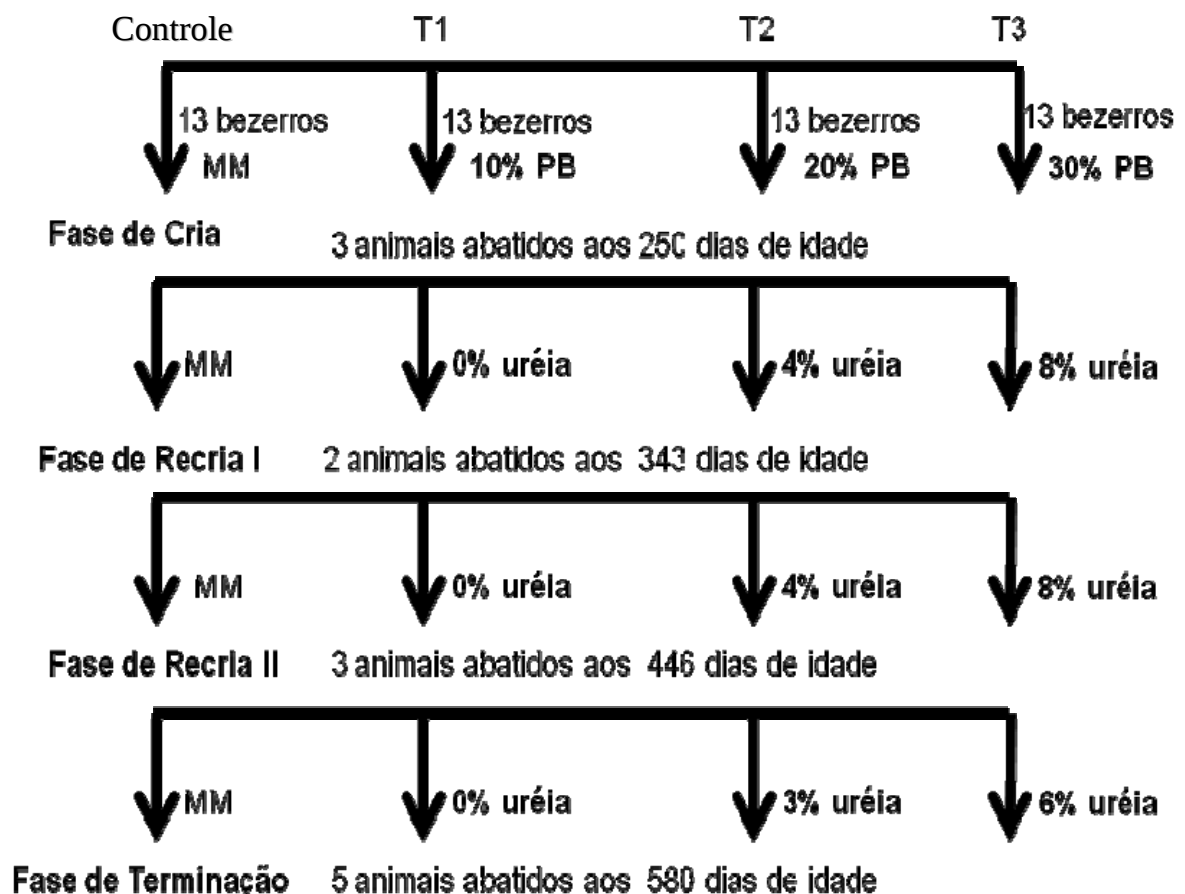


Figura 2. Delineamento experimental em função das estratégias de alimentação e fases de produção.

Na fase de amamentação, em que os bezerros foram mantidos com suas mães e suplementados em sistema de *creep feeding*, as estratégias T1, T2 e T3, fornecidas à base de 1,2 kg por dia, foram constituídas, pelos níveis 10, 20 e 30% de PB no suplemento. Nas fases das recrias (período seco e transição seca-águas) variou-se os níveis de NNP nos suplementos, substituindo-se o farelo de soja (diminuição de seus níveis de adição) por uréia (0, 4 e 8%) na composição do suplemento, mantendo o teor de PB em 34% nos 1,5 kg de suplemento fornecidos ao dia. Na fase de terminação, variaram-se novamente os níveis de NNP com níveis de substituição por uréia de 0, 3 e 6% nos suplementos, de forma a se obter 27% de PB nos 2,0 Kg de suplemento, fornecidos diariamente (Tabela 1).

As alterações das estratégias de alimentação foram realizadas de forma a atender as exigências nutricionais dos animais (NRC, 2000) em cada fase de produção.

Na Figura 2, adaptada de Fernandes (2009), são apresentadas as disponibilidades de matéria seca do pasto.

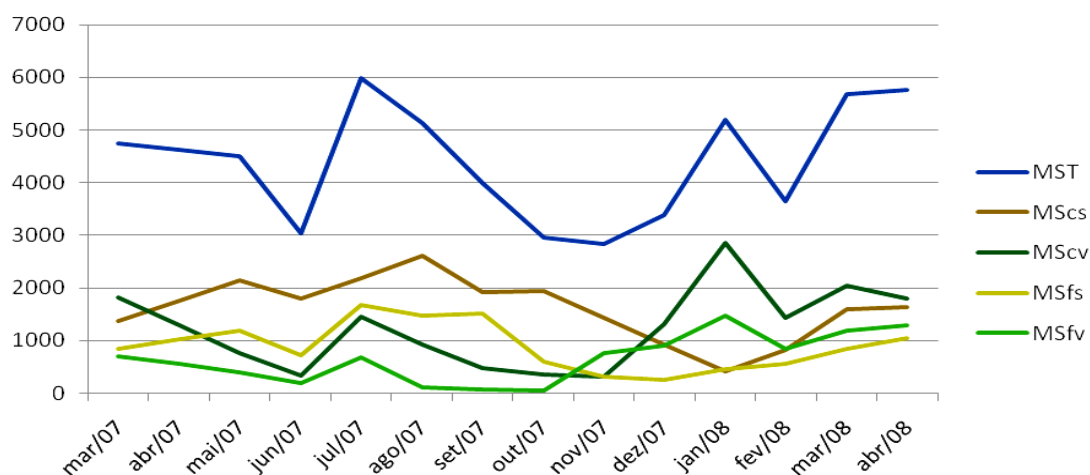


Figura 2. Disponibilidade de matéria seca total do pasto (MST) e de seus componentes folhas verdes (MSfv), folhas secas (MSfs), colmos verdes (MScv) e colmos secos (MScs) durante o período experimental. Adaptada de Fernandes (2009)

Tabela 1 – Ingredientes e composição das dietas (controle e suplementos concentrados) fornecidas aos animais nas diversas fases de produção animal.

Itens	Fase de produção (idades)															
	Amamentação*				Recria I				Recria II				Terminação			
	(fevereiro a junho-2008)				(junho a outubro-2008)				(outubro a janeiro - 2008)				(fevereiro a maio - 2009)			
	Idade inicial: 3 meses				Idade inicial: 8 meses				Idade inicial: 12 meses				Idade inicial: 15 meses			
Estratégias de suplementação																
Controle	T1	T2	T3	Controle	T1	T2	T3	Controle	T1	T2	T3	Controle	T1	T2	T3	
Componentes do suplemento (%) ¹																
Milho	-	97,4	64,9	32,5	-	26,2	48,4	71,3	-	25,6	47,9	69,7	-	51,4	69,4	86,4
Farelo soja	-	-	32,5	64,9	-	69,0	42,9	15,9	-	69,8	43,4	17,8	-	44,7	23,8	3,8
Uréia	-	-	-	-	-	-	4,0	8,0	-	-	4,0	8,0	-	-	3,0	6,0
Mistura mineral	100	2,6	2,6	2,6	100	4,8	4,8	4,8	100	4,7	4,7	4,7	100	3,8	3,8	3,8
Número animais	13	13	13	13	11	11	11	11	8	8	8	8	5	5	5	5
Composição bromatológica das dietas ²																
	Pasto	T1	T2	T3	Pasto	T1	T2	T3	Pasto	T1	T2	T3	Pasto	T1	T2	T3
MS ¹	22,1	95,4	95,4	95,9	52,2	93,6	93,6	93,5	21,3	93,5	92,8	93,4	24,6	93,4	93,6	92,8
PB	13,2	9,42	24,8	31,8	5,05	34,3	34,3	34,5	14,2	38,0	38,2	39,5	11,9	26,8	26,7	27,4
FDNcp ³	54,4	6,50	21,4	20,3	66,2	22,8	14,8	16,8	64,5	25,5	14,9	16,3	56,3	19,6	24,3	24,6
EE	1,40	2,84	2,45	1,83	1,63	1,77	3,33	3,96	1,05	2,02	2,94	4,17	1,94	3,29	3,72	3,74
NDT	67,8	71,2	73,5	76,2	54,8	57,8	63,7	64,7	44,2	61,1	64,2	54,5	55,5	64,8	59,6	67,3

¹Expresso em % da matéria natural (MN). ²Expresso em % da matéria seca. *10, 20 e 30%: níveis de PB no suplemento. ³FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida pra cinzas e proteína. Adaptado de Fernandes (2009)

Ao final de cada fase de produção, os animais a serem abatidos foram submetidos a jejum sólidos por 16 horas, em seguida abatidos por concussão cerebral, seguida de secção da veia jugular, conforme resolução 714 de 2002 do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV, 2002). As meia-carcaças foram refrigeradas em câmara-fria a 4°C durante 24 horas. Após o resfriamento das carcaças coletou-se, entre a 11ª e 13ª costelas da meia carcaça esquerda, seções do músculo *Longissimus dorsi* (LD). Destas seções, uma seção perpendicular correspondente a 1 cm oriundo da extremidade da 13ª costela, foi removido para realização da análise de fibra muscular. As porções remanescentes foram embaladas em sacos plásticos e congeladas em freezer a -20°C para posterior análise do índice de fragmentação miofibrilar (Culler et al., 1978), perdas por descongelamento, cocção e força de cisalhamento (Wheeler et al., 1995).

Da porção retirada para análise de fibra muscular, retirou-se, em duplicata e com auxílio de uma faca, cerca de 1 cm³ da região central do músculo LD, que foram imediatamente congeladas (-80°C) em ultra-freezer, afim de minimizar a formação de cristais de gelos na carne (capazes de causar rompimento da estrutura celular). Estas amostras foram mantidas congeladas a -80°C até o momento das análises de fibras musculares no Setor de Histologia e Embriologia do Departamento de Biologia Geral da UFV. Previamente à análise histoquímica, as amostras do músculo LD foram fixadas com resina (*Optimal Critical Temperature compound* – OCT, Tissue-Tek®) e, a seguir, foram cortadas, no sentido transversal das fibras, em micrótomo criostato Leica® modelo CM1850™ mantido a -21°C. A seguir, os cortes histológicos (12 µm) obtidos foram montados em lâminas pré-preparadas com gelatina. Após a montagem, as lâminas foram coradas de acordo com o protocolo descrito por Stevens & Palmer (1996), baseando-se nas variações de sensibilidade para atividade de adenosina tri-fosfatase miofibrilar (m-ATPase) em exposição a diferentes valores de pH (pH 4,2 e 4,6). Após pré-incubação ácida em pH 4.2, as fibras do tipo I reagiram intensamente à coloração, não havendo reação para as fibras tipo IIA e IIB. Já nas lâminas pré-incubadas em pH 4.6, houve reação de cor para as fibras do tipo I e IIB; as fibras tipo IIA não reagiram à coloração (Figura 1).

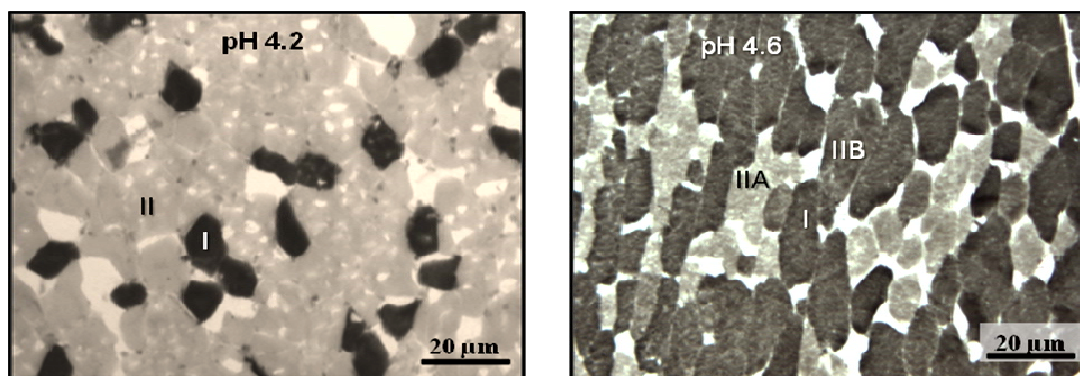


Figura 1. Seções transversais do músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé) de bezerros, reagidas para estabilidade da mATPase após pré-incubação em pH 4.2 e 4.6, procedendo-se a identificação dos diferentes tipos de fibras: I, IIA e IIB.

Para a leitura utilizou-se microscópio ótico (Olympus® BX-60) com a objetiva ocular de 10X, acoplado a um analisador de imagens de microscopia ótica (Olympus® U-CMAD-2) e a um computador com programas de análise de imagens. Para o cálculo da frequência relativa (%) foram contados 20 campos por lâmina, totalizando 900 fibras por lâmina, contadas utilizando-se o aplicativo Image-pro® Plus v.4.5.0.29 (Media Cybernetics, Maryland, USA) ajustado na máscara de grade (*gride mask*).

Por diferença dos tipos de fibra coradas em cada um dos pHs, obteve-se a frequência dos três tipos de fibras musculares, conforme a técnica de tipificação proposta por Brooke & Kaiser (1970), classificando-as em tipo I, IIA e IIB (Figura 1).

A determinação do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi realizada conforme metodologia descrita por Culler et al. (1978). Para isso, foram utilizadas amostras, de quatro gramas, livres de gordura e de tecido conectivo aparentes, do músculo *Longissimus dorsi*. Após adição de 40 mL de Tampão (100mM KCL, 20mM de fosfato potássio pH 7,0, 1mM MgCl₂ e 1mM NaN₃, pH 7,0) de Índice de Fragmentação Miofibrilar (TIMF) a 2°C, as amostras foram homogeneizadas, em tubo de centrífuga de fundo cônico de 50 mL de capacidade, por 30 segundos, a 18.000 rpm, em aparelho Ultra-Turrax MARCONI MA-102 acoplado com haste de cisalhamento inox AISI 304 (MA102A). Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 1.000 x g por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante foi descartado. O pellet foi

ressuspendido em 20 mL de TIMF a 2°C e homogeneizado com bastão de vidro. As amostras foram novamente centrifugadas a 1.000 x g por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante foi novamente descartado. O pellet foi, então, novamente ressuspendido em 10 mL de TMFI à 2°C e misturado em vórtex até a amostra tornar-se bastante homogênea para ser filtrada em peneira de polietileno com malha de 1 mm para retenção de tecidos (muscular e conectivo) não fragmentados. A seguir, quantificou-se as proteínas miofibrilares totais pelo método do Macro Biureto (Gornall et al., 1949). Para a determinação do IFM as amostras foram diluídas, em tubo de vidro de 13 x 100 mm, com o TIFM de forma a se obter uma concentração de proteína de 0,5 mg/mL em um volume final de 8,0 mL. Os tubos foram submetidos à agitação vigorosa em vórtex antes de se realizar a leitura da absorbância a 540 nm em espectrofotômetro (QUIMIS®, Q798UV-DB). O valor de IFM foi obtido pelo seguinte cálculo: IFM = Absorbância X 200.

Na determinação da força de cisalhamento (WBSF), fatias de 2,5 cm do músculo LD foram descongeladas sob refrigeração (5°C) por 18 horas até atingirem a temperatura interna de 4°C, obtendo-se por diferença de peso do bife as perdas por descongelamento. Posteriormente os bifes foram assados em forno elétrico (LAYR, Luxo, 2.400W), provido de duas resistências (uma na parte superior e outra na parte inferior do forno), à temperatura de 170°C até atingirem a temperatura de 71°C no centro geométrico das amostras, o que foi monitorado com o auxílio de um termopar digital (Digi-Sense®, tipo J) acoplado a uma probe (OMEGA®, Hypodermic Needle Probe PS-21). As perdas na cocção (exsudação + evaporação) foram obtidas pela diferença de peso dos bifes antes e após o cozimento. A perda de peso total foi obtida pela diferença de peso entre as amostras congeladas e assadas.

Os bifes assados foram colocados em bandejas individuais de alumínio, cobertas com parafilm, e resfriados em refrigerador doméstico a 5 °C. Após uma noite na geladeira, de cada bife retirou-se, no sentido das fibras musculares, e com o auxílio de uma sonda metálica, cinco amostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro para determinação da força de cisalhamento em texturômetro Warner-Bratzler® 2000 (G-R Electrical Company, Manhattan – KS, USA) segundo a metodologia de Wheeler et al. (1995).

A avaliação da cor da carne foi realizada (Ramos e Gomide, 2007), usando-se o espectrofotômetro ColorQuest II Sphere (HunterLab, Reston, VA), conectado a um computador provido do sistema software Universal. Antes de realizar as medidas de cor, o instrumento foi ligado por 30 minutos e padronizado para o modo de reflectância especular incluída (RSIN), sem o filtro ultravioleta. Após esse tempo, o aparelho foi calibrado com a colocação na porta de reflectância dos dispositivos protetor de luz, azulejo branco calibrado e azulejo cinza calibrado, respectivamente. Para o cálculo das coordenadas de cor foram estabelecidos o iluminante D₆₅ (luz do dia, 6.500K), o ângulo de 10° para o observador e o sistema de cor CIELAB (L* = luminosidade, a* = teor de vermelho e b* = teor de amarelo).

A partir dos índices a* e b* foram calculados o ângulo de tonalidade ($h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$) e a saturação ($c^* = a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$) de cor. Todas as coordenadas de cor foram obtidas a partir da média de cinco leituras consecutivas, tomadas em diferentes pontos de bifes de 2,5 cm de espessura, descongelados sob refrigeração (5°C) e previamente oxigenados por 30 minutos à temperatura ambiente antes das leituras.

A determinação da gordura intramuscular (GIM) foi realizada utilizando-se uma porção *in natura* do músculo LD, que após ser triturada em homogeneizador de tecidos tipo TURRAX CT-132 foi submetida à extração dos lipídios por meio de etanol e clorofórmio (Bligh & Dyer, 1969). A quantificação dos lipídios foi feita pela diferença de peso de placas de petri contendo 4 mL do solvente residual extraído e evaporação em estufa a 105°C por 20 minutos.

As medidas de pH e temperatura foram tomadas durante as 24 horas de resfriamento das duas meias-carcaças, na região compreendida entre a 10ª e 12ª costelas do músculo *Longissimus dorsi* a cada duas horas, utilizando-se sondas peagâmetro e termômetro específicas para essa finalidade. Contudo, algumas variações na temperatura da câmara fria e o tipo de peagâmetro utilizado em cada idade de abate não possibilitou dados intermediários possíveis para determinar a curva de decréscimo do pH e da temperatura ao longo do período *post mortem*, sendo relatados apenas os dados iniciais, intermediários e finais destas medidas.

As análises estatísticas foram realizadas no programa computacional Statistical Analysis System (SAS®, 2002), com procedimentos específicos para

a fase de cria e as fases de produção em conjunto, adotando-se um nível de significância de 10%.

Na fase de cria, foi realizada a decomposição da soma de quadrados por intermédio de contrastes ortogonais, atribuindo-se a comparação entre as médias do tratamento controle (sal) e os tratamentos envolvendo suplementação (níveis de 10%, 20% e 30% de proteína bruta no suplemento). As médias entre os diferentes tratamentos (exceto o sal) foram submetidas à anova e regressão, pelo procedimento PROC GLM, permitindo a avaliação dos efeitos de ordem linear ou quadrática, em função dos níveis de proteína dos suplementos.

Para a análise conjunta dos dados nas fases de produção (cria, recrias e terminação), utilizou-se o procedimento PROC GLM, com modelo ajustado para as estratégias de alimentação, as fases de produção e as interações entre estratégias e fases de produção.

Resultados e Discussão

Houve influência da idade para a maioria dos parâmetros de qualidade de carne (Tabela 2) e, das estratégias de alimentação (Tabelas 4 e 5) para as características das fibras musculares da carne dos novilhos terminados a pasto ($P < 0,10$). Contudo, houve interação ($P > 0,10$) entre idade e estratégias de alimentação apenas para a frequência de fibras musculares tipo IIA ($P < 0,10$), desmembrada na Tabela 3.

A frequência relativa das fibras musculares tipo I não diferiu ($P > 0,10$) para a idade, apresentando proporção média de 19,49%. Pode-se inferir que as fibras oxidativas apresentam menor capacidade de adaptar-se a fatores extrínsecos (idade e dieta) que os tipos de fibras dotadas de metabolismo oxiglicolítico ou glicolítico (IIA e IIB). Corroborando a esta hipótese, Mello (2007) observou menor plasticidade muscular para as fibras tipo I, as quais não apresentaram diferenças quanto ao grupo genético e peso vivo.

As fibras tipo I, de metabolismo oxidativo, possuem lenta atividade da enzima ATPase, inerente à atividade da proteína miosina responsável pela contração da fibra, resultando em velocidade de contração lenta e elevada resistência à fadiga (Ashmore et al., 1972). Logo, a idade (Tabela 2) e as estratégias de suplementação (Tabela 5) não afetaram a velocidade de contração (rápida ou lenta) das fibras musculares ($P > 0,10$).

A frequência das fibras musculares tipo IIB foi positivamente associada ao avanço da idade ($P < 0,10$), ao passo que as tipo IIA foi inversamente associada ($P < 0,10$), exceto para os animais suplementados com T2, que apresentaram frequência constante de fibras tipo IIA (Tabela 3). Assim, o aumento da idade dos animais propiciou modulações das fibras musculares do tipo IIA para IIB, principalmente na fase final de produção, provavelmente pelo fato das fibras IIB estarem associadas à maior hipertrofia muscular (Ashmore et al., 1972; Wegner et al., 2000). Estes dados se correlacionam com a observação prévia de aumento da AOL em 0,035 cm²/dia na recria, e em 0,182 cm²/dia na fase de terminação dos tourinhos (Capítulo 1).

Tabela 2. Freqüências relativas (quanto ao metabolismo, morfologia e contração) dos tipos de fibras musculares, índice de fragmentação miofibrilar (IFM), força de cisalhamento e gordura intramuscular (GIM) do músculo *L. dorsi* de novilhos criados a pasto e equações de regressão ajustadas em função da idade (D).

Características	Fases de Produção (idades)				CV (%)	Equações de regressão	R ²
	Cria (250 dias)	Recria I (343 dias)	Recria II (446 dias)	Terminação (580 dias)			
Fibra muscular tipo I (%)	19,32 ± 10,7	20,12 ± 9,37	20,30 ± 16,0	18,25 ± 28,3	19,3	Y = 19,52	
Fibra muscular tipo IIB (%)	45,84 ± 28,7	49,09 ± 32,0	47,80 ± 43,1	62,70 ± 29,5	50,7	Y = 31,59808 + 0,04923D	98,66
Fibras vermelhas (%) [◇]	51,09 ± 30,7	50,90 ± 40,4	52,19 ± 52,6	38,30 ± 39,1	45,3	Y = 33,48688 + 0,04082D - 0,000055D ²	95,82
Fibras brancas (%) [*]	45,84 ± 28,7	49,09 ± 32,0	47,80 ± 43,1	62,70 ± 29,5	50,7	Y = 31,59808 + 0,04923D	98,66
Fibra de contração lenta (%) [•]	19,32 ± 10,7	20,12 ± 9,37	20,30 ± 16,0	18,25 ± 28,3	19,3	Y = 19,52	
Fibra de contração rápida (%) [♦]	80,68 ± 37,0	79,87 ± 42,5	79,28 ± 58,9	82,25 ± 39,9	43,8	Y = 80,52	
IFM (%)	49,33 ± 19,9	47,48 ± 13,7	52,53 ± 19,7	46,16 ± 10,2	14,3	Y = 31,79351 + 0,11080D - 0,0001237D ²	77,64
Força de cisalhamento (kgf)	4,78 ± 20,3	4,29 ± 34,7	4,56 ± 41,8	4,46 ± 42,1	35,4	Y = 4,52	
GIM (%)	0,71 ± 20,3	0,63 ± 29,5	0,58 ± 40,2	0,84 ± 21,4	27,5	Y = 1,76723 - 0,00615D + 0,0000079D	97,07

P<0,10. ns = não significativo. CV: coeficiente de variação. R²: coeficiente de determinação. ◇ dada pela soma das freqüências de I + IIA; ^{} = tipo IIB;

• = tipo I; ♦ dada pela soma das freqüências de IIA + IIB.

Tabela 3. Médias e equações de regressão ajustadas para a frequência de fibras musculares tipo IIA em função da idade (D) e das diferentes estratégias de suplementação.

Estratégias de Alimentação	Fases de produção (Idade)				Média	CV %	Equações de regressão	R ²
	Cria (250 dias)	Recria I (343 dias)	Recria II (446 dias)	Terminação (580 dias)				
	Fibras musculares tipo IIA (%)							
Controle	39,10 ± 19,3	32,80 ± 24,7	33,30 ± 13,5	23,20 ± 21,8	31,95 ± 19,8 ^A	17,6	Y = 36,04801 - 0,03210D	95,7
T1	41,10 ± 26,4	25,70 ± 25,8	26,70 ± 27,9	20,30 ± 19,7	28,0 ± 25,2 ^A		Y= 43,08422 - 0,04276D	92,0
T2	27,30 ± 22,1	27,40 ± 35,7	26,80 ± 43,3	27,80 ± 47,8	27,93 ± 42,0 ^A		Y = 27,3	
T3	27,10 ± 30,7	24,90 ± 25,3	26,10 ± 29,1	22,30 ± 13,0	24,9 ± 24,5 ^B		Y = 28,01620 - 0,02269D	83,2

* Médias na coluna diferem por P<0,10.

A hipertrofia muscular, favorecida pela suplementação protéica dos animais, e estimulada pelos hormônios sexuais na fase de terminação, provoca um aumento da atividade enzimática, especialmente da calpastatina (Goll et al., 1992; Gol et al., 1998), enzima envolvida nos mecanismos de supressão à degradação das proteínas miofibrilares (Reeds et al., 1986).

Por outro lado, a restrição alimentar protéico-energética está relacionada à redução na atividade de calpastatina (Du et al., 2004) e, conseqüentemente, à atrofia muscular, especialmente das fibras musculares menos eficientes energeticamente (Lehnert et al., 2006). Segundo este autor, animais que atravessam períodos de restrição alimentar apresentam, como forma de se adaptar à oferta restrita de nutrientes, modulações no tecido muscular, no sentido de manter as fibras musculares oxidativas ou do tipo I, e reduzir a participação das fibras de tipo IIB ou brancas, comumente menos eficientes à necessidade energética do animal. Logo, subentende-se que as fibras vermelhas (I e IIA) sejam caracterizadas por maior atividade de calpaínas, principal enzima proteolítica responsável pela degradação miofibrilar no período *post mortem*, comparada a músculos ditos como brancos (Felício et al., 2003), o que corrobora com a correlação positiva (0,55) entre fibras vermelhas e IFM observada na recria II.

Fibras vermelhas caracterizam-se por apresentar maior vascularização, metabolismo aeróbico, grande número de mitocôndrias e de tamanho grande conseqüentemente, maior resistência à fadiga devido ao armazenamento de oxigênio pela mioglobina (Aberle et al., 2001). Assim, a máxima frequência de 52,1% aos 369 dias de idade (Tabela 2) sugere possível modulação a fibras vermelhas em meados do período de transição seca-águas (recria II) no sentido de adaptar-se à oferta restrita de nutrientes (Lehnert et al., 2006), somado a maior atividade física dos animais (Vestergaard et al., 2000) na seleção de folhas verdes, visto que o mês de outubro foi marcado por redução da oferta de forragem e principalmente pela diferença na composição do pasto onde os materiais secos (folhas e colmos) correspondiam a mais de 86% da MS do pasto (Fernandes, 2009).

O fato da restrição alimentar reduzir a atividade de calpastatina no músculo, influenciando positivamente no *turnover* protéico, parece ser

confirmado pelos maiores valores de IFM ($P < 0,10$) nesta fase (Tabela 2), mais expressiva em meados da recria II.

As proteínas miofibrilares estão diretamente relacionadas à renovação protéica dada pelo balanço entre a taxa de síntese e degradação das proteínas (Goll et al., 1998), envolvendo enorme gasto energético. Assim, o máximo índice de fragmentação de miofibrilas (IFM) de 52,2 obtido aos 388 dias (Tabela 2) permite inferir que a proteólise miofibrilar foi maior do que sua síntese, favorecendo o índice de fragmentação no período de recria II, período de maior deficiência nutricional quali-quantitativa da forragem utilizada pelos animais (Figura 1). O marmoreio apresentou valor mínimo de 0,58% aos 390 dias, sugerindo que pode ter ocorrido certa mobilização de gordura intramuscular em meados da recria II.

Em complemento as informações supracitadas, tanto os processos de proteólise como os de lipólise dos tecidos moles da carcaça podem ser reforçados pelos dados de Fernandes (2009), em trabalho paralelo ao presente experimento, que observou grande redução do peso de alguns cortes nobres, especialmente do contra-filé, e mobilização nas gorduras subcutânea e intermuscular para o tratamento controle e paralisação do crescimento destes tecidos para os animais suplementados, no período de restrição nutricional. O autor sugere que o período de restrição (recrias), ao qual os animais produzidos a pasto são submetidos, altera significativamente a curva de crescimento dos tecidos da carcaça, sendo estes efeitos potencializados nos animais não suplementados.

O menor IFM (46,16%) do músculo dos animais na fase de terminação (Tabela 2) pode estar relacionado à maior área das fibras em função de maior síntese protéica e a uma possível maior atividade de calpastatina em animais inteiros ao atingir a maturidade aos 20 meses (Morgan et al., 1993), fazendo com que a proteólise ocorra com menor intensidade, e portanto, reduzindo o IFM (Sainz, 1996).

A suplementação protéica favoreceu ($P<0,10$) a modulação das fibras musculares tipo IIA e IIB na fase de cria, comparada a dos animais do grupo controle (Tabela 4), o que reflete em possíveis alterações na qualidade da carne dos bezerros submetidos ao sistema *creep feeding*.

Tabela 4. Frequência dos tipos de fibras musculares do músculo *Longissimus dorsi* de bezerros, na fase de cria, e estimativas dos parâmetros de regressão em função dos níveis de proteína bruta (N)

Tipos Fibras	Níveis de Proteína Bruta					¹ Valor-P		
	Controle	10%	20%	30%	CV (%)	² C vs S	L	Q
I	19,80 ± 9,31	17,60 ± 5,45	19,66 ± 8,00	21,16 ± 3,76	16,45	0,6176	0,1168	0,7206
IIA	39,16 ± 24,3	41,13 ± 20,2	27,20 ± 33,7	27,26 ± 27,0	3,45	0,0001	0,0001	0,0046
IIB	41,03 ± 19,0	41,23 ± 21,1	53,13 ± 26,3	51,56 ± 4,13	5,78	0,0012	0,0085	0,0019

¹ $P<0,10$; ² C vs S: Controle x suplementados, níveis descritivos de probabilidade para contrastes (Valor P). L: linear; Q: quadrático. IIA = $69,0666 - 3,49333N$ ($r^2=97,9$). IIB = $15,86667+3,2100N-0,0673N^2$ ($r^2=97,9$).

A frequência das fibras musculares do tipo I não foi influenciada pela suplementação, tão pouco pelos níveis protéicos dos suplementos (10%, 20% e 30% de PB) na fase de cria, apresentando média de 19,5% (Tabela 4 e Figura 2).

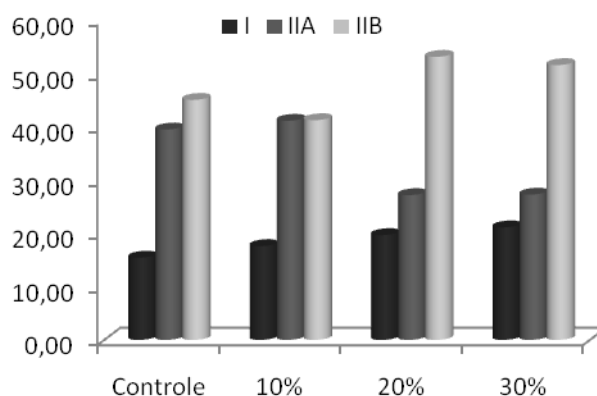


Figura 2. Frequência dos tipos de fibras musculares do músculo *L. dorsi* de bezerros recebendo suplementos com diferentes níveis de proteína.

Na fase de cria, as fibras do tipo IIA reduziram em função da modulação à fibras musculares do tipo IIB, com o aumento dos níveis de proteína bruta nos suplementos (Figura 2), o que já era esperado em função do

maior aporte energético advindo da sinergia entre suplemento concentrado e pasto, favorecendo a utilização da energia latente do pasto (Paulino et al. 2003). A suplementação, no sentido de suprir as necessidades protéicas do bezerro, estimula o consumo de matéria seca, resultando em maior capacidade de digerir a matéria orgânica, devido a um maior estímulo a fermentação microbiana no rúmen e, conseqüentemente, favorece o desenvolvimento do rúmen e do sistema digestivo dos animais a desmama. Corroborando com os resultados supracitados, Fernandes (2009), afirmou que o *creep feeding*, ao complementar a dieta do bezerro, proporciona maiores taxas de desenvolvimento corporal, além de melhor ganho de peso a desmama.

Segundo Ashmore et al. (1972) o número de fibras brancas (IIB) aumenta via modulação ou diferenciação das fibras vermelhas (I e IIA), sem alteração no número total de fibras e que, as fibras intermediárias são formas de transição na conversão de fibras vermelhas para brancas. Lehnert et al. (2006) observaram que menor ingestão de matéria seca acarreta em predominância do metabolismo oxidativo. Cervieri et al. (2005), suplementando bezerros em sistema *creep feeding* até aos 217 dias, com ração contendo 20% de proteína bruta, obteve frequências de fibras tipo I, IIA e IIB de 19%, 25,4% e 55,6%, respectivamente. Por outro lado, Vestergaard et al. (1999), obtiveram redução na frequência das fibras tipo I e IIA e aumento das fibras tipo IIB do músculo *Longissimus dorsi*, para animais submetidos ao pastejo quando comparados aos animais confinados e recebendo concentrado *ad libitum*.

Maior modulação de fibras intermediárias do tipo IIA para fibras brancas tipo IIB foi notada no nível de 23,2% de proteína bruta no suplemento dos bezerros (Tabela 4), indicando haver relação entre quantidade de proteína no suplemento (níveis acima de 20%), suprimento adequado de PDR na dieta e eficiência de uso dessa PB pelo metabolismo dos bezerros, refletindo na intensidade de modulações entre fibras musculares na fase de cria.

O suplemento caracterizado por baixa proteína bruta (T1 ou 10% de PB) apresentou 97,5% de milho na composição (Tabela 1), o que pode ter favorecido a acidificação do rúmen ainda em desenvolvimento pelo baixo pH em função dos altos teores de amido. Os dados de Fernandes (2009), em avaliação paralela aos mesmos animais, reforçam a hipótese supracitada, ao observar menores coeficientes de digestibilidade da FDN para os animais que

receberam o suplemento T1. Por outro lado, a redução da frequência das fibras do tipo IIB no tratamento T3 (redução de 0,06 cm² de 20% para 30% de PB), pode estar relacionada a um excesso de proteína na dieta, formulada com 65% de farelo de soja em sua composição, com elevada produção de amônia resultante da degradação desta proteína, atrelada a energia insuficiente para o aproveitamento desta, resultando em maiores perdas de amônia e menor síntese de proteína muscular.

Fernandes (2009) obteve diferença significativa entre os tratamentos controle e suplementados no peso do músculo *Longissimus dorsi* dos animais abatidos a desmama (8,2 vs 10,5 kg), porém, não observou diferenças para os níveis de PB no suplemento. Contudo, para uma melhor comparação entre os trabalhos seria interessante conhecer a área das fibras musculares afim de dar suporte as diferenças observadas na frequência das fibras para cada tratamento (Tabela 4).

As estratégias de alimentação influenciaram a frequência das fibras musculares ($P < 0,10$) quanto ao metabolismo e a morfologia (Tabela 5).

Os animais que receberam os suplementos referente às estratégias T2 e T3 (Tabela 5), caracterizados pelos maiores níveis de NNP, tiveram a frequência das fibras tipo IIB favorecida a partir da modulação das fibras do tipo IIA. Entretanto, a frequência das fibras do tipo I permaneceu estável ($P > 0,10$), com média de 18,82%. Modulações entre fibras musculares, com aumento da frequência das fibras tipo IIB em função da dieta, são conhecidas (Vestergaard et al., 2000) e definem as fibras brancas ($P < 0,10$), comumente, sujeitas a maior hipertrofia das células.

A maior frequência das fibras do tipo IIB para os animais que receberam uréia pode estar relacionada à velocidade de ingestão do suplemento no cocho, visto que os animais que receberam uréia consumiram o suplemento de forma gradativa durante o dia, permitindo chegada gradativa do nitrogênio ao rúmen. A melhor distribuição do aporte de nitrogênio ao longo do dia, especialmente PDR, pode refletir no melhor aproveitamento da fração fibrosa da pastagem, maior sincronismo entre a proteína da dieta e a energia latente da forragem (Paulino et al., 2003). Esta sincronia favorece uma maior disponibilidade de nutrientes para os animais que consumiram uréia (T2 e T3), e menor disponibilidade/aproveitamento de nutrientes nos animais que não

consumiram uréia (T1), os quais consumiam o suplemento em poucos minutos após fornecimento (Silva et al., 2008).

Tabela 5. Frequências relativas (quanto ao metabolismo, morfologia e velocidade de contração) dos tipos de fibras musculares, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e teor de gordura intramuscular (GIM) do músculo *L. dorsi* de novilhos terminados a pasto nas diferentes estratégias de suplementação.

Características	Estratégias de suplementação				CV %
	Controle	T1	T2	T3	
Fibra muscular tipo I (%)	19,35 ± 6,30	19,74 ± 12,5	17,91 ± 11,3	18,30 ± 9,13	15,8
Fibra muscular tipo IIB (%)	55,08 ± 29,2 ^B	57,15 ± 23,3 ^B	61,89 ± 29,3 ^A	60,83 ± 19,9 ^A	27,4
Fibras vermelhas (%) [◇]	49,52 ± 26,3	48,27 ± 25,0	48,18 ± 38,3	48,72 ± 27,4	30,6
Fibras brancas (%) [*]	55,08 ± 29,2 ^B	57,15 ± 23,3 ^B	61,89 ± 29,3 ^A	60,83 ± 19,9 ^A	27,4
Fibra de contração lenta (%) [•]	19,35 ± 6,30	19,24 ± 12,5	18,91 ± 11,3	19,40 ± 9,13	15,8
Fibra de contração rápida (%) [♦]	80,65 ± 25,7	80,75 ± 36,4	81,89 ± 38,3	80,59 ± 30,9	35,1
IFM (%)	49,38 ± 16,3	49,69 ± 18,4	47,74 ± 21,1	49,76 ± 3,39	10,7
Força de cisalhamento (kgf)	4,37 ± 10,1	4,53 ± 8,20	4,57 ± 13,9	4,52 ± 19,23	21,3
GIM (%)	0,69 ± 16,8	0,69 ± 8,39	0,70 ± 19,2	0,68 ± 19,0	8,30

Letras seguidas na mesma linha diferem a $P < 0,10$. CV: coeficiente de variação. [◇] dada pela soma das frequências de I + IIA; ^{*} = tipo I; [•] = tipo I; [♦] dada pela soma das frequências de IIA + IIB.

Vale ressaltar que, apesar das estratégias de suplementação T2 e T3 favorecerem ($P < 0,10$) as fibras musculares do tipo IIB (Tabela 5), que são, reconhecidamente, moduladas a partir das fibras do tipo IIA (Ashmore et al., 1972); na estratégia T2, foi possível notar que as fibras musculares do tipo IIA mantiveram-se constantes durante as fases de produção (Tabela 3), diferente das demais estratégias de alimentação que sofreram redução na frequência destas fibras, principalmente na fase de terminação (Tabela 3). Este resultado nos permite inferir, que a estratégia de alimentação T2, além de prover fibras brancas, características de maior hipertrofia muscular, manteve a frequência de fibras vermelhas do tipo IIA até a fase de terminação, possivelmente em função de alguma discreta modulação de fibras tipo I e IIB.

Um maior número de fibras vermelhas na terminação pode relacionar-se à maior deposição de gordura no músculo destes animais, visto que, este tipo de fibra apresenta metabolismo mais eficiente de produção de energia (gera 36 ATPs). Contudo, o teor de gordura intramuscular (GIM) não diferiu ($P>0,10$) para as estratégias de alimentação (Tabela 5). Entretanto, é provável que os animais ainda não tivessem atingido a maturidade plena, pois a GIM é a última a ser depositada na carcaça (Owens et al., 1993), especialmente, como no caso do presente experimento, em animais não castrados, cujos hormônios andrógenos interferem na partição da energia ingerida em favor de maior síntese protéica ao invés de gordura.

Fernandes (2009), avaliando, em trabalho paralelo, o peso do músculo *Longissimus dorsi* dos animais do experimento em questão, obteve diferença significativa entre os animais que receberam suplementação e o grupo controle e, não observou diferença entre as estratégias de suplementação (T1, T2 e T3) para o peso do contra-filé dos animais. Fazendo um paralelo entre o fato de haver maior frequência das fibras musculares tipo IIB para as estratégias T2 e T3 (Tabela 5), e não haver diferença no peso do músculo LD entre as estratégias de alimentação (Fernandes, 2009) nos permite inferir, um possível ganho compensatório dos animais após o período de restrição alimentar da recria II, com grande hipertrofia das fibras tipo IIB, especialmente do músculo dos animais suplementados com T1, a fim de alçarem o mesmo peso de contra-filé ao abate.

Arrigoni et al. (2004) observaram que bovinos submetidos a restrição alimentar mediana, apresentaram modulação dos três tipos de fibras musculares, com aumento da frequência das fibras tipo IIA em 10,88% e redução das I e IIB em 4,81% e 6,90%, respectivamente. Contudo, os autores afirmaram que o crescimento compensatório na fase de terminação recupera as áreas das fibras que sofrem redução durante a fase de restrição alimentar, e apresentam taxas de crescimento 48% superior para suas fibras ditas de contração rápida (IIA e IIB) e taxa de crescimento de 10% para as fibras com velocidade de contração lenta (fibras do tipo I) em relação aos animais alimentados *ad libitum*.

Sainz (1996) sugeriu, como responsáveis pela maciez da carne, a degradação das miofibrilas, o conteúdo e solubilidade do colágeno, o estado de

contração do músculo e grau de marmoreio. Segundo Koohmaraie (1992) o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) é o fator de maior contribuição para a maciez da carne. Entretanto, no presente estudo, maior IFM não favoreceu a qualidade da carne no quesito maciez (-0,13) e a força de cisalhamento apresentou média de 4,49 kg tanto para idade, quanto para as estratégias de alimentação (Tabela 5), dentro do limite de 4,5 kg aceitável caracterizando a carne como macia (Shackelford, 1991). Segundo Felício (2000), o limite para a carne de animais zebuínos nas condições tropicais ser considerada macia é abaixo de 5,0 kgf de força de cisalhamento.

No entanto, sendo ínfima a contribuição do colágeno em animais superprecoces abaixo de 24 meses, especialmente o insolúvel (Duarte, 2010), menor variação ($P > 0,10$) quanto a força de cisalhamento pode ser atribuída principalmente ao encurtamento das fibras musculares pelo frio, denominado “*cold shortening*”, em função da escassez de gordura subcutânea (< 1 mm) expondo as carcaças a 7°C antes das 10 horas de resfriamento, o que pode ter influenciado em não haver diferença quanto a maciez da carne entre as estratégias de suplementação, bem abaixo dos 10°C ou pH 6.1 na décima hora após sangria (Felício, 1993).

Em relação aos aspectos visuais de qualidade da carne, como coloração e perdas de exsudatos, exceto para a luminosidade, pode-se evidenciar efeito da idade para as demais características de qualidade de carne (Tabelas 6 e 7). O mesmo não ocorreu quanto às estratégias de suplementação, que só tiveram efeito ($P < 0,10$) para as perdas por descongelamento (Tabela 8).

Houve influência ($P < 0,10$) da idade (Tabela 6) sobre as perdas exsudativas e sobre os índices de coloração, exceto para o índice de luminosidade L^* ($P > 0,10$). Todos os dados coletados para L^* indicam luminosidade com tendência para o branco (+), nas coordenadas de a^* tendência para o vermelho (+) e b^* para o amarelo (+), índices que caracterizam a aparência visual atrativa ao consumidor.

Os valores de L^* foram superiores à faixa considerada ideal (34 a 39; Purchas, 1988), resultando em carne classificada como clara. Isto pode ser explicado por se tratar de novilhos jovens abatidos aos 20 meses de idade. Realini et al. (2004) reportaram que a terminação de animais em pastagem produziu carnes mais claras e vermelhas do que animais confinados, e

obtiveram valores de b^* de até 9,2 para os animais a pasto. Tais valores para b^* são superiores aos observados no presente estudo (Tabela 6). Contudo, neste estudo apesar do índice a^* aumentar com a idade ($P < 0,10$), em função de maior deposição dos pigmentos de mioglobina, esteve abaixo da faixa considerada ideal (18 a 22) proposta por Purchas (1988) para caracterizar as carnes como vermelhas, o que já era esperado por se tratar de animais abatidos muito jovens e menos ativos fisicamente em função da suplementação exigir menor movimentação na busca por alimento, como observado por Lopes, et al. (2008), em estudo paralelo aos animais em questão, na avaliação do comportamento dos animais.

Tabela 6. Índices de luminosidade (L^*), de vermelhidão (a^*), palidez/amarelidez (b^*), saturação (c^*), tonalidade (h^*) e perdas exsudativas do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos terminados a pasto em função da idade (D)

Características	Fases de produção (Idade)				L	Q
	Cria (250 dias)	Recria I (343 dias)	Recria II (446 dias)	Terminação (580 dias)		
L^*	41,73 $\pm$ 28,2	40,70 $\pm$ 32,3	40,27 $\pm$ 33,5	41,41 $\pm$ 30,9	ns	ns
a^*	4,44 $\pm$ 12,8	5,91 $\pm$ 18,4	5,46 $\pm$ 23,3	6,33 $\pm$ 22,7	*	ns
b^*	8,85 $\pm$ 6,53	7,97 $\pm$ 7,21	7,74 $\pm$ 8,30	9,11 $\pm$ 5,00	ns	*
c^*	9,92 $\pm$ 15,1	9,93 $\pm$ 17,8	9,53 $\pm$ 20,0	11,12 $\pm$ 16,0	ns	*
h^*	63,12 $\pm$ 8,0	53,57 $\pm$ 10,3	54,87 $\pm$ 7,77	54,91 $\pm$ 7,01	*	ns
Relação a^*/b^*	0,51 $\pm$ 1,13	0,74 $\pm$ 3,40	0,71 $\pm$ 2,78	0,70 $\pm$ 1,93	*	ns
Perdas descongelamento (%)	4,83 $\pm$ 6,22	5,05 $\pm$ 19,10	4,02 $\pm$ 16,13	3,65 $\pm$ 17,98	*	ns
Perdas por cocção (%)	39,57 $\pm$ 18,3	33,26 $\pm$ 14,5	34,48 $\pm$ 23,4	24,90 $\pm$ 29,8	*	ns
Perdas totais (%)	42,49 $\pm$ 16,1	36,67 $\pm$ 12,9	37,17 $\pm$ 10,3	27,58 $\pm$ 18,0	*	ns

* $P < 0,10$. ns = não significativo. L= Linear, Q= quadrático.

Em contrapartida, segundo Lawrie (1979) o teor de mioglobina em bovinos aumenta rapidamente até os 24-36 meses de idade. A partir daí, a elevação na sua concentração é menos intensa. Segundo o autor, a fase de elevação rápida no teor de mioglobina se deve ao período em que o animal se torna mais ativo fisicamente, o que causa uma maior demanda por energia

priorizando fibras vermelhas de metabolismo oxidativo. Já a fase mais lenta de aumento no teor do pigmento se deve ao efeito diluente do acúmulo de gordura no músculo e, provavelmente, à perda de eficiência dos mecanismos de captação e transporte de oxigênio. Assim, à medida que o animal envelhece, cai a eficiência de seus sistemas respiratório e circulatório, fazendo com que a afinidade ao O₂ diminua, havendo necessidade de maior síntese do pigmento para compensar essa perda de afinidade, aumentando assim a concentração de mioglobina no músculo de animais mais velhos.

Tabela 7. Equações de regressão ajustadas para as características de coloração e perdas de exsudados do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos criados a pasto função da idade (D).

Características	Equações de regressão	R ²
L*	Y = 41,0	
a*	Y = 3,42752 + 0,00509 D	95,7
b*	Y = 15,73057 - 0,03984D + 0,00005 D ²	90,2
c*	Y = 14,56552 - 0,02756D + 0,00004 D ²	92,0
h*	Y = 65,22685 - 0,01989 D	92,4
Relação a*/b*	Y = 0,46339 + 0,0004744 D	95,0
Perdas descongelamento (%)	Y = 6,04116 - 0,00419 D	78,3
Perdas por cocção (%)	Y = 50,55033 - 0,04337 D	89,4
Perdas totais (%)	Y = 53,9346 - 0,04460 D	90,1

R²: coeficiente de determinação

O índice b* foi superior a variação observada na literatura (3,4 a 8,28; Abularach et al. 1998) que relacionam maior índices de b* ao maior gordura intramuscular. Porém, apensar do marmoreio ter apresentado valor mínimo de 0,57% aos 390 dias, e o índice b* apresentar mínimo de 7,8 aos 398 dias de idade; juntamente com a saturação para cor amarela c*, a gordura intramuscular foi irrisória e insuficiente para favorecer valores tão elevados de b*.

Os índices de coloração podem ter sido influenciados pelo tempo de armazenamento da carne, principalmente em relação às primeiras idades, visto que o tempo e condições de armazenamento podem interferir na

qualidade/integridade do pigmento de mioglobina. Estes fatores, especialmente o tempo, podem ter ocasionado a oxidação do ferro heme da molécula de globina, transformando o pigmento, de cor vermelha (desejável), de mioglobina no pigmento de metamioglobina (MMb), que apresenta coloração marrom indesejável na carne. Uma das razões para isto é uma provável redução da atividade da enzima metamioglobina redutase (Ramos e Gomide, 2007; Seyfert et al., 2006; McKenna et al., 2005) com o tempo. Esta hipótese é corroborada pela menor relação a^*/b^* observada (Tabelas 6 e 7), já que a relação a^*/b^* serve para determinar o estado químico geral da mioglobina, ou seja, estimar indiretamente os teores de oximioglobina (pigmento reduzido, de cor vermelho-cereja brilhante) e metamioglobina (pigmento oxidado, de cor marron acinzentado) (Mancini e Hunt, 2005). Logo, maiores valores da razão a^*/b^* indicam maior conteúdo de oximioglobina e menor conteúdo de metamioglobina (indesejável). Nesse estudo, apesar da relação aumentar com a idade ($P < 0,10$), os valores para os animais da fase de cria foram inferiores ao das demais idades (0,50 vs. 0,71) indicando carnes aparentemente de vermelho-rosado, mais claras, aspecto visual característico para carnes de bezerros.

As perdas exsudativas totais, reduziram com o aumento da idade dos animais ($P < 0,10$) o que pode estar relacionado a maior hipertrofia muscular em função de maior síntese protéica e conseqüente aumento da área da fibras e maior equilíbrio entre as cargas isoelétricas relacionadas a menor perda de líquidos. Abularach et al. (1998) avaliando tourinhos observaram que as perdas por exsudação reduziram com a maturidade dos animais ($P < 0,10$). As perdas por cocção na cria (Tabela 6) superaram a faixa observada na literatura (20,3 a 33,1%; Abularach et al., 1998; Neto et al., 2009). Contudo, maiores perdas exsudativas podem estar relacionadas ao encurtamento pelo frio das fibras musculares, em função da escassez de gordura subcutânea dos animais (< 1 mm) e baixa temperatura de resfriamento observada, a qual expôs as carcaças a 7°C antes das 10 horas de resfriamento (Tabela 9), bem aquém do mínimo de 10°C à décima hora após abate ou até que o pH da carcaça atinja 6.1 como sugerido por Felício (1999).

O congelamento pré-rigor interrompe processos bioquímicos do músculo *post mortem* e ao descongelar, estes tecidos apresentam intensa liberação de

íons de cálcio e atividade ATPásica, forte contração e encurtamento das fibras favorecendo perdas exsudativas em 30 a 40% (Honikel et al., 1983). No presente estudo as perdas totais podem ser consideradas elevadas e ficaram entre 34 e 37%, tanto para as idades como para as estratégias de suplementação (Tabelas 6 e 8).

Os bovinos terminados a pasto se exercitam mais e apresentam maior saturação da cor vermelha que animais confinados (Felício, 1999). Contudo, em estudo paralelo avaliando o comportamento dos animais em questão, apesar da suplementação ter reduzido a movimentação dos animais (Lopes et al., 2008) quando comparado ao controle, índices de a^* (Tabela 8) não diferiram ($P>0,10$), podendo-se caracterizar a carne dos tourinhos superprecoces a pasto como mais clara e menos vermelha. Os valores de a^* foram inferiores ao valor médio de 11 preconizado por Felício (1999) para novilhos Nelore.

Tabela 8. Índices de luminosidade (L^*), vermelho (a^*), amarelo (b^*), saturação (c^*) e tonalidade (h^*) e perdas exsudativas da carne de novilhos terminados a pasto em função das estratégias de alimentação.

Características	Estratégias de alimentação				CV (%)
	Controle	T1	T2	T3	
L^*	41,46 $\pm$ 6,10	41,06 $\pm$ 29,3	40,65 $\pm$ 16,2	40,94 $\pm$ 31,8	4,31
a^*	5,34 $\pm$ 10,3	5,71 $\pm$ 16,0	5,62 $\pm$ 13,3	5,47 $\pm$ 15,5	12,8
b^*	8,87 $\pm$ 5,20	8,44 $\pm$ 8,34	8,06 $\pm$ 17,3	8,30 $\pm$ 3,44	11,4
c^*	10,42 $\pm$ 10,1	10,23 $\pm$ 10,0	9,90 $\pm$ 12,3	9,98 $\pm$ 7,8	9,14
h^*	59,04 $\pm$ 7,9	56,03 $\pm$ 13,2	54,91 $\pm$ 19,3	56,59 $\pm$ 8,99	7,51
Relação a^*/b^*	0,61 $\pm$ 1,32	0,68 $\pm$ 2,89	0,71 $\pm$ 6,31	0,66 $\pm$ 4,86	15,8
Marmoreio (%)	0,69 $\pm$ 26,3	0,69 $\pm$ 26,3	0,70 $\pm$ 26,3	0,68 $\pm$ 26,3	8,30
Perdas por descongelamento (%)	6,55 $\pm$ 9,00 ^A	3,83 $\pm$ 26,8 ^B	3,62 $\pm$ 21,7 ^B	3,57 $\pm$ 29,4 ^B	35,7
Perdas por cocção (%)	31,93 $\pm$ 26,7	32,38 $\pm$ 36,5	34,70 $\pm$ 50,1	33,22 $\pm$ 28,2	14,8
Perdas totais (%)	36,45 $\pm$ 18,3	34,88 $\pm$ 12,2	37,02 $\pm$ 15,5	35,57 $\pm$ 15,8	12,5

Letras seguidas na mesma linha não diferem a $P<0,10$.

O índice b^* (intensidade de amarelo) foi superior ao de 5,07, proposto por Felício (1999), e ao intervalo de 3,4 a 8,28 observado na literatura por

Abularach et al. (1998). O pigmento amarelo deve-se a quantidade de carotenóides (b-caroteno), advindo principalmente das forragens verdes, que não foram convertidos a Vitamina A (incolor) no intestino e foram absorvidos intactos acumulando-se nos tecidos (carne, gorduras). Assim, a pigmentação amarela torna-se mais intensa quanto mais tempo o animal for submetido ao pastejo (Dunne et al., 2009). Em adição, os carotenóides sofrem intensa destruição por agentes oxidantes como o nitrato, no rúmen (Cabrera et al., 2009); o que poderia favorecer menor b^* aos animais que receberam suplementos protéicos. Contudo, no presente estudo, não houve diferenças quanto ao valor b^* entre os animais submetidos ao tratamento controle e as estratégias de suplementação (Tabela 8).

No geral, os sistemas de alimentação (Tabela 8) não influenciaram ($P>0,10$) nas características de coloração e nas perdas por exsudação ($P>0,10$) visto que as perdas por descongelamento representam fração mínima em relação às perdas totais exsudadas da carne no processamento (manos que 6%). Contudo, maior perda por descongelamento ($P<0,10$) para o tratamento controle, ou animais não suplementados, pode ser explicada pelo menor área do músculo *Longissimus dorsi* (26,6 cm² controle x 35,5 cm² suplementados) sofrer um descongelamento mais rápido fazendo com que os tecidos musculares não sejam capazes de absorver eficientemente o líquido exsudado, ocorrendo assim uma maior perda durante o processo.

Os valores de pH e temperatura inicial das carcaças não foram influenciados ($P>0,10$) pelas idades ou estratégias de alimentação (Tabela 9).

As temperaturas às 10 horas e às 24 horas após o abate ajustaram-se de forma quadrática em relação a idade dos animais com valores mínimos de 6,58 e 2,64 aos 357 e 338 dias de idade, respectivamente. Contudo, estas variações nos valores da temperatura das carcaças podem estar relacionadas à temperatura da câmara-fria no período de abates de cada fase de produção que variou em função das necessidades de manutenção da câmara fria.

Com base na tendência de queda de pH e temperatura das carcaças (Tabela 9), o encurtamento pelo frio das fibras musculares ou “cold shortening”, pode ter papel importante na qualidade da carne dos animais terminados a pasto, especialmente em relação a força de cisalhamento observada, visto que, em função da escassez de gordura subcutânea (<1 mm) as carcaças foram

expostas a temperaturas inferiores a 10°C e pH superiores a 6.1 (variando de 6.1 a 6.2) antes das décima hora de resfriamento como sugerido por Felício (1993).

Tabela 9. Médias de pH e temperaturas do músculo *Longissimus dorsi* das carcaças dos novilhos produzidos a pasto em função das idades e das estratégias de alimentação (D).

Características	Fases de produção (Idades, em dias)				L	Q
	Cria	Recria I	Recria II	Terminação		
	(250)	(343)	(446)	(580)		
pH 45 min	6,94	6,88	6,69	7,03	ns	ns
pH 10 horas	6,21	6,29	6,26	6,15	ns	ns
pH 24 horas	5,70	5,74	5,66	5,56	ns	ns
Temperatura inicial	35,16	33,62	28,91	34,00	ns	ns
Temperatura 10 horas	11,3	6,9	9,3	12,1	ns	*
Temperatura final	4,05	-2,5	2,31	3,79	ns	*
	Estratégia de suplementação				CV %	
	Controle	T1	T2	T3		
pH 45 min	6,93	6,87	6,85	6,90	2,99	
pH 10 horas	6,42	6,21	6,10	6,19	4,31	
pH 24 horas	5,76	5,63	5,63	5,64	3,98	
Temperatura inicial	35,23	34,97	35,15	34,25	3,92	
Temperatura 10 horas	8,5	9,2	9,9	10,1	21,0	
Temperatura final	2,13	2,52	2,58	2,41	47,1	

* $P < 0,10$. Letras na mesma linha não diferem a 10%. $\text{Temperatura}_{10 \text{ horas}} = 10,10060 - 0,01970D + 0,0000276D^2$ ($r^2=75,62$). $\text{Temperatura final} = 6,14861 - 0,0207D + 0,0000306D^2$ ($r^2=82,51$),

O fato da glicólise ser altamente sensível a baixas temperaturas pode explicar o fato de não ter havido diferença ($P > 0,10$) para o pH entre as idades e entre as estratégias de alimentação (Tabela 9).

As fibras musculares oxidativas ou oxi-glicolíticas, característica de animais mais ativos fisicamente a exemplo dos animais criados a pasto, são mais susceptíveis ao fenômeno de encurtamento pelo frio comparado as fibras com atividade predominantemente glicolítica (Olsson et al., 1994; Fernandes et al., 2006), seja em função da maior concentração de ATP, que atrasaria o estabelecimento do *rigor*, seja em função de músculos menores e mais susceptíveis ao resfriamento. Logo, apesar dos baixos valores observados para a força de cisalhamento (Tabelas 2 e 5) dos animais em questão, os efeitos

das intensas contrações das fibras podem ter influenciado a capacidade de retenção de água das carcaças, assim como a fez na carne quanto as elevadas perdas por exsudados obtidas, acima dos valores observados na literatura (Tabela 7 e 8).

A eficiência das câmaras de resfriamento é uma preocupação das indústrias do setor, pela necessidade de acelerar o processamento, de reduzir perdas e de inibir o crescimento microbiano (Felício, 1997). No entanto, além do *cold shortening*, favorece a queima das fibras musculares pelo frio resultando em forte escurecimento dos cortes mais superficiais da carcaça, reduzindo consideravelmente o valor comercial de cortes nobres como o contrafilé, alcatra e coxão (Restle & Vaz, 1997).

Conclusões

A idade ao abate de tourinhos suplementados em pasto tem influência sobre as características de qualidade como tipo de fibras musculares e índice de fragmentação miofibrilar. Contudo, não influencia a força de cisalhamento, sendo possível caracterizar a carne como macia. Novilhos superprecoces terminados em pasto caracterizaram-se por apresentar carnes vermelhas e menos exsudativas.

As estratégias de alimentação favoreceram modulações entre fibras musculares com maior frequência de fibras brancas para os suplementos contendo maiores níveis de NNP, e reduzem as perdas por descongelamento, não influenciando os demais parâmetros de qualidade da carne.

Literatura citada

- ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E.; MILLS, E.W. **Principles of meat science**. 4 ed. New York: Kendall? Hunt Publishing Company, 2001. 354p.
- 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 dos Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.
- ARRIGONI, M D B ; ALVES JR, A. ; DIAS, P. M. A. ; et al. Fibras musculares, características de carcaça e carne de bovinos jovens com diferentes tamanhos a maturidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, BRASÍLIA, v. 39, n. 10, p. 1033-1039, 2004.
- ASHMORE, C.R.; TOMPKINS, G.; DOERR, L. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. **Journal of Animal Science**, v.34, n.1, p.37-41, 1972.
- BLIGH G.E & DYER J.W. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology** , 37(8):911-917.1959.
- BROOKE, M. H.; KAISER, K. Muscle fiber type: How many and what kind? **Archives of Neurology**, v.23, n.2, p.369- 379, 1970.
- CABRERA, M.C.; RAMOS, A.; SAADOUN, A.; et al. Selenium, copper, zinc, iron and manganese content of seven meat cuts from Hereford and Braford steers fed pasture in Uruguay. **Meat Science**, v., n., p., 2010.
- CULLER, R.D. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine *Longissimus* muscle. **Journal Food Sci.**, v.43, p.1177-1180, 1978.
- DU, M.; ZHU, M.J.; MENOS, W.J. et al. Effect of nutrient restriction on calpain and calpastatin content of skeletal muscle from cows and fetuses. **Journal of Animal Science**. V.82, p.2541-2547. 2004.
- DUNNE,P.G.; MONAHAN, F.J.; O~MARA, F.P.; et al. Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. **Meat Science**, 8, p.128–45. 2009.
- FERNANDES, H. J. SILVA, A.G. CAVALI, J. et al. Carcass traits of grazing young bulls. In: Annual joint of ADSA-ASAS. Indianápolis- indianana. **Proceedings...** 2008.
- FERNANDES, J.M.P.F.G.; PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G. et al Encurtamento pelo frio de fibras musculares oxidativas de bovinos pela técnica NADPH-TR. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1878-1882, 2006.
- FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. (CD-ROM).

- FELÍCIO, P.E. Carne de touro jovem. In: Seminário e Workshop: Preservação e acondicionamento de Carne Bovina *in natura*, **Anais...**, ITAL, Campinas, SP, p.27-34, 1997.
- GOL, D.E. THOMPSON, V.F. TAYLOR, G.R. The calpain system and skeletal muscle growth. **Meat Science**. 78. p.503-512, 1998.
- GOLL, D. E.; THOMPSON, V. F.; TAYLOR, R. G. et al. Role of the calpain system in muscle growth. **Biochimie**, v. 74, p.225–237,1992.
- HONIKEL, K.O., RONCALÉS, P., HAMM, R. The influence of temperature on shortening and rigor onset in beef muscle. **Meat Science**, Barking, v.8, n.3, p.221-241, 1983.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.
- KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in postmortem muscle protein degradation and meat tenderness. In: Reciprocal Meat Conference, 45, Knoxville. **Proceedings...** American Meat Science Association, p.63-71, 1992.
- LEE, W.J., MA, H.; TAKANO, E.; et al. Molecular diversity in amino-terminal domains of human calpastatin by exon skipping. **Journal Biology Chemistry**, v. 267, p. 8437-8442, 1992.
- LEHNERT, S.A.; BYRNE, K.A.; REVERTER, A. et al. Gene expression profiling of bovine skeletal muscle in response during recovery from chronic and severe under nutrition. **Journal of Animal Science**, v.84, n.12, p.3239-3250, 2006.
- LOPES, S.A.; ROCHA, A.A.; FERNANDES, H.J. Comportamento diurno de bovinos de corte a pasto, suplementados com concentrados contendo diferentes níveis de uréia. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45. 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008.
- MCKENNA, D.R.; MIES, P.D.; BAIRD, B.E.; PFEIFFER, K.D.; ELLEBRACHT, J.W.; SAVEL, J.W. Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. **Meat Science**, v.70, p. 665-682, 2005.
- MANCINI, R.A.; HUNT, M.C. Current research in meat color. **Meat Science**, v.71, p.100-121, 2005.
- MORGAN, J. B.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; et al. Effect of castration on myofibrillar protein turnover, endogenous proteinase activities, and muscle growth in bovine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 2, p. 408-414, 1993.
- NETO, A.P.; JORGE, A.M.; MOREIRA, P.S.A.; Desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 Brangus × Nelore recebendo suplemento com cromo complexado à molécula orgânica na terminação a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.737-745,2009.
- PORTO, M.O.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos para bezerros Nelore em *creep-feeding*:

- desempenho produtivo, consumo e digestibilidade dos nutrientes¹ **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1329-1339, 2009.
- PURCHAS, R.W. Some experiences with dark-cutting beef in New Zealand. In: Workshop of Australian Meat and Livestock Research and Development Corporation, 1988, Sydney. **Proceedings...** Sydney, 1988. p.42-51.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2007. 599p.
- REEDS, P. J.; HAY, S. M.; DORWOOD, P. M.; et al. **British Journal of Nutrition**, v. 56, p. 249-258, 1986.
- REALINI, C.E., DUCKETT, S.K., BRITO G.W. et al. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, 66 p.567–577. 2004.
- SHACKELFORD, S.D. et al. An evaluation of tenderness of the *Longissimus* muscle of Angus by Hereford vs.Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v.69. p.171-177, 1991.
- SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 2. Uberaba. **Anais...** Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, 1996. (não paginado).
- SEYFERT, M.; MANCINE, R.A.; HUNT, M.C.;TANG, J.; FAUSTMAN, C.; GARCIA, M. Color stability, reducing activity, and cytochrome c oxidase activity of five bovine muscles. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p. 8919-25, 2006.
- SILVA, A.G.; FERNANDES, H.J.; LOPES, S.A. et al. Comportamento ingestivo de bovinos de corte a pasto suplementados sob diferentes níveis de uréia. RBZ, 45. **Anais...** Lavras-MG, 2008.
- STEVENS, A.; PALMER, J. Enzyme histochemistry: diagnostic applications. In: BANCROFT, J.D.; STEVENS, A. (Eds.) Theory and practice of histological techniques. 4.ed. New York: Churchill Livingstone, p.411-420, 1996. 766p.
- VESTERGAARD, M.N.; OKSBJERG, N.; HENCKEL, P. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fiber characteristic and meat color of *Semitendinosus*, *Longissimus dorsi* and *Suprapinatus* muscles of young bulls, **Meat Science** 54:177,186. 2000.
- WEGNER, J., ALBRECHT, E., FIEDLER, I., et al. Growth and breed-related changes of muscle fiber characteristics in cattle. **Journal of Animal Science** 78, 1485–1496. 2000.

Capítulo 3

Perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de novilhos terminados a pasto em diferentes idades e estratégias de suplementação

Resumo: O objetivou-se avaliar o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular (GIM) de novilhos pastejando *Brachiaria decumbens* Stapf e suplementados sob diferentes estratégias. Foram utilizados 52 bezerros machos, Nelore, distribuídos em quatro tratamentos (controle recebendo apenas mistura mineral e três estratégias de suplementação protéica caracterizados pelo somatório das dietas de todas as idades), quatro fases de produção (idades) e treze repetições. As estratégias T1, T2 e T3 foram constituídas, na amamentação, pelos níveis 10, 20 e 30% de proteína bruta na ração do *creep feeding*; já nas fases de recria e terminação por três diferentes níveis de nitrogênio não-protéico no suplemento, mantendo-se as dietas isoprotéicas. Em cada idade, os animais foram abatidos e amostras do músculo *L. dorsi* à altura da última costela foram obtidas e o perfil de ácidos graxos (AG) da GIM determinado por cromatografia. A carne de animais jovens apresentou perfil de AG com maiores níveis de EPA, DPA e DHA, além de maiores valores de CLA. A fase de maior restrição nutricional ou período seco favoreceu a biohidrogenação ruminal dos AG. A terminação de novilhos precoces a pasto favoreceu a deposição de ácidos graxos monoinsaturados (AGM) e reduziu poliinsaturados (AGP), mantendo constantes os ácidos graxos saturados (AGS), com o avanço da idade; contudo, reduziu eicosanóides antiinflamatórios da série n-3. A carne dos animais que receberam apenas mistura mineral apresentaram maiores teores de AG palmítico (C16:0) e menores de esteárico (C18:0), porém não diferiu dos suplementados quanto aos AGS ($P>0,10$). O pasto favoreceu o teor de oléico (C18:1), linolênico (C18:3) e ácidos graxos da série n-3, a atividade de enzimas desaturases, AGM e EPA na GIM dos animais que consumiram sal. A suplementação protéica aumentou AGP e razão n-6/n-3 sem exceder a razão benéfica de 4:1, reduziu AGM e EPA, porém também não influenciou os teores dos AGS. A idade e os sistemas de alimentação modificam o perfil de AG da GIM, podendo ser utilizados como ferramenta para produzir carne que se adeque a nichos específicos de mercado. Contudo, a carne de novilhos precoces suplementados a pasto pode ser considerada de alta qualidade quanto ao perfil de AG da GIM, constituindo um alimento saudável segundo os novos padrões dietéticos, independente da estratégia de suplementação protéica avaliada.

Palavras-chave: superprecoces, *creep feeding*, gado de corte, marmoreio

Fatty acid profile of intramuscular fat of young bulls grazing tropical pasture in different age and supplementation strategies

Abstract: The objective of this study was to evaluate the fatty acid profile of intramuscular fat (IMF) of young bulls grazing *Brachiaria decumbens* pasture, in different ages and supplemented of different strategies. Fifty two Nellore bulls were used, being distributed into four treatments (13 replicates) control, when the animals had free access only to mineral mixture throughout the experiment; and three protein supplementation strategies, when the animals were creep-fed with supplements containing 10, 20 and 30% crude protein (CP), respectively. After weaning the creep-fed animals received isonitrogenous supplements. On each age the animals were slaughtered and a sample of the *Longissimus dorsi* was taken at the level of the last rib and the fatty acid profile of the IMF was determined by gas chromatography. The calf meat has fatty acid profile with high levels of EPA, DPA and DHA, and yet high values to conjugated linoleic acid (CLA), standing all fatty acid with nutraceutical importance. The period of nutritional restriction or dry period favors the ruminal biohydrogenation of fatty acids. The finishing of young bulls in pasture improve monounsaturated fatty acids (MUFA) and decrease polyunsaturated (PUFA) keeping constant the saturated fatty acids (SFA), however decrease the eicosanoids non-inflammatory of n-3 series. IMF of bulls of the control group (pasture + mineral mixture) had greater ($P<0.10$) contents of palmitic (C16:0), oleic (C18:1), linoleic (C18:3) and eicosapentaenoic acid (EPA), more monounsaturated fatty acids (MUFA) and lower stearic acid (C18:0) when compared to the other groups, but did not differ ($P>0.10$) from the supplemented counterparts regarding total saturated fatty acids (SFA) content. Protein supplementation improved ($P<0.10$) the amount of polyunsaturated fatty acids (PUFA) and n-6/n-3 ratio of the IMF of the animals, when compared to the control group. However, the MUFA and EPA content of the IMF of the supplemented animals were lower ($P<0.10$) than the values observed in the animals that received only mineral mixture. Different strategies of protein supplementation of young bulls grazing tropical pastures can modify the fatty acid profile of intramuscular fat and thus be used as a tool to produce beef that meets specific niche markets.

Keywords: young age, *creep feeding*, beef of cattle, marbling of meat

Introdução

O uso de suplementos múltiplos para animais criados em pastagens é uma alternativa viável para os pecuaristas, sobretudo durante o período de seca. Este período geralmente coincide com a desmama e recria dos bezerros, sendo esta fase produtiva de rápido crescimento e alta taxa de deposição de tecido muscular, tornando-se interessante o uso da suplementação protéica para complementar as deficiências do pasto, contribuindo para o maior crescimento animal. A suplementação representa uma ferramenta estratégica para aumentar a taxa de desfrute dos rebanhos bovinos criados em sistema de produção a pasto, predominante no Brasil, obter novilhos precoces e carcaças com melhores características quanti-qualitativas como maior desenvolvimento muscular, deposição de gordura (Restle et al., 2001), maciez (Brondani et al., 2006) e perfil nutracêutico dos ácidos graxos lipídicos da carne (Wood et al., 2008).

Animais precoces terminados a pasto tendem a apresentar escasso acabamento de gordura subcutânea e, principalmente, reduzido teor de gordura intramuscular, os quais seriam primordiais para evitar encolhimento pelo frio das fibras musculares no período *post mortem* (Felício, 2003), favorecendo a maciez, e por contribuir com os aspectos organolépticos da carne como coloração, capacidade de retenção de água, sabor, suculência e maciez (Pereira, 2006). Considerando-se que a gordura corporal do animal apresenta variação temporal na sua deposição no corpo, iniciando-se na cavitária e visceral (proteção de órgãos vitais), intermuscular, subcutâneo e finalmente a gordura intramuscular (Berg e Butterfield, 1976) e que, a quantidade de lipídios acumulada em cada adipócito é influenciada pelo genótipo, estado fisiológico e principalmente pelo aporte nutricional, é notório o reduzido mármore na carne de novilhos Nelore a pasto mesmo que suplementados.

O perfil dos ácidos graxos da gordura intramuscular está diretamente relacionado à resposta hipertrófica dos adipócitos, visto que a resposta hiperplástica ou a quantidade de fosfolipídios que compõem as membranas dos adipócitos, particularmente ricos em ácidos graxos poliinsaturados, durante a fase de crescimento do animal ou primeiro “cluster” de adipócitos permanece

constante, independente do grau de acabamento. Assim, além da precocidade do animal, a dieta é o principal fator responsável pela qualidade do perfil de ácidos graxos na carne bovina, por relacionar-se ao tipo e quantidade de gordura que chega ao rúmen e ao potencial destes à biohidrogenação (Harfoot & Hazlewood, 1988), que é realizada pelos microrganismos ruminais. Esta biohidrogenação resulta em grandes diferenças entre o perfil de ácidos graxos da dieta e do tecido animal depositado.

O elevado consumo de gorduras saturadas está associado a problemas coronários, sendo predominantes em gorduras de origem animal. Logo, tem-se buscado reduzir o total de gordura da carcaça, assim como alterar o perfil dos ácidos graxos para um padrão mais insaturado.

O aporte de ácidos graxos poliinsaturados benéficos à saúde humana e considerados essenciais, por não serem produzidos pelo organismo, como os ω -3 derivados do linolênico e metabolizados a dois ácidos graxos de cadeia longa benéficos: EPA (eicosapentanoico) e DHA (docosahexanoico), que apresentam efeitos anti-inflamatórios poderosos contra câncer e doenças coronarianas (Varela et al., 2004), pode ser favorecido por alterações no sistema de criação, manipulação da dieta, escolha da estação do ano, cruzamentos genéticos, manejo para maior atividade física, entre outros.

A carne produzida a pasto possui características nutricionais desejáveis e crescentemente valorizada pelos consumidores, com níveis elevados de ácidos graxos poliinsaturados, uma menor relação ω -6: ω -3, além de maiores quantidades de ácidos linoléicos conjugados (CLA), em particular o vacênico C18:2 *cis*-9, *trans*-11 (French et al., 2003) que prevalece em 60% do CLA. Esses compostos tem sido apontados como prováveis substâncias anticancerígenas (Ericson, 2007), que reduzem arteriosclerose e aumentam a resposta imunológica (Palmquist et al., 2005). Contudo, a busca pelo aumento das proporções de ácidos graxos insaturados no perfil lipídico pode relacionar-se a efeitos prejudiciais de conservação como processos oxidativos e maior risco de peroxidação da gordura (Warren et al., 2008a), e características sensoriais da carne como a formação de *flavour* mais intenso (Cifune et al., 2000, Scollan et al., 2006).

Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de novilhos em diferentes idades e estratégias de suplementação protéica, criados a pasto.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Viçosa, no período de fevereiro de 2007 a maio 2008. Utilizaram-se 52 bovinos Nelores machos não-castrados, mantidos em piquetes de *Brachiaria decumbens* Stapf, que foram distribuídos em quatro estratégias de alimentação (controle – sem suplementação protéica, recebendo apenas mistura mineral; e três níveis de suplementação protéica - T1, T2 e T3), avaliadas ao longo de quatro fases de produção (idades). A cada estratégia de alimentação foram alocados 13 bezerros (repetições), dos quais 3 foram abatidos após a fase de cria (aos 250 dias de idade), 2 foram abatidos na fase de recria I (aos 343 dias de idade), 3 foram abatidos após a fase de recria II (aos 446 dias de idade) e 5 foram abatidos após a fase de terminação (aos 580 dias de idade) (Figura 2).

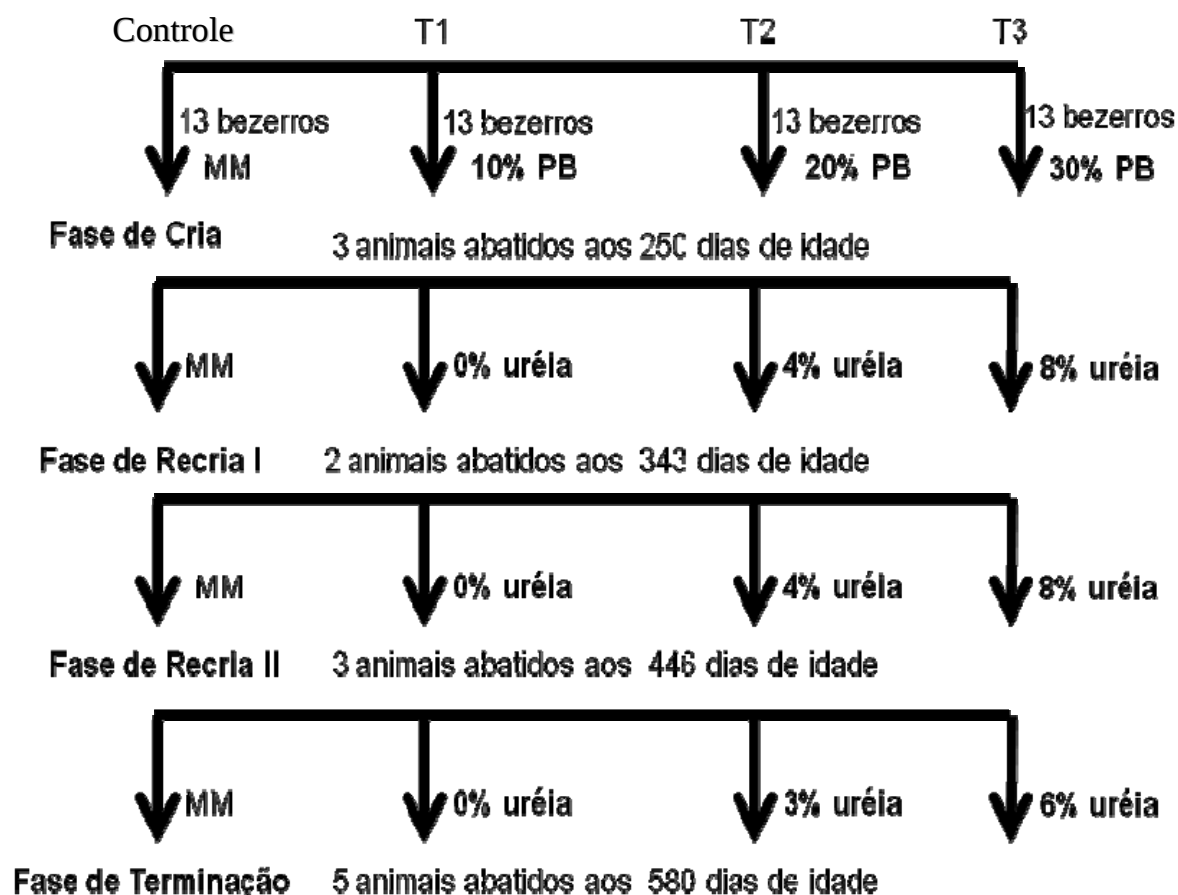


Figura 2. Delineamento experimental em função das estratégias de alimentação e fases de produção.

Na fase de amamentação, em que os bezerros foram mantidos com suas mães e suplementados em sistema de *creep feeding*, as estratégias T1, T2 e T3, fornecidas à base de 1,2 kg por dia, foram constituídas, pelos níveis 10, 20 e 30% de PB no suplemento. Nas fases das recrias (período seco e transição seca-águas) variou-se os níveis de NNP nos suplementos, substituindo-se o farelo de soja (diminuição de seus níveis de adição) por uréia (0, 4 e 8%) na composição do suplemento, mantendo o teor de PB em 34% nos 1,5 kg de suplemento fornecidos ao dia. Na fase de terminação, variaram-se novamente os níveis de NNP com níveis de substituição por uréia de 0, 3 e 6% nos suplementos, de forma a se obter 27% de PB nos 2,0 Kg de suplemento, fornecidos diariamente (Tabela 1). As alterações das estratégias de alimentação foram realizadas de forma a atender as exigências nutricionais dos animais (NRC, 2000) em cada fase de produção.

Tabela 1 – Ingredientes e composição das dietas (controle e suplementos concentrados) fornecidas aos animais nas diversas fases de produção animal.

Itens	Fase de produção (idades)															
	Amamentação*				Recria I				Recria II				Terminação			
	(fevereiro a junho-2008)				(junho a outubro-2008)				(outubro a janeiro - 2008)				(fevereiro a maio - 2009)			
	Idade inicial: 3 meses				Idade inicial: 8 meses				Idade inicial: 12 meses				Idade inicial: 15 meses			
Estratégias de suplementação																
Controle	T1	T2	T3	Controle	T1	T2	T3	Controle	T1	T2	T3	Controle	T1	T2	T3	
Componentes do suplemento (%) ¹																
Milho	-	97,4	64,9	32,5	-	26,2	48,4	71,3	-	25,6	47,9	69,7	-	51,4	69,4	86,4
Farelo soja	-	-	32,5	64,9	-	69,0	42,9	15,9	-	69,8	43,4	17,8	-	44,7	23,8	3,8
Uréia	-	-	-	-	-	-	4,0	8,0	-	-	4,0	8,0	-	-	3,0	6,0
Mistura mineral	100	2,6	2,6	2,6	100	4,8	4,8	4,8	100	4,7	4,7	4,7	100	3,8	3,8	3,8
Número animais	13	13	13	13	11	11	11	11	8	8	8	8	5	5	5	5
Composição bromatológica das dietas ²																
	Pasto	T1	T2	T3	Pasto	T1	T2	T3	Pasto	T1	T2	T3	Pasto	T1	T2	T3
MS ¹	22,1	95,4	95,4	95,9	52,2	93,6	93,6	93,5	21,3	93,5	92,8	93,4	24,6	93,4	93,6	92,8
PB	13,2	9,42	24,8	31,8	5,05	34,3	34,3	34,5	14,2	38,0	38,2	39,5	11,9	26,8	26,7	27,4
FDNcp ³	54,4	6,50	21,4	20,3	66,2	22,8	14,8	16,8	64,5	25,5	14,9	16,3	56,3	19,6	24,3	24,6
EE	1,40	2,84	2,45	1,83	1,63	1,77	3,33	3,96	1,05	2,02	2,94	4,17	1,94	3,29	3,72	3,74
NDT	67,8	71,2	73,5	76,2	54,8	57,8	63,7	64,7	44,2	61,1	64,2	54,5	55,5	64,8	59,6	67,3

¹Expresso em % da matéria natural (MN). ²Expresso em % da matéria seca. *10, 20 e 30%: níveis de PB no suplemento. ³FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida pra cinzas e proteína. Adaptado de Fernandes (2009)

Na Figura 2, adaptada de Fernandes (2009), são apresentadas as disponibilidades de matéria seca do pasto.

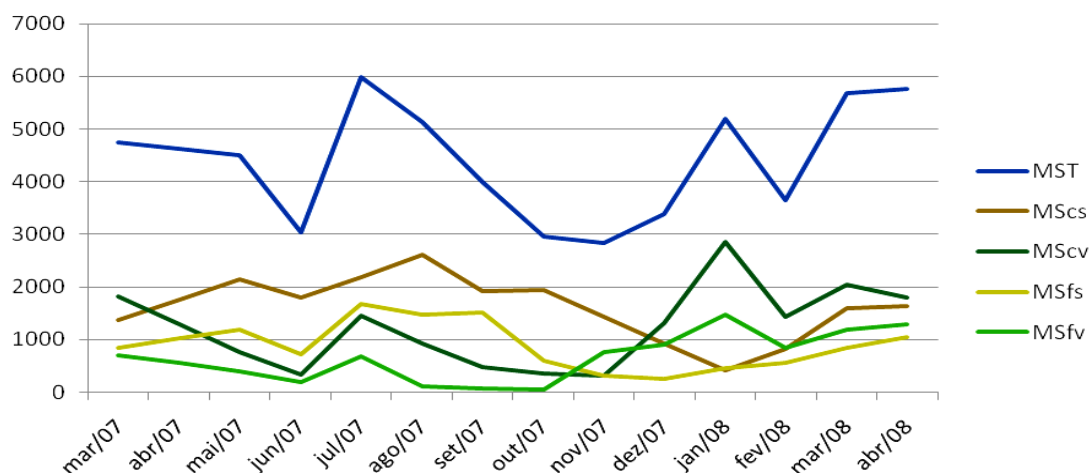


Figura 2. Disponibilidade de matéria seca total do pasto (MST) e de seus componentes folhas verdes (MSfv), folhas secas (MSfs), colmos verdes (MScv) e colmos secos (MScs) durante o período experimental. Adaptada de Fernandes (2009)

Após os abates de cada fase de produção, as carcaças foram refrigeradas em câmara-fria a 4°C durante 24 horas, quando foram coletadas, entre a 12ª e 13ª costelas, da meia carcaça esquerda, amostras do músculo *Longissimus dorsi* (LD), as quais foram embaladas e congeladas em freezer a -20°C para posterior análise da composição química e do perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular (Hartam & Lago, 1986).

Para as análises matéria seca (MS), cinzas e proteína bruta (PB) do músculo, um bife de 2 cm espessura foi triturado, ainda congelado, em liquidificador, liofilizado e posteriormente moído para realização das análises conforme descrito por Silva & Queiroz (2002).

Para a determinação do perfil de ácidos graxos outra porção do músculo LD foi triturada em homogeneizador de tecidos tipo TURRAX CT-132 e após homogeneização uma amostra da carne *in natura* foi submetida à extração dos lipídios (determinação da gordura de marmoreio) por meio de etanol e clorofórmio (Bligh & Dyer, 1969) e quantificados através da evaporação de 4 mL do solvente residual em estufa utilizando-se placas de petri.

A preparação dos ésteres metílicos foi realizada por meio da modificação do método proposto por Hartman & Lago (1986). Alíquotas de 60 µL da gordura foram transferidas para tubos de ensaio com tampa rosqueada. Os lipídios foram hidrolisados com adição de 2,5 mL de solução de NaOH 0,5 N em metanol sob aquecimento a 70°C por 15 minutos, para completa saponificação da amostra e obtenção de ácidos graxos livres. Após resfriamento, foram adicionados 7,5 mL de reagente de esterificação (HCl 0,5 N em metanol), aquecendo-se a 70°C por 10 minutos para formação dos ésteres metílicos. Após resfriamento, acrescentaram-se 2 mL de solução de NaCl 20% e 2 mL de hexano (grau HPLC). O tubo foi agitado em *vortex* e aproximadamente 1 mL da fase superior contendo os ésteres metílicos foi coletado da fase superior. Os ésteres metílicos foram acondicionados em vidros de cor âmbar e estocados a -18°C, para a análise.

As análises dos ésteres metílicos dos ácidos graxos da gordura do músculo LD foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV em cromatógrafo a gás modelo Finnigan-9001, equipado com detector de ionização de chama (FID). Para registro e análise dos cromatogramas, o aparelho foi acoplado a um microcomputador, utilizando-se o programa Labquest®. Os componentes dos ésteres metílicos foram separados em coluna capilar SPTM-2560 (100 m x 0,25 mm x 0,02 µm; Supelco, Inc., Bellefonte, PA). Para a separação cromatográfica, 1 µL de amostra foi injetado, com auxílio de seringa Hamilton® de 10 µL, em sistema *Split* com razão 1:100. O gás hélio foi utilizado como carreador com velocidade linear programada para 25 cm/s e vazão regulada para 25,6 mL/min. A purga foi ajustada para vazão de 3,3 mL/min. As vazões do hidrogênio e ar sintético foram mantidas em 24,4 e 172,22 mL/min., respectivamente.

A identificação dos picos de cada ácido graxo foi feita por meio da comparação com os tempos de retenção e dos picos presentes em padrões de lipídios (Supelco 37 – Component Fame Mix – nº catálogo: 47885-U; SUPELCO PUFA Nº 2 - Animal Source – nº catálogo: 47015-U e SIGMA Linoleic Acid, conjugated methyl ester – nº catálogo: 0562). Para a integração da área dos picos, cada cromatograma foi integrado individualmente, através do Software Labquest®.

As amostras de pasto e das dietas também seguiram procedimentos de extração, esterificação e análise semelhante aos realizados na carne.

A análise estatística foi realizada no programa computacional Statistical Analysis System (SAS[®], 2002), adotando-se um nível de significância de 10%. As médias oriundas da avaliação conjunta dos dados nas fases de produção (cria, recrias e terminação) foram submetidas à ANOVA e regressão aplicando-se o procedimento PROC GLM e REG, permitindo a avaliação dos efeitos de ordem linear ou quadrática, em modelo ajustado para as estratégias de alimentação, as fases de produção e as interações entre estratégias e fases de produção.

Resultados e Discussão

O ácido linolênico foi o principal ácido graxo observado na composição do pasto representando em média 40% do total de ésteres metílicos de ácidos graxos. O ácido palmítico, o segundo mais prevalente na composição média (Tabela 2). Nos suplementos predominaram os ácidos graxos linoléico, seguido do oléico e palmítico devido a predominância destes nos lipídios de grãos e cereais.

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos do pasto e dos suplementos em função das diferentes estratégias de alimentação.

Ácidos Graxos	Pasto	Cria T1	T2	T3
C14:0 (Mirístico)	8,23	-	-	-
C16:0 (palmítico)	45,92	18,93	20,05	21,58
C18:0 (Esteárico)	2,54	-	-	-
C18:1 <i>cis</i> -9 (oléico)	6,60	21,0	19,37	16,33
C18:2 n-6 (linoléico)	9,75	59,15	58,58	59,19
C18:3 n-3 (linolênico)	19,95	0,93	2,01	2,91
Não identificado	3,66	-	-	-
Não identificado	3,28	-	-	-
Recria				
C14:0 (Mirístico)	1,69	-	-	-
C16:0 (palmítico)	37,37	18,37	20,02	23,24
C18:0 (Esteárico)	-	1,00	-	-
C18:1 <i>cis</i> -9 (oléico)	3,64	23,58	21,74	30,87
C18:2 n-6 (linoléico)	13,91	53,67	56,36	44,98
C18:3 n-3 (linolênico)	39,25	3,38	1,89	0,91
Não identificado	2,25	-	-	-
Não identificado	1,88	-	-	-
Terminação				
C16:0 (palmítico)	34,07	19,99	16,37	17,89
C16:1 (palmitoléico)	2,09	-	-	-
C18:0 (esteárico)	2,25	-	1,87	-
C18:1 <i>cis</i> -9 (oléico)	3,64	19,21	27,61	29,21
C18:2 n-6 (linoléico)	14,62	58,08	51,32	51,87
C18:3 n-3 (linolênico)	36,99	2,72	2,83	1,04
Não identificado	3,12	-	-	-
Não identificado	2,90	-	-	-

Contudo, apesar da biohidrogenação ruminal ser determinada principalmente pela proporção dos ácidos graxos que chegam ao rúmen em

relação à quantidade ingerida (Brenna et al., 2009), é também relacionada ao potencial de biohidrogenação de cada ácido graxo (Wood et al., 2008). Segundo Duckett et al. (2002) a biohidrogenação é maior para o ácido graxo linolênico (91%), intermediária para o ácido linoléico (80%) e menor para o oléico (70%).

Alguns ácidos graxos não identificados observados no pasto podem estar relacionado a terpenos voláteis presentes em algumas forrageiras, que podem ser transferidos para o leite e seus derivados, e para a carne (Vasta et al., 2008) (Tabela 2).

A composição química do músculo *Longissimus dorsi* caracterizou-se por reduções nos teores de umidade e cinzas com o aumento da idade dos animais (Tabela 3). Já os teores de proteína bruta não apresentaram diferenças entre as idades ($P>0,10$). Para as estratégias de alimentação, os animais alimentados apenas com mistura mineral apresentaram carne com maior teor de umidade e proteína bruta que os suplementados.

Tabela 3. Composição química do *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados a pasto em função da fase experimental e estratégias de alimentação.

Parâmetro	Fase de produção (idade, em dias)					
	Cria	Recria I	Recria II	Terminação	L	Q
	(250)	(343)	(446)	(580)		
Umidade (%)	75,8	74,6	73,8	73,2	*	ns
Gordura Intramuscular (%)	0,81	0,73	0,68	0,94	ns	*
Proteína Bruta (%)	20,4	21,8	22,1	21,9	ns	ns
Cinzas (%)	1,17	1,14	1,07	0,98	*	ns
	Estratégias de suplementação					
	Controle	T1	T2	T3	CV (%)	
Umidade (%)	74,13 ^A	73,9 ^A	73,4 ^B	73,5 ^B	3,45	
Gordura Intramuscular (%)	0,79	0,79	0,80	0,78	8,30	
Proteína Bruta (%)	22,7 ^A	21,5 ^B	21,3 ^B	21,9 ^B	9,23	
Cinzas (%)	1,21	1,18	1,05	1,06	24,13	

Letras seguidas na mesma linha diferem a * $P<0,10$. Umidade: $75,57882 - 0,00252D$ ($r^2=95,01$), Cinzas: $1,00178 - 0,000168D$ ($r^2=86,12$), Gordura Intramuscular = $1,86723 - 0,00615D + 0,0000079D^2$ ($r^2=97,07$)

A porcentagem de marmorização apresentou mínima de 0,67% aos 390 dias, na recria II, o que pode ser consequência do menor aporte energético da

dieta no período de transição seca-águas, fazendo com que o tecido adiposo obtivesse menos energia, principalmente a glicose, para depositar gordura intramuscular. Prado et al. (2008) e Moreira et al. (2003) não observaram efeito de suplementação a pasto em novilhos terminados até 30 meses e relataram valores de umidade que variaram entre 74,38 a 75,42%, cinzas de 0,99 a 1,11% e proteína bruta oscilando entre 20,58 e 21,14%. Os resultados supracitados são compatíveis aos observados do presente estudo, contudo, os lipídios totais encontrados na carne dos animais da terminação (0,94%) são considerados baixos e inferiores aos 1,33% de extrato etéreo relatados por Moreira et al. (2003) avaliando animais suplementados a pasto.

O aumento da idade dos animais modificou o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular, principalmente pela redução dos ácidos graxos oriundos do alfa-linolênico n-3 como EPA (eicosapentanóico), DPA (docosapentanóico) e DHA (docosahexanóico) e monoinsaturados (AGM) de importância nutricional ($P < 0,10$), apesar de não influenciar a quantidade de ácidos graxos saturados (AGS) (Tabela 4). Os ácidos graxos de predominância quantitativa na carne, como o oléico, linoléico, palmítico e araquidônico, foram influenciados de forma quadrática pela idade em meados da recria II (Tabela 4).

A melhoria do valor nutricional das forrageiras com o início das chuvas e incremento da matéria seca potencialmente digestível é conhecido na literatura (Paulino et al., 2006). Considerando o atraso atípico das chuvas no ano de 2007, com redução em 50% na MS total e de 92% nas folhas verdes na composição da pastagem (Figura 1, Fernandes, 2009) durante a fase de recria I, um provável incremento qualitativo do pasto pode ter ocorrido ao final da fase de recria II, período de transição seca-água. Logo, pode-se inferir que houve maior participação do suplemento na dieta total da recria II a fim de compensar a deficiência do pasto, fato que explica o teor máximo de 30,9 do ácido graxo linoléico (C18:2) aos 394 dias de idade (Tabela 4).

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos na gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados a pasto e equações de regressão em função da idade de abate (D), em g/100g de ácidos graxos identificados.

Ácidos Graxos (%)	Fases de produção (Idades)				Equações de regressão	R ²
	Cria (250 dias)	Recria I (343 dias)	Recria II (446 dias)	Terminação (580 dias)		
C14:0 (mirístico)	1,31	1,42	0,99	1,00	Y = 1,58863 – 0,00107 D	87,3
C14:1 (miristoléico)	7,79	8,21	6,44	5,21	Y = 9,86850 – 0,00764 D	98,3
C16:0 (palmítico)	17,58	18,48	15,59	17,98	Y = 24,8077 – 0,03948D + 0,000046 D ²	80,5
C16:1 (palmitoléico)	1,82	2,02	1,94	2,18	ns	
C17:0 (heptadecanóico)	0,68	0,28	0,35	0,55	ns	
C17:1 (iso-heptadecanóico)	3,04	1,58	2,58	3,92	Y = 8,47246 – 0,03310D + 0,000043 D ²	54,2
C18:0 (esteárico)	11,83	12,18	11,92	12,13	ns	
C18:1 <i>cis</i> -9 (oléico)	27,13	25,68	28,25	32,31	Y = 34,19343 – 0,04822D + 0,000076 D ²	87,5
C18:2 <i>n</i> -6 (linoléico)	13,16	13,44	15,27	10,66	Y = 15,8583 + 0,07651D – 0,000097 D ²	52,5
C18:3 <i>n</i> -3 (linolênico)	1,90	1,26	1,86	1,58	Y = 1,93490 – 0,0006414D	95,4
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11 (CLA)	0,41	0,23	0,24	0,25	Y = 0,44947 – 0,000368 D	98,2
C20:5 <i>n</i> -3 (EPA)	1,99	1,74	1,35	1,00	Y = 2,71151 – 0,00291 D	90,8
C22:4 <i>n</i> -6 (DTA)	0,02	0,09	0,45	0,48	Y = - 0,29904 + 0,00138 D	89,9
C22:5 <i>n</i> -3 (DPA)	2,79	2,20	1,93	1,84	Y = 3,23869 – 0,00250 D	86,1
C22:6 <i>n</i> -3 DHA	0,76	0,25	0,57	0,23	Y = 0,98362 – 0,00125 D	94,0
Não-identificados	2,17	3,73	2,81	2,69	ns	

P>0,10. ns = não significativo. R²: coeficiente de determinação

O ácido graxo linoléico pode formar o araquidônico por dessaturações e alongamentos, logo, o maior teor de linoléico no início da Recria II, possivelmente resultou na maior formação do ácido graxo araquidônico visto que este apresentou máxima de 6,9 aos 410 dias como média para as estratégias 1, 2 e 3 de suplementação, e reduziu com o aumento da idade na estratégia controle (Tabela 6). O ácido graxo linoléico sofre biohidrogenação mais intensa no rúmen que o ácido graxo oléico, sendo convertido a esteárico, que, por sua vez, pode ser dessaturado a oléico através da atividade catalítica da enzima endógena $\Delta 9$ -dessaturase, codificada pelo gene da estearoil-CoA dessaturase (Smith et al., 2006; Wood et al., 2007), que insere duplas ligações na formação de ácidos graxos insaturados. Logo, a redução no teor do linoléico na fase de terminação pode estar indiretamente relacionada à maior concentração de oléico (Tabela 4) visto que houve maior atividade da enzima $\Delta 9$ -dessaturase C18 nesta fase (Tabela 5).

O teor de ácido graxo oléico (C18:1 *cis*-9) do LD apresentou valor mínimo de 26,5 g/100g aos 327 dias de idade, que corresponde a recria I. Assim, o incremento nos teores do oléico, a partir do ponto de mínimo, pode estar relacionado ao maior consumo de suplemento na fase de terminação (2,0 kg) e ao menor potencial de biohidrogenação deste ácido graxo no rúmen comparado ao linoléico, assim como a maior atividade da enzima $\Delta 9$ -dessaturase C18 com a maturidade do animal.

Segundo Mello (2007) a atividade da enzima dessaturase é essencial para o desenvolvimento lipogênico na fase de terminação. Em consistência, Turk & Smith (2009) relataram que a expressão do gene da dessaturase é alta durante a diferenciação do adipócito; de forma que contribui para dessaturações dos ácidos graxos acumulados nos lipídios neutros, tornando-os mais insaturados e contribuindo para uma gordura menos firme (Wood et al., 2008).

Tabela 5. Teores dos ácidos graxos presentes na gordura intramuscular do *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados a pasto e equações de regressão ajustadas às médias, em função da idade de abate (D), em g/100g de ácidos graxos identificados.

Ácidos Graxos (%)	Fases de produção (Idades)				Equações de regressão	R ²
	Cria (250 dias)	Recria I (343 dias)	Recria II (446 dias)	Terminação (580 dias)		
Saturados (AGS)	32,14	33,49	30,02	32,51	ns	
Monoinsaturados (AGM)	38,79	37,47	38,49	43,63	Y= 33,90827 + 0,01557D	96,0
Poliinsaturados (AGP)	26,88	25,30	28,67	21,16	Y=10,62574+0,09476D-0,00013D ²	95,3
AGP/AGS	0,84	0,75	0,95	0,66	ns	
AGI/AGS	2,04	1,87	2,23	1,99	ns	
n-3 ¹	7,45	5,45	5,71	4,67	Y = 23,01783 – 0,00970D	95,9
n-6 ²	19,02	19,61	22,72	16,27	Y= -1,06044+0,11484D-0,00014D ²	91,1
n-6:n-3	2,62	3,66	4,14	3,63	Y=-2 x 0,000028+0,02274D-2,00298D ²	80,4
Δ9-dessaturase(C16) ³	9,49	9,79	11,02	10,75	Y = 8,57878 + 0,00402D	69,1
Δ9-dessaturase(C18) ⁴	69,60	67,78	69,11	72,57	Y = 65,80432 + 0,01073D	86,5
Cadeia média ⁵	27,12	30,15	24,97	26,38	ns	
Cadeia Longa ⁶	60,99	59,76	64,73	62,63	Y = 59,60679 + 0,00676D	83,2
Cadeia Muito Longa ⁷	3,55	2,45	2,50	2,08	Y = 4,22210 – 0,00374D	96,2
Cadeia ímpar ⁸	3,72	1,83	2,93	4,47	Y=10,74877-0,0422D+0,0000537D ²	85,9

P<0,10. ns = não significativo. R²: coeficiente de determinação.

¹Σ(18:1 *cis*-15, 18:2 *trans*-11 *cis*-15, 18:3 *n*-3, 20:5, 22:5, 22:6);

²Σ(18:1 *cis*-12, 18:1 *trans*-12, 18:2 *cis*-9 *cis*-12, 18:2 *trans*-10 *cis*-12, 18:3 *n*-6, 20:3, 20:4);

³100 x [16:1 *cis*-9 / (16:0 + 16:1 *cis*-9)];

⁴100 x [18:1 *cis*-9 / (18:0 + 18:1 *cis*-9)];

⁵Σ(C12-C16); ⁶Σ(C18-C20); ⁷Σ(C22-C24); ⁸Σ(C11, C13, C15, C17).

O ácido graxo palmítico (C16:0) ajustou-se de forma quadrática com mínima de 16,3 aos 431 dias, coincidindo com o final do período de transição secas-águas (Tabela 4). Segundo Chilliard et al., (2007) animais alimentados com forragens frescas e menos fibrosas, apresentam menores teores de ácido graxo palmítico e maiores de linolênico na composição do leite. No presente estudo, o aumento das chuvas somado a adubação favoreceu a proporção de forragem verde e tenra para os animais na fase de terminação, com menores teores de palmítico e maiores de linolênico (Tabela 2), assim como uma menor retenção da forragem sujeita à biohidrogenação no rúmen (Warren et al., 2008b) inversamente ao observado no perfil do pasto no período seco do final da fase de cria, sob pastejo intenso das vacas e forragem mais fibrosa, favorecendo os teores de ácidos graxos saturados como palmítico, mirístico e esteárico no perfil lipídico do pasto.

Contudo, maiores teores de ácido graxo palmítico na terminação podem estar relacionados ao início da fase de deposição de triacilgliceróis ou lipídios neutros nos adipócitos, aos quais predominam os ácidos graxos saturados (AGS) e monoinsaturados (AGM) devido à síntese do palmítico, principal ácido graxo sintetizado pelo ruminante. A síntese do *novo* de ácidos graxos nos ruminantes é realizada, principalmente, no tecido adiposo, sendo o acetato, proveniente da fermentação ruminal de carboidratos, a fonte principal das unidades de acetil para a maioria das gorduras depositadas, contribuindo principalmente para a síntese de ácidos graxos de cadeia curta e média; contudo a principal fonte de acetil e precursora primária para síntese de ácidos graxos no tecido adiposo intramuscular é a glicose (Smith et al., 2006), segundo Van Soest, (1994), poupada para funções de maior prioridade biológica nos ruminantes, podendo prover 50 a 75% das unidades acetil para a síntese de gordura intramuscular, mas máximos 10% das unidades acetil para a síntese de gordura do tecido adiposo subcutâneo (Schoonmaker et al., 2006). Ácidos graxos saturados ou insaturados (Vizoná, 2009), especialmente os de cadeia longa (AGCL) são ativadores naturais do PPAR γ (1997, FUNK, 2001), principal fator de transcrição genético para diferenciação de adipócitos e genes envolvidos no metabolismo de glicose e lipídios. O ligante PPAR γ aumenta a absorção e síntese de glicose prioritariamente no músculo esquelético (Kersten, 2002) reduzindo a gliconeogênese hepática (Rosenson, 2007),

estimula a formação de pequenos adipócitos mais sensíveis a insulina, captura e armazena ácidos graxos livres no plasma (Feige et al., 2006).

No presente estudo, apesar dos AGCL aumentarem com a idade (Tabela 5), o teor de gordura intramuscular apresentou mínima no período de restrição, podendo-se inferir que, mesmo havendo mais ligantes para o receptor PPAR γ , a energia advinda como glicose pode ter sido insuficiente para prover manutenção da gordura intramuscular dos animais na fase de recria II (Tabela 3).

Metz et al. (2009) observaram para novilhos superprecoces predominância dos ácidos graxos de cadeia média como o palmítico e o mirístico, reconhecidamente hipercolesterolêmico (Bessa et al., 2008). Hecker et al. (1975), no entanto, observaram decréscimo na composição do ácido graxo mirístico com o aumento da idade dos animais, o que corrobora com os dados observados neste estudo quanto a redução ($P < 0,10$) nos teores de mirístico (C14:0) e miristoléico (C14:1) com o aumento da idade (Tabela 4). Os teores do ácido graxo mirístico reduziram no perfil lipídico do pasto durante o período experimental, estando ausente na terminação (Tabela 2) o que pode ter contribuído para a redução deste ácido graxo na carne dos animais com a maturidade. Já o ácido graxo miristoléico, assim como o palmitoléico, ausentes nas dietas, são oriundos exclusivamente de dessaturações enzimáticas nos tecidos (Chung et al., 2006). Por outro lado, animais sob amamentação tendem a apresentar teores mais elevados de ácidos graxos de cadeias mais curtas advindos da composição do leite. Palmquist et al. (1993), descreveu a gordura do leite de bovinos com característica peculiar de predominância de ácidos graxos de cadeias curtas constituindo a principal atividade de síntese lipídica da glândula mamária (Van Soest, 1994), com predominância de ácidos graxos de até 16 carbonos em mais de 40% da massa total de gordura do leite.

Já os ácidos graxos de cadeia longa da gordura do leite são principalmente insaturados (deficientes em hidrogênio), sendo predominante o oléico, linoléico, linolênico e intermediários da biohidrogenação como o CLA. Maiores valores de ácidos linoléicos conjugados (CLA) são desejáveis pelos efeitos benéficos a saúde humana (Khanal & Olson, 2004). Os valores de CLA neste estudo foram de 0,40 para os animais na fase de cria e média de 0,24 para as demais idades (Tabela 4). Assim, os bezerros dispõem de maiores

teores de ácido graxos oléico e linoléico oriundos do leite e do suplemento (*creep feeding*), sendo o linoléico e linolênico substratos diretos para formação do CLA por biohidrogenação incompleta e indireto através da dessaturação do ácido graxo vacênico (C18:1 *trans* 11) pela enzima presente na glândula mamária e no tecido adiposo, a Δ 9-dessaturase C18 (Medeiros, 2002). São encontrados ainda na gordura do leite, isômeros intermediários iniciais da biohidrogenação, os conjugados do ácido linolênico, C18:3 *cis*-9 *trans*-11 *cis*-15 e C18:3 *cis*-9 *trans*-13 *cis*-15, que são subseqüentemente reduzidos a dois conjugados de CLA (CLA *cis*-9 *trans*-11 e CLA *trans*-13 *cis*-15) (Destailast et al., 2005). Isto explica os maiores teores de CLA e oléico presente no tecido adiposo intramuscular dos bezerros e exalta a carne de vitelo como de qualidade nutracêutica superior. Metz et al. (2009) obtiveram valores de CLA de 0,24 e 0,26 para animais aos 13 e 22 meses, respectivamente, semelhante aos obtidos neste estudo para as respectivas idades (Tabela 4).

Os ácidos graxos C4:0 (butírico) e C10:0 (cáprico), são considerados os mais expressivos de cadeia curta em carnes, sendo observado na literatura (Metz et al, 2009) reduções do ácido butírico com o aumento da idade dos animais de 13 para 22 meses, contudo, não foram observados ácidos graxos de cadeia curta no presente estudo (Tabela 5).

No presente estudo, apesar dos ácidos graxos de cadeia média ser influenciados pela idade (Tabela 4) não foi suficiente para ocasionar mudança ($P>0,10$) no percentual destes ácidos (Tabela 5), porém influenciou os de cadeia longa e muito longa na carne de novilhos precoces.

Considerando que a quantidade de tecido adiposo aumenta com a idade e ocasiona mudanças, como o rápido crescimento em diâmetro dos adipócitos até os 12 meses de idade, seguido de um crescimento desacelerado até os 2 anos de idade (Nürnberg et al., 1998) e, a partir daí, incremento relativo da gota lipídica em relação à membrana onde se concentram os ácidos graxos mais insaturados (Medeiros, 2002). Assim, o perfil de ácidos graxos fica menos insaturado com o avançar da idade, pois os ácidos graxos poliinsaturados (AGP) relacionados à fração de fosfolipídios tendem a ser dessaturado e/ou proporcionalmente diluídos em função da deposição dos lipídios neutros (Wood et al., 2008). Contudo, no presente estudo, os ácidos graxos saturados (AGS) não foram influenciados pela idade ($P>0,10$) apresentando teor médio de 32,0

g/100g de ácidos graxos (Tabela 4), considerados baixos comparados aos dados comumente observados na literatura (40 a 45%; Woods e Fearon, 2009), o que pode ser explicado pela pouca diferença de idade dos animais a pasto, provavelmente insuficiente para ocasionar tais mudanças influenciando apenas os teores dos ácidos graxos insaturados (AGI), e caracterizando positivamente o perfil dos ácidos graxos da carne de novilhos precoces criados a pasto. Metz et al. (2009) trabalhando com novilhos confinados, não observaram diferenças no perfil de AGS e AGI quando reduziram a idade ao abate de 24 para 12 meses de idade e corroboram ao afirmar que a diferença de idade dos animais não foi suficiente para ocasionar mudanças na deposição de gota lipídica nem no completo desenvolvimento do *cluster* de adipócitos.

Considerando que a importante relação AGI/AGS para a saúde humana está relacionada à precocidade em deposição de gordura dos animais, visto que animais precoces em deposição estariam depositando gota lipídica, que é composta de ácidos graxos com maior saturação em relação aos menos precoces, Rule et al. (1997) e Laborde et al. (2001) afirmam haver maior relação AGI/AGS para animais da raça Nelore, consideradas menos precoces. Contudo, a qualidade dos ácidos graxos presentes na gordura e o risco a doenças coronarianas podem ser avaliados pela relação AGP/AGS $\geq 0,4$ (Wood et al., 2008) e neste estudo, a relação foi desejavelmente alta (média de 0,8) (Tabela 5). Segundo Nürnberg et al. (1998), com o aumento da idade dos animais, os níveis de AGS aumentam e os de AGP diminuem. Contudo, no presente estudo, o fato dos animais nelores estarem em fase de crescimento favoreceu a predominância do perfil mais insaturado, característico dos fosfolipídios (Wood et al., 2008), porém não ocasionou diferença na relação AGI/AGS ($P>0,10$), visto que os AGP, característicos dos fosfolipídios de membrana, ajustaram-se de forma quadrática com máxima de 28,1 aos 370 dias de idade (Tabela 5). O incremento proporcional dos AGP pode ser explicado por uma possível mobilização dos lipídios neutros dos adipócitos no período seco, favorecendo a relação fosfolipídios de membrana:gota lipídica, indicando possível lipólise neste período, justificada pela mínima percentagem de marmoreio observada neste período (Tabela 3).

Já os AGM predominaram nos AGI e foram crescentes com o aumento da idade ($P<0,10$), fato que pode ser explicado pelo também aumento da

atividade das enzimas $\Delta 9$ -dessaturases, especialmente na fase de terminação (Tabela 5), visto que esta enzima retira moléculas de hidrogênio das cadeias carbonadas dos ácidos graxos saturados, transformando-os em insaturados, além de promover a formação endógena de CLA a partir de AGM, como C16:1 e C18:1 (Medeiros, 2002).

Os ácidos graxos das posições *n*-3 reduziram com o aumento da idade, já os *n*-6 e a razão *n*-6:*n*-3 ajustaram-se a pontos de máximas de 21,8 e 2,61 aos 398 e 406 dias de idade, respectivamente (Tabela 5), sendo que os valores mantiveram-se desejavelmente abaixo da relação considerada ideal (*n*-6:*n*-3 < 4; Wood et al., 2008) para mediações de processos antiinflamatórios nos tecidos (Semipoulos, 2008). Nürnberg et al. (1999) avaliaram a gordura intramuscular de três raças (German Holstein, Galloway e Belgian Blue) durante o crescimento e observaram teores elevados de *n*-3 até os 6 meses de idade, seguido por contínua redução até os 24 meses para todas as raças, além de aumento dos AGS com a idade. Segundo Griffin (2008) a quantidade de linoléico e linolênico da dieta influencia a conversão do linolênico no rúmen e os teores de *n*-3 depositados. Brenna et al. (2009) corroboram observando menor conversão do linolênico para AGP *n*-3 quando sob alta relação linoléico/linolênico. No presente estudo, o possível aumento do consumo de suplemento em meados recria II favoreceu ácido graxo linoléico na dieta e conseqüentemente na razão *n*-6:*n*-3 supracitada. Contudo, os fosfolipídios tem limitada capacidade de incorporação dos AGP nos sítios da membrana (Warren et al., 2008a), e nestes, além dos *n*-6 serem mais eficientes em inserção que os *n*-3 (Wood et al., 2008), estes últimos são substrato preferido das dessaturases nos tecidos (Williams & Burdge, 2006); enfatizando que, quando os sítios dos fosfolipídios são preenchidos, a manipulação do perfil dos ácidos graxos pela dieta ocorrerá preferencialmente nos lipídios neutros. Warren et al. (2008a) observaram que novilhas acima dos 14 meses depositaram o dobro de *n*-6 até os 24 meses de idade enquanto *n*-3 permaneceu constante nos fosfolipídios e depositaram o triplo de *n*-6 enquanto *n*-3 aumento discretamente nos lipídios neutros, mesmo sob aumento de dias de pastejo. Logo, ressalta-se a importância da carne de animais jovens criados a pasto para com menores relações *n*-6:*n*-3.

Os ácidos graxos behênico e araquidônico apresentaram interações entre idade e as estratégias de suplementação ($P<0,10$), as quais foram desmembradas na Tabela 6.

Tabela 6. Equações de regressão ajustadas para os valores médios dos ácidos graxos behênico e araquidônico em função da idade (D) e das diferentes estratégias de suplementação.

Estratégias de Alimentação	Fases de produção (Idades)				Média	CV %	Equações de regressão	R²
	Cria	Recria I	Recria II	Terminação				
	(250 dias)	(343 dias)	(446 dias)	(580 dias)				
C20:0 (Behênico)								
Controle	1,20	1,11	1,03	0,63	1,08	17,6	Y = 1,68063 – 0,00170D	95,7
T1	1,05	1,14	1,43	0,87	1,12		Y= -0,94411 + 0,01131D – 0,0000138D²	92,0
T2	0,97	1,21	1,41	0,84	1,11		Y = -1,35282 + 0,01325D – 0,000016D²	87,5
T3	1,20	1,01	1,15	0,97	1,08		Y = 1,43570 – 0,00077D	80,0
C20:4 n-6 (Araquidônico)								
Controle	6,81	7,12	5,86	4,17	5,99	13,5	Y = 9,38107 – 0,00853D	96,6
T1	4,85	5,55	7,07	5,35	5,70		Y= -4,21007 + 0,04978D – 0,0000666D²	87,1
T2	5,53	6,06	7,85	5,02	6,11		Y= -5,65501 + 0,06256D – 0,000075D²	84,6
T3	6,14	5,55	7,22	5,87	6,19		Y = 1,90084 + 0,02269D – 0,000036D²	83,2

* $P<0,10$

O ácido graxo behênico ajustou-se a máximas de 1,37 e 1,39 aos 309 e 310 dias apenas para as estratégias 1 e 2 de alimentação e, reduzindo com o aumento da idade nas estratégias 3 e controle (Tabela 6). O araquidônico, advindo do linoléico como citado anteriormente, apresentou máxima de 6,9 aos 410 dias como média para as estratégias 1, 2 e 3 de suplementação, em função do efeito substitutivo ao concentrado na recria II, e reduziu com o aumento da idade na estratégia controle.

Considerando-se que o concentrado era rico em ácidos graxos oléico e principalmente linoléico, predominantes no milho e na soja, e o pasto rico em palmítico e linolênico (Tabela 2) depois de submetidos à biohidrogenação ruminal e/ou síntese pelos tecidos, depositaram-se no tecido adiposo intramuscular do *Longissimus dorsi* dos animais do tratamento controle, preferencialmente o oléico, linolênico, palmitoléico e EPA (Tabela 7), comparado a carne dos animais que receberam suplemento protéico ($P < 0,10$).

Tabela 7. Perfil de ácidos graxos na gordura intramuscular do *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados a pasto para as diferentes estratégias de suplementação protéica.

Ácidos Graxos (%)	Estratégias de suplementação				CV %
	Controle	T1	T2	T3	
C14:0 (mirístico)	1,20	1,13	1,19	1,11	34,3
C14:1 (miristoléico)	7,25	6,77	6,75	6,65	10,6
C16:0 (palmítico)	17,49	17,17	17,60	17,22	6,73
C16:1 (palmitoléico)	2,35 ^A	1,90 ^B	1,88 ^B	1,84 ^B	23,4
C17:0 (heptadecanóico)	0,44	0,43	0,32	0,66	50,0
C17:1 (<i>iso</i> -heptadecanóico)	2,00	3,42	3,02	2,63	39,6
C18:0 (esteárico) ¹	11,05 ^B	12,24 ^B	12,36 ^A	12,41 ^A	10,4
C18:1 <i>cis</i> -9 (oléico)	30,43 ^A	27,76 ^B	27,22 ^B	27,96 ^B	10,0
C18:2 <i>n</i> -6 (linoléico)	9,76 ^B	14,38 ^A	14,73 ^A	13,66 ^A	16,5
C18:3 <i>n</i> -3 (linolênico)	2,01 ^A	1,51 ^B	1,56 ^B	1,51 ^B	18,8
C18:2 <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 (CLA)	0,30	0,29	0,26	0,27	23,0
C20:5 <i>n</i> -3 (EPA)	1,87 ^A	1,34 ^B	1,50 ^B	1,38 ^B	22,6
C22:4 <i>n</i> -6 (DTA)	0,36	0,27	0,20	0,19	26,4
C22:5 <i>n</i> -3 (DPA)	2,25	2,09	2,19	2,22	36,7
C22:6 <i>n</i> -3 DHA	0,51	0,40	0,41	0,48	10,5
Não-identificados	3,66	2,67	2,52	2,53	20,2

Letras seguidas na mesma linha diferem a $P < 0,10$. ¹Σ esteárico (C18:0) + vacênico (C18:0 *trans*11)

Os teores totais de ácido oléico, linoléico e linolênico que representaram em média 40% dos ácidos graxos da gordura intramuscular, foram influenciados pela dieta ($P<0,10$) com variação de 8,8; 33,1 e 25% do tratamento controle em relação a média dos animais das diferentes estratégias de suplementação.

Wood et al. (1963) fizeram ligamento no orifício retículo-abomasal e incubaram ácido graxo linoléico no rúmen. Após 48 horas verificaram que 90% permaneceu no rúmen e deste, 46% estava completamente saturado, 33 a 50% estava hidrogenado para ácidos graxo oléico e 3 a 6% mantiveram-se como linoléico, contudo, cerca de 93% do ácidos graxo linoléico é convertido em esteárico (Shortland et al., 1955). A gordura saturada representada pelo ácido graxo esteárico (C18:0) é transformada em ácido graxo oléico no organismo humano, assim, apesar de ser saturada, caracteriza-se no organismo, como não nociva a saúde humana e benéfica para o consumo, inerte quanto aos problemas coronários. Logo, maiores valores de esteárico para os animais suplementados não definem a gordura intramuscular como prejudicial ao consumo.

O teor de ácido graxo esteárico para os animais do tratamento controle e da estratégia T1 foram semelhantes, porém inferiores ao dos animais submetidos às estratégias de suplementação contendo NNP (T2 e T3) como fonte protéica degradada no rúmen ($P<0,10$). Maiores teores de ácido graxo esteárico para animais suplementado eram esperados visto que alimentos concentrados apresentam maior aporte de grãos ricos em ácidos graxos precursores como oléico e linoléico. Segundo Jenkins et al., (2008) os maiores níveis de ácido graxo esteárico no tecido adiposo intramuscular de animais suplementados originam-se da biohidrogenação completa dos ácidos graxos linoléico (C18:2 *cis*9) e oléico (C18:1 *cis*9) predominante nos concentrados. Contudo, o fato dos animais submetidos a estratégia T1, com predominância protéica do farelo de soja, ter apresentado teor de esteárico inferior ($P<0,10$) ao das estratégias T2 e T3, pode estar relacionado ao rápida velocidade no consumo do concentrado, como observados por Silva et al., (2008) em avaliação paralela dos animais em questão, com aporte instantâneo do concentrado atuando por poucas horas no rúmen, minimizando o efeito de melhoria das condições ruminais ou digestibilidade da dieta em T1, com

oscilações inclusive no aporte de NDT no rúmen (Fernandes, 2009). Neste estudo, à medida que se aumentou NNP no concentrado, reduziu-se farelo de soja a fim de manter as dietas isoprotéicas, aumentando-se a participação do milho no concentrado, proporcionando melhoria no teor de NDT da dieta em função da maior disponibilidade energética atribuída ao milho (Fernandes, 2009). O fato da quantidade de nitrogênio da uréia chegar gradativamente ao rumem, em função dos animais consumirem o suplemento de forma distribuída ao longo do dia, favorece a sincronização da disponibilidade dos alimentos, não causando variações bruscas no pH, o que pode refletir em favorecimento das bactérias precursoras da digestão de proteína e amido como as *Butyrivibrio fibrisolvens*, primeiras e mediarão o processo de biohidrogenação, favorecendo a ação das bactérias lipolíticas e indiretamente a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos oriundos da dieta, repercutindo em maior conversão a esteárico em T2 e T3.

Já para o tratamento controle, o baixo teor de esteárico pode ser explicada pela menor disponibilidade de oléico e linoléico no pasto e, em parte pela maior incorporação do linoléico disponível pelas bactérias (Bauchart et al., 1990) comparado ao linolênico, além do baixo potencial natural de hidrogenação deste ácido graxo (Harfoot & Hazlewood, 1997).

Em contrapartida, Van Nevel e Demeyer (1996) afirmaram que altas quantidades de concentrados na dieta, podem limitar a biohidrogenação dos ácidos graxos linoléico e linolênico em até 50 e 65%, respectivamente, devido a queda no pH ruminal, limitando a lipólise inicial por limitar a atividade de bactérias celulolíticas e, submetendo a hidrogenação, apenas nos ácidos graxos livres. O baixo pH pode impedir ainda a conversão do C18:1 para C18:0 (Demeyer & Doreau, 1999). Assim, aos animais em questão, apesar de Fernandes (2009) em avaliação paralela as exigências nutricionais ter ressaltado certa acidificação ruminal aos bezerros que receberam T3 sob *creep feeding*, atribuído ao excesso de amido advindo do milho para o rúmen pouco desenvolvido; no presente estudo, não foi possível detectar mudanças ($P>0,10$) quanto ao perfil de ácidos graxos à estratégia de suplementação que recebeu alto NNP (Tabelas 7 e 8) comparado a T2.

Apesar de o pasto apresentar consideráveis teores de ácido graxo palmítico (C16:0), estes não influenciaram o perfil lipídico saturado da gordura

de marmoreio nas diferentes estratégias de alimentação (Tabela 8), além de manter-se abaixo dos valores observados na literatura (> 27%; Lee et al., 2009) para AGS com potencial expressivo a doenças cardiovasculares (Mozaffarian, 2008). Maior teor de ácidos graxos palmítico em forragens verdes (Tabela 2) pode ter favorecido maior concentração de palmitoléico no tecido adiposo dos animais da estratégia controle em função de maior atividade da $\Delta 9$ -dessaturase C16 (Tabela 8). O ácido graxo palmítico também pode ser alongado a esteárico e este dessaturado a oléico pela atividade da $\Delta 9$ -dessaturase C18. Segundo Palmquist e Mattos, (2006) 63% do ácido palmítico é alongado a esteárico e deste 72% é dessaturado a oléico. Fato que explica a maior atividade das $\Delta 9$ -dessaturases (Tabela 8) e do oléico em função da redução do esteárico na estratégia controle (Tabela 7). A $\Delta 9$ -dessaturase é a enzima responsável por converter palmítico e esteárico a palmitoléico e oléico, respectivamente, podendo ter sua atividade inibida quando sob elevadas concentrações de AGP (Sessler e Ntambi, 1998) e de CLA (Lee et al., 1998).

Tabela 8. Índices dos ácidos graxos presentes na gordura intramuscular do *Longissimus dorsi* de novilhos suplementados a pasto em função das diferentes estratégias de alimentação, em g/100g de ácidos graxos identificados.

Ácidos Graxos (%)	Estratégias de suplementação				CV (%)
	Controle	T1	T2	T3	
Saturados (AGS)	31,20	32,10	32,42	32,44	11,6
Monoinsaturados (AGM)	42,04 ^A	39,19 ^B	38,06 ^B	39,08 ^B	12,3
Poliinsaturados (AGP)	23,08 ^B	26,02 ^A	26,98 ^A	25,94 ^A	20,4
AGP:AGS	0,74 ^B	0,82 ^A	0,84 ^A	0,81 ^A	31,0
AGI:AGS	2,08	2,03	2,00	2,00	25,6
<i>n</i> -3 ¹	6,66 ^A	5,35 ^B	5,67 ^B	5,61 ^B	10,0
<i>n</i> -6 ²	16,12 ^B	20,39 ^A	21,06 ^A	20,05 ^A	15,0
<i>n</i> -6: <i>n</i> -3	2,55 ^B	3,89 ^A	3,82 ^A	3,84 ^A	11,5
$\Delta 9$ -dessaturase(C16) ³	11,79 ^A	9,91 ^B	9,69 ^B	9,65 ^B	18,7
$\Delta 9$ -dessaturase(C18) ⁴	73,11 ^A	69,25 ^B	67,68 ^B	69,01 ^B	8,21
Cadeia média ⁵	28,31	26,31	27,27	26,74	13,5
Cadeia Longa ⁶	60,25 ^B	62,72 ^A	62,27 ^A	62,85 ^A	9,10
Cadeia Muito Longa ⁷	2,76	2,50	2,60	2,70	19,3
Cadeia ímpar ⁸	2,45	3,85	3,35	3,29	15,2

Letras na mesma linha diferem a $P < 0,10$. ¹ $\Sigma(18:1 \text{ cis-15}, 18:2 \text{ trans-11 cis-15}, 18:3 \text{ n-3}, 20:5, 22:5, 22:6)$; ² $\Sigma(18:1 \text{ cis-12}, 18:1 \text{ trans-12}, 18:2 \text{ cis-9 cis-12}, 18:2 \text{ trans-10 cis-12}, 18:3 \text{ n-6}, 20:3, 20:4)$; ³ $100 \times [16:1 \text{ cis-9} / (16:0 + 16:1 \text{ cis-9})]$; ⁴ $100 \times [18:1 \text{ cis-9} / (18:0 + 18:1 \text{ cis-9})]$; ⁵ $\Sigma(C12-C16)$; ⁶ $\Sigma(C18-C20)$; ⁷ $\Sigma(C22-C24)$; ⁸ $\Sigma(C11, C13, C15, C17)$;

O perfil de ácidos graxos de cadeia média (C12-16), muito longa (C22-24) e ímpar (incorporados preferencialmente as membranas dos microorganismos) não foram influenciados pelas estratégias de alimentação, contudo, o teor dos ácidos graxos de cadeia longa (AGCL), foi maior para os animais suplementados (estratégias T1, T2 e T3), representando em média 62% do total de ésteres metílicos de cadeias de 18 a 20 carbonos e em conjunto, representando apenas 19,5% do total de AGS (Tabela 8).

No presente estudo esperava-se que os animais que receberam suplementação protéica, depositassem mais gordura de marmoreio em função da maior disponibilidade energética dos concentrados, assim como protéica, aumentando ácidos graxos de cadeia longa e lipoproteínas, ligantes para o receptor PPAR γ responsável pela absorção de glicose. Contudo, apesar dos animais suplementados apresentarem mais AGCL (Tabela 8), não houve diferença na deposição de gordura intramuscular para as estratégias de alimentação (Tabela 3), o que pode ser explicado pelos animais serem muito jovens para depósito significativo desta gordura.

Os AGP de cadeias muito longas são derivados do ácido graxo linolênico (C18:3 *n*-3) com prioridade ao EPA (eicosapentaenoico, C20:5), DPA (docosapentanoico, C22:5) e DHA (docosahexanoico, C22:6) por elongações e dessaturações, e têm habilidade em modular processos inflamatórios competindo com AGP *n*-6 derivados do ácido linoléico como DTA (docosatretanoico, C22:4) pela deposição nos fosfolipídios de membrana das células do sistema imunológico (MacRae et al., 2005). Assim, por estes ácidos graxos serem preferencialmente incorporados nos fosfolipídios, estão menos presentes nos lipídios neutros (Woods & Pearson, 2009) e nos processos de mobilização dos ácidos graxos (Offer et al., 1999). Segundo Wood et al. (2008), ruminantes incorporam preferencialmente ácidos graxos essenciais com importantes funções metabólicas ao organismo nos fosfolipídios ao invés de armazená-los nos lipídios neutros. Neste contexto a carne bovina de animais jovens tem sua importância retomada como fonte natural de AGP da série *n*-3, principalmente no caso de animais em pastejo devido à grande proporção de ácido linolênico nas forragens (Wood et al., 2003).

Neste estudo, o maior teor de ácido graxo linolênico no sistema exclusivo a pasto, favoreceu EPA ($P < 0,10$) (1,87 vs 1,40) e numericamente ($P > 0,10$) o DHA (Tabela 7) comparado aos suplementados. Medeiros (2008) comparando animais alimentados com forragem, suplementados a pasto e confinados, observaram níveis de EPA na gordura intramuscular 71 e 59% superiores aos para os dois primeiros tratamentos em relação ao confinamento. Contudo, Harris et al., (2009) recomendam o consumo de EPA + DHA entre 250 a 500 mg/dia e segundo Burdge e Calder (2005) a conversão de linolênico a estes AGP é limitada e a eficiência na transferência do linolênico para EPA, do EPA para DPA $n-3$ e deste para DHA $n-3$ em humanos adultos é cerca de 0,2; 0,13 e 0,05%, respectivamente. Estes autores também notaram maior nível de conversão em fêmeas, possivelmente devido maior atividade de alongação e dessaturação enzimática.

Considerando que o ácido graxo vacênico (C18:1 *trans*11) pode ser formado da biohidrogenação do linolênico no rúmen, absorvido no intestino e dessaturado a rumênico (C18:2 *cis*9, *trans*11), principal isômero dos ácidos linoléicos conjugados (CLA) nos ruminantes segundo Griinari e Bauman (1999), a maior atividade das enzimas $\Delta 9$ -dessaturase no sistema controle (Tabela 8) podem ter favorecido dessaturação do vacênico a CLA, mesmo que numericamente ($P > 0,10$). Vasta et al. (2008), observaram aumento da expressão da enzima $\Delta 9$ -dessaturase, promotora da síntese endógena de CLA, para os animais que consumiram forragens verdes, comparado aos que foram alimentados com concentrados. O CLA é oriundo diretamente da biohidrogenação do linoléico e linolênico da dieta ou via dessaturação do vacênico (Collomb et al., 2006). Segundo Daza et al. (2009), há indicações que a atividade da enzima $\Delta 9$ -dessaturase, esterases e neutras sejam maior e a das enzimas lipogênicas menor em animais submetidos a maior atividade física. Neste trabalho, em estudo paralelo aos animais, observou-se maior atividade física dos animais submetidos ao sistema controle quando comparado aos suplementados (Lopes et al., 2008). Em adição, o sistema controle apresentou maior atividade das enzimas dessaturases C16 e C18 (Tabela 8). Segundo (Aldai et al., 2007) animais criados sob maior movimentação apresentam um melhor perfil nutricional de ácidos graxos na gordura subcutânea e nos lipídios neutros em função de menor deposição de

gordura nos adipócitos (triglicerídeos – maior nível de saturação) acentuando a contribuição dos fosfolípidios de membrana na composição do perfil de ácidos graxos do músculo, em consistência ao perfil nutracêutico dos ácidos graxos observado neste estudo (Tabelas 7 e 8).

French et al. (2001) observaram aumento de CLA no *Longissimus dorsi* de novilhas de 0,37 para 1,08g/100g dos ácidos graxos, alimentadas com 22 kg forragem fresca e concentrado, respectivamente. A extensão do teor médio de CLA na carne de ruminantes é cerca 0,2 a 1g/100g dos ácidos graxos totais, sendo inferior aos teores encontrados em leite (Raes et al., 2004). Segundo De La Torre et al. (2006) fatores intrínsecos como espécie, raça, idades e tipo de músculo e extrínsecos como suplementação lipídica ou natural da dieta basal, influenciam no conteúdo de CLA e sua composição de isômeros depositados nos tecidos. Collomb et al. (2004) observaram positiva correlação entre o consumo de oléico, linoléico e linolênico e o número de isômeros específicos de CLA. Medeiros (2008) avaliando perfil de ácidos graxos intramuscular de bovinos suplementados a pasto e confinados, obteve diferença nos teores de CLA entre pasto x confinados com baixo e alto nível de suplemento (0,53 vs 0,24 e 0,34%), porém, os valores de CLA entre pasto x níveis baixo e médio de suplemento a pasto não variaram (0,53 vs 0,46 e 0,42%). A maturidade da forragem também parece ser um importante fator no conteúdo de CLA nos tecidos. Dietas a base de forragem na fase de crescimento inicial resultaram em aumentos de CLA na gordura do leite comparadas a dietas de forragem madura ou forragens de segundo corte (Chouinard et al., 2001). Assim, sendo o CLA oriundo preferencialmente da conversão do linolênico, seja por biohidrogenação ou dessaturação do vacênico, os maiores teores de linolênico do pasto neste estudo (Tabela 2), não caracterizaram diferenças significativas ($P>0,10$) entre as estratégias de alimentação para o CLA no perfil da gordura intramuscular dos animais (Tabela 7). Segundo Medeiros (2002), as forragens tropicais diferem das temperadas quanto à composição de ácidos graxos, e mesmo mais susceptíveis a biohidrogenação, apresentam menor proporção de ácidos de 18 carbonos e menor insaturação, menos favorável a produção de CLA, visto que este é originado principalmente da incompleta biohidrogenação dos linoléico e linolênico no rúmen. A lignificação e o espessamento da parede celular ocorre mais intensamente nas forrageiras tropicais em função dos

fatores ambientais (luz, temperatura, precipitação) influenciar taxas elevadas de amadurecimento, apresentando implicações na utilização e retenção do material vegetal no rúmen pelos microrganismos (Paulino et al., 2002) e consequentemente a biohidrogenação, devendo-se utilizar técnicas de manejo que favoreçam a manutenção de elevados níveis de conteúdo celular (Paulino et al., 2002)

Os animais recebendo exclusivamente mistura mineral apresentaram menos ácido graxo poliinsaturado (AGP), menor relação AGP/AGS e menor $n-6$ em virtude das menores concentrações de linoléico na dieta. Contudo, o tratamento controle apresentou mais AGI prevalecendo AGM em relação aos suplementados (Tabela 8). Vale ressaltar que a gordura intramuscular tende naturalmente a apresentar perfil de ácidos graxos mais insaturado do que a gordura subcutânea (Mello, 2007) em função desta última prover adipócitos maiores (Eguinoa, 2003) com maior quantidade de triglicerídeos, notadamente mais saturados que os fosfolípidios de membrana. Segundo Wood et al. (2008), os lipídios neutros tem mais ácidos graxos saturados, porém grande quantidade de monoinsaturados, devido maior atividade das enzimas lipogênicas atuando nas dessaturações, e principalmente devido aos maiores teores de ácido graxo oléico (C18:1 cis9) oriundo da dieta. De Smet et al., (2004) afirmam que o nível de AGS e AGM aumenta rapidamente em relação ao conteúdo de AGP com o aumento do grau de acabamento de gordura dos animais, porém, segundo estes autores a razão $n-6/n-3$ está mais relacionada a composição da dieta do que ao grau de acabamento. Logo, a gordura intramuscular caracteriza-se como nutricionalmente mais saudável. Relata-se ainda presença de isômeros CLA apenas no perfil da gordura intramuscular quando comparado a subcutânea (Mello, 2007; Smith et al., 2006).

A dieta baseada em pastagem apresentou mais $n-3$ e conseqüentemente favoreceu a razão $n-6/n-3$ no perfil lipídico da carne (Tabela 8). Esta razão é benéfica quanto aos aspectos relacionados à saúde humana, quando sob razão máxima de 4:1 (Semipoulos, 2008). Em geral, os eicosanóides produzidos dos ácidos graxos das posições $n-3$, particularmente EPA e DHA, são reportados como importantes ácidos graxos devido à inibição do metabolismo do esteárico a eicosanóides inflamatórios, uma vez que eles aumentam os mediadores antiinflamatórios (Calder, 2008) causam

vasodilatação e inibem a agregação de plaquetas, comparado aqueles produzidos na série *n*-6 dos eicosanóides (Chapkin, 2002). Contudo, devido ao elevado consumo de produtos com óleo de soja, a razão consumida nas cidades desenvolvidas é de cerca de 10:1. O aumento de animais confinados sob dietas de alto grão, também tem elevado a razão *n*-6:*n*-3 da gordura intramuscular em cerca de 20:1. Ao contrário, na carne de animais sob pastejo exclusivo, embora consumindo milho em grão até 30% do consumo total de forragem verde e fresca, esta relação se mantém próxima ao ideal mencionado (Rosso et al., 1996).

O estudo demonstrou que a terminação de animais jovens em pastagem sob suplementação protéica permite a produção de carne de alta qualidade, compatível com os mais exigentes mercados, tendo como atributo adicional de valorização um perfil diferenciado de ácidos graxos. Constituindo um alimento mais saudável segundo os novos padrões dietéticos embasados nas relações *n*-6:*n*-3, refletindo quantidades consideráveis de AGP *n*-3 (nutricionalmente benéficos) na carne bovina, particularmente de α -linolênico (18:3 *n*-3), eicosapentaenóico (EPA, 20:5 *n*-3), docosapentaenóico (DPA, 22:5 *n*-3) e docosahexaenóico (DHA, 22:6 *n*-3).

Conclusões

A carne de bezerro apresenta perfil de ácidos graxos com elevados níveis de EPA, DPA e DHA, além de maiores valores de CLA, destacando-se em todos os ácidos graxos de importância nutracêutica. A fase de maior restrição nutricional ou recria favorece a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos. A terminação de novilhos superprecoces a pasto favoreceu AGM e reduziu AGP, mantendo constantes os AGS. A suplementação protéica aumentou AGP e n-6/n-3, reduziu AGM e EPA e não influenciou nos teores dos AGS.

A idade e os sistemas de alimentação modificam o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular, podendo ser utilizada como ferramenta a nichos específicos de mercado. Contudo, a carne de novilhos precoces suplementados a pasto pode ser considerada de alta qualidade quanto ao perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular, constituindo um alimento saudável segundo os novos padrões dietéticos.

Literatura Citada

- ALDAI, N.; NAJERA, A.I.; DUGAN, M.E.R. et al. Characterization of intramuscular, intermuscular and subcutaneous adipose tissues in yearling bulls of different genetic groups. **Meat Science**, v.76, p.682-691, 2007.
- BAUCHART, D., F. LEGAY-CANNIER, M. DOREAU, B. GAILLARD. 1990. Lipid metabolism of liquid-associated and solid-adherent bacteria in rumen contents of dairy cows offered lipid-supplemented diets. **Brasiliian Journal of Nutrition**. 63:563.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. New concepts of cattle growth. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- BRENNAN, J.T., SALEM, N., SINCLAIR, A.J., et al. α -Linolenic acid supplementation and conversion to n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in humans. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fat. Acids* 80, 85–91. 2009.
- BRONDANI, L.I.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J. et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2034-2042, 2006.
- BLIGH G.E & DYER J.W. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology** , 37(8):911-917.1959.
- BURDGE, G.C; CALDER, P.C. Plasma cytokine response during the post prandial period: a potential causal process in vascular disease? **Br J Nutr** 93,3–9. 2005.
- CALDER, P.C. Polyunsaturated fatty acids, inflammatory process and inflammatory bowel diseases (review). **Molecular Nutrition and Food Research**, 8, 885–897. 2008.
- CHAPKIN, R.S., HONG, M.Y. FAN, Y.Y. et al Dietary n-3 fatty acids alter colonocyte mitochondrial membrane composition and function. **Lipids** 37:193-199. 2002.
- CHILLIARD, Y.; GLASSER, F.; FERLAY, A. et al. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **Eur.J. Lipid Sci. Technol.** 109, 828–855. 2007.
- CHOUINARD, P.Y.; CORNEAU, L.; BUTLER, W.R. Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentration in milk fat. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.84, n.3, p.680-690, 2001.
- CHUNG, K.Y., LUNT, D.K., CHOI, C.B., et al. Lipid characteristics of subcutaneous adipose tissue and M. Longissimus thoracis of Angus and Wagyu bulls fed to US and Japanese end points. **Meat Science**, 73(3), 432–441. 2006.
- CIFUNE, G.F.; NAPOLITANO, F.; PACELLI, C.; et al. Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs. **Small Ruminant Research**, v.35, p.65-70, 2000.

- COLLOMB, M., SIEBER, R., BUTIKOFER, U. CLA isomers in milk fat from cows fed diets with high levels of unsaturated fatty acids. *Lipids* 39, 355–364. 2004.
- COLLOMB, M., SCHMID, A., SIEBER, R., et al. Conjugated linoleic acids in milk fat: variation and physiological effects. Review. *Int. Dairy J.* 16(11), 1347–1361. 2006.
- DAZA, A.; REY, A.I.; OLIVARES, A. Physical activity induces alterations on tissue lipid composition and lipid metabolism in fattening pigs. **Meat Science**, 81 (4), 641–646. 2009.
- DESCHAMPS, C.F.; FIAMONCINI, J.; KOZLOSKI, G.V. et al. Avaliação do perfil de ácidos graxos de cadeia longa na carcaça de novilhos de diferentes graus de sangue Charolês: Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).
- DE LA TORRE, A.; GRUFFAT, D.; DURAND, D. et al. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. **Meat Science**, v.73, n.2, p.258–268, 2006.
- DE SMET, S., RAES, K., DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Anim. Res.** 53, 81–89. 2004.
- DESTAILLATS, F., J.P.; TROTTIER, J.M.G.; et al. Analysis of α -linolenic acid biohydrogenation intermediates in milk fat with emphasis on conjugated linolenic acids. **Journal of Dairy Science**. 88:3231–3239. 2005.
- DUCKETT, S.K., ANDRAE J.G., and OWENS F.N. Effect of high-oil corn or added corn oil on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef bulls fed finishing diets. **Journal of Animal Science**. 80:3353–3360. 2002.
- ERICSON, U. et al. High folate intake is associated with lower breast cancer incidence in postmenopausal women in the Malmö Diet and Cancer cohort. **American Journal of Clinical nutrition**, Philadelphia, v.86, p. 434–3, 2007.
- FELICIO, P. E. Acabamento de carcaça em pastagem tropical é próprio de gado Zebu. **Revista ABCZ**, Uberaba, MG, p. 50 - 51, 10 fev. 2003.
- FERNANDES, H.J. **Avaliação nutricional e estudo do crescimento de tourinhos em pastejo recebendo suplementação concentrada com diferentes perfis protéicos**. (Tese de Doutorado em Zootecnia). 289p. Viçosa-MG, 2009.
- FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J. et al. Fatty acid composition of intra muscular triacylglycerols of bulls fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, v. 81, p. 307–317, 2003.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from bulls offered grazed grass, grass silage or concentrated-based diet. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2849–2855, 2000.
- GARTON, G. A., A. K. LOUGH AND E. VIOGUE. 1961. Glyceride hydrolysis and glycerol fermentation by sheep rumen contents. **J. Gen. Microbiol** 25:215.

- GRIFFIN, B.A. How relevant is the ratio of dietary n-6 to n-3 polyunsaturated fatty acids to cardiovascular disease risk? Evidence from the OPTILIP study. *Curr. Opin. Lipidol.* 19, 57–62. 2008.
- GRIINARI, J.M. and BAUMAN D.E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. Pages 180–200 in: *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. Vol.1 Yurawecz, .M.P. Mossoba, M.M. Kramer J.K.G., Pariza, M.W. and Nelson, G.J. ed. AOCS Press, Champaign, IL. 1999.
- HARFOOT, C.G., G.P. HAZLEWOOD. Lipid metabolism in the rumen. Pages 285–322 in *The Rumen Microbial Ecosystem*. **Elsevier Science Publishing**, New York, NY. 1988.
- HARFOOT, C.G., and G.P. HAZLEWOOD. 1997. Lipid metabolism in the rumen. Pages 382–426 in *The Rumen Microbial Ecosystem*. P.N. Hobson and C.S. Stewart, ed. Chapman and Hall, London, UK.
- HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practices**, v. 22, n. 6, p. 475–476, 1986.
- HARRIS, W.S., MOZAFFARIAN, D., LEFEVRE, M., et al. Towards establishing dietary reference intakes for eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. **J. Nutr.** 139, 804–819. 2009.
- HERCER, A.L.; CRAMER, D.A.; HOUGHAM, D.F. Compositional and metabolic growth effects in the bovine muscle, subcutaneous and serum total fatty acids. **Journal of Animal Science**, v.40, p.144, 1975.
- JENKINS, T.C.; WALLACE, R.J.; MOATE, P.J. et al. BOARD-INVITED REVIEW: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **J. Anim. Sci.** 2008.86:397–412.
- KLIEWER, S.A. et al. Fatty acids and eicosanoids regulate gene expression through direct interactions with peroxisome proliferator-activated receptors alpha and gamma. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America**. v.4, n.9, p.4318–4323, 1997.
- KHANAL, R.C.; OLSON, K.C. Factors affecting conjugated linoleic acid (CLA) content in milk, meat, and egg: a review. *Pakistan. J. Nutr.*, Lexington, v. 3, p. 82–98. 2004.
- LABORDE, F.L.; MANDELL, I.B.; TOSH, J.J. et al. Breeds effect on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing bulls. **Journal of Animal Science**, v.79, p.355–365, 2001.
- LEE, M.R.F.; EVANS, P.R.; NUTE, G.R. et al. A comparison between red clover silage and grass silage feeding on fatty acid composition, meat stability and sensory quality of the muscle *Longissimus* muscle of dairy cull cows. **Meat Science**, 81, 738–744. 2009
- LEE, K.N., PARIZA, M.W. AND NTAMBI J.M. 1998. Conjugated linoleic acid decreases hepatic tearoyl-CoA desaturase mRNA expression. **Bioch. Biophys. Res. Commun.** 248: 817–821.

- LIBERATO, M.V. **Ácidos graxos de cadeia média como ligantes da proteína PPAR γ** . 2009. 92f. Dissertação (Mestrado em Física aplicada) – Instituto de física de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.
- LOPES, S.A.; ROCHA, A.A.; FERNANDES, H.J. et al. Comportamento diurno de bovinos de corte a pasto, suplementados com concentrados contendo diferentes níveis de uréia. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45. 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008.
- MAHECHA, L., NUERNBERG K., NUERNBERG G. Effects of diet and storage on fatty acid profile, micronutrients and quality of muscle from German Simmental bulls. **Meat Science**. 2009.
- MELLO, R.O. **Eficiência Biológica, Economicidade, Características da Carcaça e Qualidade da Carne de Bovinos Jovens, Machos Inteiros, Mestiços F1 de Raça Britânica ou Continental Cruza Nelore, Terminados em Confinamento e Abatidos com Diferentes Massas Corporais**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. 147p. 2007.
- MEDEIROS, S.R. **Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificado**. 2002. 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- MEDEIROS, F.S. **Perfil de ácidos graxos e qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e em pastagem**. 2008. 155f. Tese de Doutorado em Zootecnia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- METZ, P.A.M.; MENEZES, L.F.G.; SANTOS, A.P. et al. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira Zootecnia.**, v.38, n.3, p.523-531, 2009.
- MOZAFFARIAN, D. Fish and n-3 fatty acids for the prevention of fatal coronary heart disease and sudden cardiac death. **American Journal of Clinical Nutrition**, 87, 1991–1996. 2008.
- NÜRNBERG, K.; WEGNER, J.; ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science**, v.56, p.145-156, 1998.
- NÜRNBERG,K., ENDER,B., PAPSTEIN,H.J., et al. Effects of growth and breed on the fatty acid composition of muscle lipids in cattle. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 208,332–335.1999.
- OFFER,N.W., MARSDEN,M., DIXON,J., et al. Effect of dietary fat supplements on levels of n–3 polyunsaturated fatty acids, trans acids and conjugated linoleic acid in bovine milk. **Animal Science**. 69,613–625.1999.
- PALMQUIST, D.L.; LOCK, A.L.; SHINGWELD, K.J. et al. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. In: **ADVANCES IN FOOD**

- AND NUTRITION RESEARCH, 50., 2005, San Diego. **Proceedings...** San Diego: Elsevier Inc., San Diego, 2005. p.179-187.
- PASLMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T. et al. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. 2006. p.287-310.
- PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, A.D.; BARBANO, D.M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1753-1771, 1993.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 3, 2006. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; MORAES, E. H. B. K. et al. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. IN: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, p.153-196, 2002.
- PEREIRA, A.S.C. **Características qualitativas da carcaça e da carne das progênes de touros representativos da raça Nelore (*Bos Indicus*) e de diferentes grupos genéticos**. Pirassununga, Universidade de São Paulo, 2006. 114p, 2006. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, 2006.
- PRADO, R.M.; SILVA, R.R.; PRADO, I.N. et AL. Características químicas do músculo longissimus de novilhos nelore suplementados em pastagem na terminação. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45. 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008.
- MOREIRA, F.B. et al. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of Bos indicus and Bos indicus x Bos Taurus crossbred bulls finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.46, n.4, p.607-614, 2003.
- RAES,K., DE SMET, S., DEMEYER, D., 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science Technology**.113, 199–221.
- RESTLE, J., VAZ, F.N., ALVES FILHO, D.C.; et al. Efeito da suplementação energética sobre a carcaça de vacas de diferentes idades, terminadas em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 1076-1083, 2001.
- RHOADES, R.D, SAWYER, J.E, CHUNG, K.Y, et al. Effect of dietary energy source on in vitro substrate utilization and insulin sensitivity of muscle and adipose tissues of Angus and Wagyu bulls. **Journal of Animal Science**. V.85, p:1719-26. 2007.
- ROSENSON, R.S. Effects of peroxisome proliferator-activated on lipoprotein metabolism and glucose in type 2 diabetes mellitus. **The American Journal of Cardiology**, v.00, n.4,p.96B-104B. 2007.

- ROSSO, O.R.; GARCÍA, P.T.; MACHADO, C.; et al. Modelos experimentales de engorde de novillos y su efecto sobre La ganância de peso, parâmetros sanguíneos, calidad de lares y niveles de grasa intramuscular y colesterol em carnes. Informe final Proyecto INTAEEA Balcarce, ITA y CICV. Castelar, UNCPBA, Taldily AACREA. 1996.
- RULE, D.C.; MACNEIL, M.D.; SHORT, R.E. Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids the growth carcass and Longissimus muscle of beef bulls. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1525-1533, 1997.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS user's guide: statistics 8.2**. Cary, 2001. 1028 p.
- SCOLLAN, N.D., HOCQUETTE, J.F., NUERNBERG, K., et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relations hip with meat quality. **Meat Science**, 74, 17–33. 2006.
- SCOLLAN, N. D. et al. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v. 85, n. 1, p. 115-124, 2001.
- SCHOONMAKER, J.P.; FLUHARTY, F.L.; LOERCH, S.C. Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on adipocyte cellularity and lipogenic enzyme activity in the muscular and subcutaneous fat depots of Holstein bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, p.137-148, 2004. 2006.
- SESSLER A.M. AND NTAMBI J.M.. Polyunsaturated fatty acid regulation of gene expression. **Journal Nutrition**. 128:923–926. 1998.
- SHORTLAND, F. B., WEENINK, R. O. AND JOHNS, A. T. 1955. Effect of the rumen on dietary fat. *Nature* 175:1129–1130.
- SIMOPOULUS, A.P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Experimental Biology and Medicine**, 233, 674–688. 2008.
- SIMOLOUPUS, A.P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.54, p.438-463, 1991.
- SILVA, A.G.; FERNANDES, H.J.; LOPES, S.A. et al. Comportamento ingestivo de bovinos de corte a pasto suplementados sob diferentes níveis de uréia. SBZ, 45. **Anais...** Lavras-MG, 2008.
- SMITH, S.B., LUNT, D.K., CHUNG, C.B., et al. Adiposity, fatty acid composition, and delta-9 desaturase activity during growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, 77(2), 478–486. 2006
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- TURK, S.N.; SMITH, S.B. Carcass fatty acid mapping. **Meat Science**. 81, p.658–663. 2009.

VASTA,V., NUDDA,A., CANNAS, A., et al. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small mammals. **Animal Feed Science Technology**, 147, 223–246. 2008.

VARELA, A., OLIETE, B., MORENO, T., et al. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of bulls of the Rubia Gallega breed. **Meat Science**, v. 67, p. 515-522. 2004.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. **Reproduction, Nutrition, Development**, v.36, p.53-63, 1996.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed, Ithaca: CORNELL UNIVERSITY, 1994, 476p

WARREN, H.E.; SCOLLAN, N.D.; ENSER, M. et al. . Effects of breed and a

concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages I. Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. **Meat Science**, 78, 256–269. 2008a.

WARREN, H.E.; SCOLLAN, N.D.; NUTE, G.R. et al. Effects of breed and a

concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavour. **Meat Science**. 78. 270–278. 2008b.

WILLIAMS CM.; BURDGE, G. Long chain n-3 PUFA plant marine sources. **Proceedings of the Nutrition Society**. 65, 42–50. 2006

WOODS, V.B. and FEARON, A.M. Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. **Livestock Science**. doi:10.1016/j.livsci. 2009.

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

WOOD,J.D., RICHARDSON,R.I., NUTE,G.R.,et al. Effects of fatty acids on meat quality : a review. **Meat Science**. 66(1), 21–32. 2003.

CONCLUSÃO GERAL

A suplementação protéica proveu maior AOL, espessura de gordura subcutânea e da garupa em bezerros sob sistema de *creep feeding*, e a gordura subcutânea foi superior para os maiores níveis de proteína bruta nos suplementos.

Os sistemas de alimentação protéicos propostos foram eficientes em aumentar a AOL, o que sugere maior rendimento de carcaça e cortes nobres, além de promover maior espessura de gordura subcutânea, comparado aos animais que receberam mistura mineral, mesmo em animais superprecoces no período seco do ano.

As medidas de carcaças dos animais na terminação melhor correlacionaram-se com as medidas ultrasonográficas dos animais a desmama. O perfil de correlações das características avaliadas nas idades são influenciados pela suplementação protéica em manutenção da restrição nutricional e ao tipo de tecido, muscular ou adiposo, avaliado.

A idade ao abate de tourinhos suplementados a pasto tem influência sobre os parâmetros de qualidade como tipo de fibras musculares, índice de fragmentação miofibrilar e marmoreio, contudo, não o faz sobre a força de cisalhamento, sendo possível caracterizar a carne como macia. Os tourinhos jovens terminados a pasto caracterizaram-se por apresentar carnes vermelhas e menos exsudativas.

As estratégias de alimentação favorecem modulações entre fibras musculares com maior frequência de fibras brancas para os suplementos contendo maiores níveis de NNP, e reduzem as perdas por descongelamento, não influenciando os demais parâmetros de qualidade da carne.

A carne de bezerro apresenta perfil de ácidos graxos com elevados níveis de EPA, DPA e DHA, além de maiores valores de CLA, destacando-se em todos os ácidos graxos de importância nutracêutica. A fase de maior restrição nutricional ou recria favorece a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos. A terminação de novilhos jovens a pasto favoreceu AGM e reduziu AGP, mantendo constantes os AGS. A suplementação protéica aumentou AGP e n-6/n-3, reduziu AGM e EPA e não influenciou nos teores dos AGS.

A idade e os sistemas de alimentação modificam o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular, podendo ser utilizada como ferramenta a nichos específicos de mercado. Contudo, a carne de novilhos precoces suplementados a pasto pode ser considerada de alta qualidade quanto ao perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular, constituindo um alimento saudável segundo os novos padrões dietéticos