

FELIPE ROBERTO AMARAL FERREIRA DO VALLE

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA
E QUALIDADE DA CARNE DE NOVILHOS SUPLEMENTADOS PASTEJANDO
CAPIM MOMBAÇA**

**Dissertação apresentada ao Centro de
Ciências e Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro, como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre em
Ciência Animal.**

ORIENTADOR: Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes

Campos dos Goytacazes - RJ

2011

FELIPE ROBERTO AMARAL FERREIRA DO VALLE

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DA CARÇA E QUALIDADE DA CARNE
DE NOVILHOS SUPLEMENTADOS PASTEJANDO CAPIM MOMBAÇA**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em 22 de fevereiro de 2011

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Fábio da Costa Henry (D.Sc., Medicina Veterinária) - UENF

Prof. Alberto Magno Fernandes (D.Sc., Zootecnia) - UENF

Viviane Aparecida Carli Costa (D.Sc., Zootecnia) - PNPB – CAPES

Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes (Ph.D., Zootecnia) - UENF
(Orientador)

Ao Deus, o alicerce;
Aos meus pais, Lia Márcia e José Roberto, os grandes culpados por tudo isso;
Aos meus irmãos, Daniel, Pedro e Carol, pela paciência;
Aos meus tios Lauro, Mara, Lielma (Mema), Delauro e Ana, por toda força;
Aos meus avós maternos Geraldo e Maria de Lourdes, e à minha avó paterna Maria
de Lourdes, que muito amo;
E a todos os meus familiares, sem exceção, que sempre estiveram ao meu lado;
In memoriam aos meus bisavós Dona Bela e Seu Oliveira, que com muito carinho
conheci, e meu querido avô Delauro;
À minha Rose, meu amor.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo financiamento do projeto ao qual foi feita minha dissertação;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense, pelo ensino de qualidade e oportunidade concedida;

Ao Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes, pelas horas de dedicação, pelo profissionalismo incontestável, pelo apoio, amizade, oportunidade e ensinamentos a mim oferecidos. Esse, com o qual muito ainda tenho para aprender;

Aos professores da Pós-Graduação, pelos ensinamentos, pela amizade, atenção e conselhos;

Ao Prof. Fábio da Costa Henry, pela disposição em participar da minha banca examinadora, pelas sugestões na correção desse trabalho, e pela oportunidade, a mim concedidas, como sendo meu futuro orientador para o Doutorado;

Ao amigo e técnico do LZNA, Cláudio Lombardi, pelo apoio;

A Viviane Costa pelo apoio as análises qualitativas do meu trabalho;

A todo contingente do Laboratório de Qualidade de Carne, no Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa – UFV, em especial a Ivanna Oliveira e ao prof. Pedro Veiga, pela oportunidade, dedicação e apoio às análises;

Aos meus amigos e às amigas: Tiago (Bussunda), Matheus, Wagner, Natália e a todos os meus amigos de universidade;

Às minhas companheiras de trabalho: Elizabeth, Renata, que muito suaram ao meu lado;

Aos bolsistas e amigos: Wellington, Laila, Ítalo, Edinho, Renan e Bruna, por toda dedicação ao experimento;

Aos funcionários do Colégio Agrícola Sérgio Américo Ribeiro Moraes (matrícula 10542-9), Eliziel Borges Barbosa (matrícula 10311-9), Antonio Carlos M. de Souza (matrícula 10540-3), Robson A. Carvalho (matrícula 10376-2), João Carlos T. Paes (matrícula 10554-4) e Christiano T. Rocha (matrícula 10304-4) pela colaboração neste trabalho;

E àqueles que não citei, mas sempre estiveram presentes, mesmo com altos e baixos, no qual aprendi a ser forte, meu muito obrigado.

BIOGRAFIA

Felipe Roberto Amaral Ferreira do Valle, filho de Lia Márcia Amaral de Oliveira e José Roberto Ferreira do Valle, nasceu em 14 de junho de 1986, na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Descendente de avô criador de gado para corte, sempre teve influência do campo, passando a admirar e se adequar à vida rural.

Em julho de 2003 formou-se como Técnico em Contabilidade.

Em março de 2004 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, na Cidade de Campos dos Goytacazes – RJ, e em dezembro de 2008 submeteu-se à defesa de monografia e conclusão do curso.

Em fevereiro de 2009 ingressou no curso de Pós-Graduação em Ciência Animal pela UENF, como bolsista do CNPq, e submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de *Magister Scientiae* em fevereiro de 2011.

“Quando se dá o primeiro passo é que vem a vontade de correr, e para chegar ao cume ou ao abismo depende do caminho que você escolhe trilhar e de quem você carrega ao teu lado.”

Felipe do Valle

VALLE, Felipe Roberto Amaral Ferreira do, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2011. **Desempenho, características da carcaça e qualidade da carne de novilhos suplementados pastejando capim Mombaça.** Orientador: Carlos Augusto de Alencar Fontes.

RESUMO - A pecuária de corte é uma das atividades mais importantes do agronegócio brasileiro, sendo os animais produzidos basicamente sob sistema de pastejo. O baixo consumo de matéria seca, muitas vezes verificado para forrageiras tropicais, pode afetar o desempenho do animal. O uso de suplemento e a utilização de animais mestiços vêm se ampliando, como forma de produzir carcaças qualitativa e quantitativamente melhores. Na pesquisa foram utilizados 42 novilhos F1 Brangus x Zebu com peso médio (PV) de 200 kg. Os animais foram divididos em três grupos: seis animais constituíram o grupo referência (GR) e foram abatidos no início do experimento, 18 animais receberam suplemento (tratamento SUPL) e 18 animais não receberam suplemento (tratamento NSUPL). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em um esquema fatorial, com dois tratamentos (SUPL e NSUPL) e duas repetições de área. Após um período de 32 dias de adaptação ao manejo e à área, iniciou-se o período experimental, com duração de 160 dias. Foram utilizadas pastagens de capim Mombaça (*Panicum Maximum*, cv. Mombaça), com área de 8 ha dividida em 32 piquetes. Procurou-se manter a oferta de forragem em 6 kg de matéria seca (MS) de lâmina foliar por 100 kg de PV do animal. Os animais eram conduzidos diariamente a baias individuais, com área de 30m², onde permaneciam das 9h às 13 horas. Nas baias, os animais recebiam 100 g de suplemento mineral peletizado, por dia, e os animais do tratamento SUPL receberam concentrado, na base de 0,6% do peso vivo, na matéria natural. O suplemento foi constituído de milho moído (60%), farelo de soja (10%) e farelo de trigo (30%). Foram realizadas pesagens intermediárias dos animais, após jejum de 16 horas, ao final de cada ciclo de pastejo. No fim do período experimental, todos os animais foram abatidos. As variáveis estudadas foram: ganho de peso, consumo de pasto e concentrado, características quantitativas e qualitativas da carcaça, composição química da carcaça, padrão de deposição dos tecidos e componentes químicos da carcaça e tamanho relativo dos órgãos. Os animais suplementados tiveram maiores ($P<0,05$) peso de carcaça quente (PCARq) e fria (PCARf), espessura de gordura subcutânea (EGS), comprimento de carcaça (COMPCAR), área de olho-de-lombo

(AOL) e rendimento de carcaça quente (RCARq) e fria (RCARf) que os não-suplementados. Equações alométricas do tipo $y=ax^b$ foram ajustadas para descrever o aumento da área de olho-de-lombo, dos conteúdos de proteína, gordura, cinzas e água da carcaça, bem como dos conteúdos de músculo, tecido adiposo e ossos da carcaça, em função do peso da carcaça. Não houve diferença entre os modelos ($P>0,05$) ajustados para animais suplementados e não-suplementados, para as várias características. Desta forma, foram ajustadas equações comuns para os dois tratamentos para as diferentes variáveis. Não houve diferença ($P>0,05$) quanto à maciez da carne entre animais suplementados e não-suplementados, os valores observados enquadraram-se dentro do padrão considerado de carne macia. Com relação ao tamanho dos órgãos torácicos e dos componentes do trato gastrointestinal, os animais suplementados apresentaram, de uma forma geral, órgãos mais pesados ($P<0,05$) que os não-suplementados. Entretanto, quando os pesos dos citados componentes foram expressos como porcentagem do peso de corpo vazio (PCVZ), verificaram-se menores valores ($P<0,05$) para os animais suplementados, indicando que nesses animais os órgãos torácicos e vísceras cresceram em ritmo menos acelerado que os demais componentes corporais. Não houve diferença quanto ao consumo de forragem ($P>0,05$) entre animais suplementados e não-suplementados, mas o consumo total de alimento (forragem + concentrado) foi maior ($P<0,05$) para animais suplementados, não ocorrendo efeito substitutivo da forrageira pelo suplemento. Os animais suplementados apresentaram maior ($P<0,05$) ganho de peso médio diário que os não-suplementados (0,536 kg versus 0,178 kg).

Palavras-chave: componentes não-carcaça, maciez, pastagem, rendimento de carcaça, suplementação

VALLE, Felipe Roberto Amaral Ferreira do, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2011. **Performance, carcass characteristics and meat quality of steers supplemented grazing Mombaça-grass**. Advisor: Carlos Augusto de Alencar Fontes

ABSTRACT - The beef cattle industry is one of the most important activities of Brazilian agribusiness, and the animals are produced primarily under grazing. The low dry matter intake, often verified for tropical forage, can affect the animal performance. Supplementation and crossbred animals have been utilized to improve carcass yield and quality. In the research were used 42 F1 Brangus-Zebu steers with average initial live weight (LW) of 200 kg. The animals were divided into three groups: the reference group (RG), composed by six steers, which was slaughtered at the beginning of the experiment, the SUPL group, composed by 18 animals, which received supplement, and the NSUPL group, composed by 18 animals, which did not receive supplement. A completely randomized design in a factorial arrangement with two treatments (SUPL and NSUPL) and two blocks was adapted. The 160-day long experimental period was by a 32-day adaptation period. Were utilized Mombaça-grass pastures (*Panicum Maximum*, cv. Mombaça), with an area of 8 hectares divided into 32 paddocks. It was goal to keep forage allowance at the level of forage of 6 kg of dry matter (DM) of leaf blades per 100 kg animal LW. The animals were taken brought, daily, to individual stalls with an area of 30m², where they remained from 9am to 13pm. During this period, all animals received 100 g pelleted mineral supplement and the animals from the SUPL treatment received concentrate at the level of 0.6% of body weight, natural matter. The supplement consisted of corn (60%), soybean meal (10%) and wheat bran (30%). Intermediate weights of animals were taken after 16 hours of fasting at the end of each grazing cycle. At the end of the experiment, the animals of the NSUPL and SUPL treatments were slaughtered. The variables evaluated comprised: weight gain, DM intake, quantitative and qualitative carcass traits, body composition, pattern of carcass tissues and carcass chemical components deposition, and mass of organs. The supplemented animals had greater ($P < 0.05$) hot carcass weight, cold carcass weight, fat thickness, carcass length, rib-eye area, hot carcass yield and cold carcass yield than the non-supplemented ones. Allometric equations of the type $y = ax^b$ were fitted, to describe the increases of rib-eye area, contents of protein, fat, ash and water of the carcass,

as well as the contents of muscle, fat and bones of the carcass, as a function of carcass weight. There was no difference between models ($P>0.05$) adjusted for non-supplemented and supplemented animals. Then, common equations were adjusted for the two treatments for the different variables. There was no difference ($P>0.05$) regarding to tenderness of meat between supplemented and non-supplemented animals, and the observed values fell within the range that characterizes tender meat. Supplemented animals showed heavier thoracic organs and components of the gastrointestinal tract, supplemented animals showed, in general, heavier organs ($P<0.05$) than non-supplemented. However, when the weights of the cited components were expressed as percentage of empty body weight (EBW), the supplemented animals showed lower ($P<0.05$) values, indicating that in these animals the thoracic organs and viscera growth was slower than other body components. There was no difference in forage intake ($P>0.05$) between supplemented and non-supplemented animals, however total feed intake (forage + concentrate) was higher ($P<0.05$) for supplemented animals. It was not observed substitutive effect of forage by supplement. The supplemented animals had higher ($P<0.05$) average daily weight gain than non-supplemented (0.536 kg versus 0.178 kg).

Key-words: carcass yield, grazing, non-carcass components, supplementation, tenderness

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	23
2. REVISÃO DE LITERATURA	26
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
4. TRABALHOS.....	40
TRABALHO 1: Características quantitativas da carcaça e de componentes não-carcaça de novilhos suplementados pastejando capim Mombaça.....	41
RESUMO	41
ABSTRACT	42
INTRODUÇÃO.....	43
MATERIAL E MÉTODOS	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
TRABALHO 2: Padrão de deposição de tecidos e composição do ganho em carcaças de novilhos suplementados pastejando capim Mombaça	58
RESUMO	58
ABSTRACT	59
INTRODUÇÃO.....	60
MATERIAL E MÉTODOS	61
RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
CONCLUSÕES.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
TRABALHO 3: Características qualitativas da carne de novilhos suplementados pastejando capim Mombaça.....	75
RESUMO	75
ABSTRACT	76
INTRODUÇÃO.....	77
MATERIAL E MÉTODOS	78
RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
CONCLUSÕES.....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	92

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte é uma das mais importantes atividades do agronegócio no Brasil. A partir da década de 90, o país vem buscando se adequar às exigências do mercado globalizado e o setor pecuário têm apresentado avanços expressivos, aumentando sua competitividade produtiva e econômica, firmando-se como o maior exportador mundial de carne bovina, a partir de 2003 (CAVALCANTI, 2004).

No Brasil os bovinos são, basicamente, produzidos a pasto, sujeitos a sazonalidade de qualidade e de oferta de alimento. O uso de suplementos vem se ampliando como forma de reduzir a idade de abate dos animais e obter carcaças de melhor qualidade. A suplementação da dieta de bovinos a pasto com alimentos concentrados pode acelerar o ganho de peso e melhora a conversão alimentar, disponibilizando carboidratos não-estruturais de rápida degradação para síntese de proteína microbiana, que são comumente deficientes nas forrageiras tropicais.

O consumo de matéria seca (MS) é um dos principais determinantes do desempenho animal, sendo que a baixa produção de bovinos nos trópicos deve-se, em grande parte, a um consumo deficiente de matéria seca (MINSON, 1990).

De acordo com Mertens (1994), o desempenho animal é função direta do consumo de matéria seca digestível, que explica 60 a 90% das diferenças em desempenho, enquanto 10 a 40% decorrem de flutuações na digestibilidade. Mertens (1992) afirmou que a ingestão de alimentos é função do animal (peso vivo, nível de produção, estágio de lactação, estado fisiológico e tamanho), do alimento (fibra, volume, capacidade de enchimento, densidade energética e necessidade de mastigação) e das condições de alimentação (disponibilidade de alimento, espaço no cocho, tempo de acesso ao alimento, frequência de alimentação, etc.), além das condições climáticas.

Com relação ao desempenho animal, a medida mais utilizada para avaliar o crescimento é por meio do ganho de massa corporal. Contudo, durante o crescimento, ocorrem variações no peso e tamanho dos animais, bem como mudanças nas proporções dos tecidos depositados.

Segundo Owens et al. (1995), o crescimento é definido como a deposição de proteína, gordura e minerais. A deposição de proteína decresce a zero, quando o animal atinge seu peso adulto, embora ainda continue a depositar gordura. A taxa de

deposição de proteína depende da idade e do peso adulto e aumenta, à medida que a taxa de ganho de peso vazio se eleva.

A avaliação da composição corporal é necessária em estudos de nutrição animal, pois a composição corporal prognostica o requerimento líquido de nutrientes e pode ser usada como base para prever o desempenho e o valor das carcaças de bovinos (FOX & BLACK, 1984).

A determinação da composição física e/ou química da carcaça torna-se fundamental dentro desse contexto, pois possibilita avaliar o efeito de qualquer tipo de tratamento a que os animais possam ter sido submetidos e verificar seus impactos na carcaça (VAZ & RESTLE, 2003). Permite determinar também se as carcaças produzidas apresentam elevada proporção de músculos e adequada deposição de gordura, conforme as exigências do mercado consumidor (CARVALHO ET AL., 2003; VÉRAS ET AL., 2001). A determinação da composição da carcaça torna-se também imprescindível em estudos de crescimento animal, seja estimando curvas de deposição ou degradação de tecidos corporais, notadamente músculo (GERRITS ET AL., 1998) e tecido adiposo (SPRINKLE ET AL., 1998), seja comparando diferentes grupos genéticos em termos de características de carcaça e da carne (BIDNER ET AL., 2002). Além disso, a carcaça é o principal constituinte do corpo vazio animal, deste modo, a determinação de sua composição é necessária para que a composição corporal seja obtida, pelo menos até que métodos indiretos confiáveis sejam estabelecidos e se mostrem capazes de prever a composição do corpo vazio como um todo, sem a necessidade de se determinar a composição da carcaça e dos demais tecidos corporais.

Com relação à qualidade da carne, tornam-se necessários investimentos na busca por melhores características sensoriais, visando cativar o consumidor brasileiro e ampliar a competição no mercado externo, que tem sido a grande alavanca para incentivo e crescimento da atividade.

Alguns estudos mostram que com o incremento da idade ocorre queda na maciez da carne (VAN KOEVERING ET AL., 1995; RESTLE ET AL., 1999; VAZ ET AL., 2002), sendo a maciez correlacionada positivamente com a palatabilidade e suculência da carne (FIELD ET AL., 1966; WHEELER ET AL., 1996). O grau de acabamento da carcaça é outro aspecto importante na comercialização, pois frigoríficos exigem grau de acabamento adequado para evitar escurecimento dos músculos externos durante o resfriamento, além de influenciar as características

sensoriais da carne (PRESTON & WILLIS, 1970; MÜLLER, 1987; VAZ & RESTLE, 2000).

As principais características observadas pelo consumidor são, em princípio, a cor do músculo e da gordura de cobertura, seguida por aspectos envolvidos no processamento, como por exemplo, perda por cocção e, finalmente, por aspectos como palatabilidade, maciez, sabor e suculência (COSTA ET AL., 2002).

Objetivou-se com o presente trabalho:

Avaliar a influência da suplementação protéico-energética sobre as características quantitativas e qualitativas da carcaça e o tamanho dos componentes não-carcaça de bovinos em crescimento, mantidos em pastagem de capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça).

Ajustar equações de regressão para descrever os acúmulos de músculos, tecido adiposo e ossos e dos constituintes químicos: proteína, gordura, cinzas e água na carcaça, em função do aumento do peso da carcaça. Ajustar equação de regressão para predição do PCVZ, em função do peso da carcaça dos animais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O consumo de MS de animais em pastejo está relacionado diretamente com a disponibilidade e qualidade da forragem. Restrições na disponibilidade de forragem levam à diminuição na ingestão de matéria seca, principalmente devido à redução do tamanho dos bocados, o que ocasiona aumento no tempo de pastejo (MINSON, 1990).

Durante o período das águas, os animais em pastejo têm maior disponibilidade de forragem de boa qualidade. Entretanto, devido à alta taxa de crescimento das forrageiras, ao longo da estação, estas passam a apresentar altos níveis de constituintes de parede celular. Com a chegada da estação seca, a qualidade da forrageira decresce rapidamente, reduzindo a digestibilidade e, particularmente, o conteúdo total de nitrogênio (N), o que pode levar à perda de peso dos animais (LENG, 1984).

Minson (1990), em uma análise do valor nutritivo das gramíneas tropicais na seca, concluiu que a maioria não atinge o valor mínimo da proteína bruta de 7%, o que pode limitar o desenvolvimento dos microrganismos do rúmen, a digestibilidade e o consumo da forragem, resultando em baixo desempenho dos animais. Uma forma de atenuar o acentuado efeito negativo da baixa qualidade e disponibilidade de forragem na época seca, sobre o desempenho animal seria pelo fornecimento de suplementos protéico-energéticos, complementando a dieta dos animais.

De acordo com o NRC (1987), o consumo de dietas com alto teor de fibra é controlado por fatores físicos, como enchimento ruminal e taxa de passagem da digesta, ao passo que dietas com altos teores de concentrado (alta densidade energética) têm seu consumo controlado pela demanda energética do animal e por fatores metabólicos.

As diferenças geralmente observadas na quantidade de alimento consumido por quilograma de ganho de peso ou de carcaça produzidos dependem de fatores como tipo do alimento, temperatura e outras variáveis ambientais, peso médio durante o período observado, composição do ganho, estado sanitário, entre outros (GARRETT, 1980).

Waldo (1986) relatou que a suplementação com concentrados de dietas baseadas em forragem pode ampliar, na maioria das vezes, o consumo total de matéria seca, reduzindo, com frequência, a ingestão das forrageiras. Por outro lado,

segundo o NRC (1984), as diferenças no consumo em resposta à suplementação parecem estar associadas primariamente com o teor protéico da forrageira e com a quantidade de suplemento fornecido. Se a forrageira apresenta baixo nível de proteína, o consumo será incrementado quando uma pequena quantidade de suplemento protéico for fornecida. Contudo, quando mais de 1 kg de suplemento é fornecido, o consumo de forragem poderá ser reduzido por substituição. O efeito substitutivo normalmente é mais pronunciado quando a forrageira tem melhor qualidade.

Animais tardios são considerados ideais em sistemas de nível nutricional elevado, porque estes animais podem ser abatidos com pesos maiores, alcançando o máximo desenvolvimento muscular, sem, contudo, depositar gordura em excesso. Já animais precoces apresentam maiores acúmulos de gordura e menores de proteína, mas o abate mais cedo destes animais pode oferecer um produto de melhor qualidade ao mercado (BERG & BUTTERFIELD, 1976).

De acordo com Rattray & Joyce (1976), ganhos associados com alta deposição de gordura foram energeticamente mais eficientes, porém menos eficientes em relação à conversão de alimentos em peso vivo (PV), quando comparados a ganhos com pequena deposição de gordura. Isto ocorre porque o tecido adiposo, no qual ocorre grande parte do aumento de PV, contém teores mais elevados de matéria seca (LANA ET AL., 1992) que os músculos (80 versus 30%, aproximadamente).

A composição corporal é influenciada pelo peso do animal, taxa de ganho, porte, tipo racial, sexo, manejo nutricional, características da dieta, dentre outros (FOX & BLACK, 1984; TEIXEIRA, 1984).

Nesse contexto, a influência da raça e do sexo na composição química corporal de bovinos foi avaliada por Fortin (1980), que chegou à conclusão de que o sexo influencia as taxas de agregação de água, proteína e cinzas relativas ao peso corporal, sofrendo interferência da raça e do nível de consumo de energia. Entretanto, Ferreira et al. (1998) concluíram que as principais diferenças entre sexos envolvem o tecido adiposo.

O ARC (1980), para animais castrados de porte médio, demonstrou quedas sucessivas no conteúdo de proteína por kg de peso de corpo vazio (PCVZ) e por kg de ganho de PCVZ. Fontes (1995), em uma avaliação conjunta de dados de vários experimentos envolvendo animais zebuínos e mestiços Europeu-zebu, observou que

as concentrações de proteína diminuíram e as de gordura e energia aumentaram, com a elevação do peso corporal dos animais. Observou, ainda, deposição de gordura mais precoce em animais castrados, em relação aos não-castrados. Resultados semelhantes foram verificados por Paulino et al. (1997), Ferreira et al. (1998a,b) e Vêras et al. (2000), entre outros.

Segundo Grant & Helferich (1991), isto se deve à desaceleração do crescimento muscular, à medida que o peso do animal se eleva. As principais diferenças em relação à condição sexual dos animais são observadas quanto ao tecido adiposo. Considerando-se animais pertencentes à mesma raça e com PCVZ similar, fêmeas possuem maior quantidade corporal de gordura que machos castrados, e estes, mais que os inteiros. Este comportamento se reflete nas concentrações de energia corporal e nas respectivas exigências energéticas para ganho.

A densidade energética da dieta pode direcionar o uso da energia para síntese de proteína ou de gordura, modificando a composição do crescimento (ROBELIN & GEAY, 1984). Jones et al. (1985) observaram que animais alimentados com dietas à base de concentrado, apresentaram maiores teores de gordura na carcaça que aqueles cujas dietas eram à base de volumoso. Contudo, a extensão na qual a composição do corpo é modificada pelo nível nutricional, também é afetada pela taxa de ganho de PCVZ e pela maturidade do animal.

Os componentes químicos do corpo (água, proteína, gordura e cinzas) variam durante o crescimento de forma paralela à composição física (tecidos muscular, ósseo e adiposo) e ambos são influenciados por diversos fatores como idade, peso, raça, condição sexual e nível nutricional dos animais, com reflexos nos custos de produção e na qualidade da carne. Portanto, é fundamental que métodos rápidos e econômicos para estimação da composição física e química da carcaça e/ou do corpo animal sejam disponíveis.

Na determinação da composição química da carcaça e do ganho de peso da carcaça, seria desejável efetuar a análise química de toda a carcaça do animal. Entretanto, haveria necessidade de se moer todos os tecidos, o que, além de trabalhoso, representa custo elevado.

Desta forma, Hankins & Howe (1946) propuseram a adoção de uma amostra da carcaça, compreendendo a seção da 9ª a 11ª costela (seção HH), como estimador da composição física da carcaça de bovinos. A partir da dissecação

completa de 84 carcaças de novilhos de raças européias britânicas (Aberdeen Angus, Hereford, Shorthorn e suas cruzas) e de suas seções foram desenvolvidas equações de regressão das proporções dos constituintes físicos (tecido adiposo, tecido muscular e tecido ósseo) da carcaça, em função das proporções dos citados componentes na seção da 9ª a 11ª costela, possibilitando estimar a composição da carcaça e corporal, que têm sido amplamente utilizadas em todo o mundo (SCHOONMAKER ET AL., 2002), inclusive no Brasil.

Com relação à composição química da carcaça de bovinos, Hankins & Howe (1946) observaram correlações significativas de 0,83; 0,91; e 0,53 entre os teores de proteína, gordura e cinzas da seção HH e aqueles obtidos por análise química da carcaça. Recentemente, Nour & Thonney (1994), em um trabalho com bovinos das raças Angus e Holandês, concluíram que a composição da seção HH pode ser utilizada com precisão na predição da composição da carcaça, salvo pequenos ajustes em relação à raça.

Um fator que tem sido pouco estudado é o tamanho relativo dos componentes não-carcaça (órgãos, trato gastrintestinal, couro, cabeça e pés). Seu conhecimento é importante, pois estes têm influência diretamente no rendimento de carcaça (GALVÃO ET AL., 1991; JORGE, 1993; PERON ET AL., 1993). De maneira geral, quando o peso corporal do animal aumenta há uma diminuição na proporção desses componentes em relação ao PCVZ, aumentando o rendimento de carcaça. Por outro lado, quando comparadas raças diferentes a um mesmo peso, aquelas de grande porte, por serem, fisiologicamente, mais jovens apresentam maior peso de componentes não-carcaça, resultando, conseqüentemente, em menor rendimento de carcaça.

Nos últimos anos, as indústrias de carne têm dado grande ênfase à avaliação da composição de carcaças nos animais vivos. Essas predições in vivo podem garantir economicidade ao processo produtivo, uma vez que possibilitam a visualização precoce da terminação, do grau de musculosidade, estimada pela área de olho de lombo (SILVEIRA ET AL., 1999), e do acabamento, pela medição da espessura da gordura de cobertura (BULLOCK ET AL., 1991). Entretanto, pesquisadores têm demonstrado que a precisão dos resultados é altamente dependente do técnico que executa a análise e do nível de experiência que a pessoa possui (PERKINS ET AL., 1992).

Em relação ao produto final que vai para a mesa do consumidor, atualmente, o mercado vem enfatizando cada vez mais a qualidade dos produtos alimentícios. No mercado nacional de carne bovina, a falta de padronização do produto constitui ainda grande problema. Muitas vezes, o que chega à mesa dos consumidores é a carne de animais com idade avançada e, conseqüentemente, um produto de inferior qualidade com relação à maciez (RESTLE ET AL., 1999).

Dentre os fatores que influenciam a maciez da carne, destacam-se: genética, raça, idade ou maturidade, sexo, alimentação e tratamentos post-mortem.

Alves et al. (2004) relataram que aproximadamente 80% do rebanho bovino brasileiro de corte têm genes de origem zebuína. Há uma concordância entre pesquisadores e importadores que o zebuino tem carne menos macia que os taurinos. Crouse et al. (1989) compararam animais taurinos das raças Hereford e Angus, e as zebuínas Brahman e Sahiwal e animais mestiços com diferentes graus de sangue Zebu/Taurino (0:100, 25:75, 50:50 e 75:25) e observaram que, conforme aumentava o grau de sangue Zebu nos animais, havia aumento na força de cisalhamento ($P < 0,01$) e diminuição nas notas de maciez. Tendências de decréscimo no peso de carcaça e no grau de marmoreio também foram observadas com o aumento de sangue Zebu.

Johnson et al. (1990), ao trabalharem com bovinos Angus e Brahman, abatidos em estágios similares de deposição de gordura subcutânea, também observaram diminuição na maciez e aumento da força de cisalhamento na carne dos animais com maior grau de sangue zebuino.

No Brasil, Restle et al. (1999) pesquisaram a maciez da carne de animais cruzados Hereford x Nelore e, de maneira semelhante aos trabalhos anteriores, verificaram efeitos negativos nos parâmetros de maciez e palatabilidade da carne com o aumento de sangue zebuino.

Diversos trabalhos (WHIPPLE ET AL. 1990A; WHEELER ET AL., 1990; SHACKELFORD ET AL., 1991) têm associado a menor maciez no músculo de zebuínos à maior quantidade, ou concentração, da calpastatina, que inibe a ação das calpaínas. Em nível de Brasil, destaca-se o trabalho de Rubensam et al. (1998), os quais concluíram que à medida que a participação do genótipo *Bos indicus*, em cruzamento com bovinos *Bos taurus*, ultrapassa 25%, a atividade de calpastatina e a força de cisalhamento do contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*) aumentam, resultando em carne de pior textura, ou seja, mais dura.

A idade do animal (maturidade) exerce também grande influência sobre a qualidade da carne, pois está relacionada com o número de fibras de colágeno e com a estrutura das ligações cruzadas dessas fibras, que tendem a ficar mais rígidas com o aumento da idade dos animais. A produção de novilhos superprecoce para o abate, com idades entre 12 a 14 meses, traduz-se em melhoria da qualidade da carne, já que o aumento da idade é o fator que altera mais significativamente a maciez (LAWRIE, 1981; RESTLE ET AL., 1999). Novilhos jovens, que possuem melhor conversão alimentar e utilizam alimentos de melhor qualidade, adquirem peso para abate mais precocemente.

Vaz & Restle (2003), verificaram em sua revisão que, ao reduzir a idade de abate de dois para um ano, utilizando rações mais energéticas, o percentual de gordura na carcaça foi elevado em 10% e a maciez da carne melhorou 15,1%, quando avaliada por painel de degustadores, e 21,7%, quando avaliada pelo Warner Bratzler Shear.

A avaliação da maturidade é comum a todos os sistemas de tipificação de carcaça bovina, porque há evidências de que a qualidade sensorial da carne, principalmente a maciez, piora com o avanço da idade (WALTER ET AL., 1965), possivelmente em decorrência de alterações que ocorrem no colágeno intramuscular.

O sexo é outro fator que influencia a composição do peso ganho e a composição da carcaça e, por conseguinte, a maciez da carne. Animais de sexos diferentes chegarão ao ponto de abate (mesmo grau de acabamento da carcaça) com pesos e idades diferentes. Fêmeas atingem o ponto de abate mais cedo e mais leve que os machos castrados que, por sua vez, estarão acabados mais cedo e mais leves que machos inteiros (PURCHAS, 1991).

Animais inteiros, após determinada idade, produzem carne menos macia que os castrados em função, principalmente, da maior quantidade de colágeno insolúvel (BURSON ET AL., 1986; GERRARD ET AL., 1987). Além disso, os inteiros produzem carcaças com menor marmoreio (SEIDEMAN ET AL., 1982), havendo ainda evidências que animais inteiros têm maior concentração de calpastatina no músculo (WHEELER ET AL., 1990; MORGAN ET AL., 1993), inibindo a atuação das enzimas proteolíticas calpaínas.

A alimentação pode exercer influência sobre a maciez da carne, associada principalmente com o grau de acabamento (espessura de gordura subcutânea) e com o teor de gordura intramuscular, ou marmoreio, da carcaça.

O grau de acabamento da carcaça é um aspecto importante na comercialização, pois frigoríficos exigem grau de acabamento adequado para evitar escurecimento dos músculos externos durante o resfriamento e diminuir o “cold shorting”, além de influenciar as características sensoriais da carne (PRESTON & WILLIS, 1970; MÜLLER, 1987; VAZ & RESTLE, 2000).

Segundo Müller (1987), a gordura subcutânea deve ter, no mínimo, 3 a 5 mm de espessura para melhor conservação da carcaça e minimizar danos por resfriamento (escurecimento e “cold shorting”), visto que a gordura de cobertura comporta-se como isolante térmico, afetando diretamente a velocidade de resfriamento da carcaça.

O consumidor costuma avaliar a qualidade da carne segundo alguns critérios como a cor do músculo e da gordura de cobertura, além de aspectos envolvidos no processamento, como perda de líquidos no descongelamento e na cocção e, finalmente, por aspectos como palatabilidade, maciez, sabor e suculência (COSTA ET AL., 2002).

Algumas características da carne estão intimamente ligadas à maciez. O conteúdo de colágeno tem ligação direta com a maciez da carne, conferindo características indesejáveis à carne à medida que a idade do animal avança. Já o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) representa a alteração estrutural de miofibrilas naturais e identifica a variação da maciez pela taxa e a extensão da proteólise (DABÉS, 2000), que podem ser afetadas por fatores como: *rigor mortis* e “cold shorting”.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, D. D.; PAULINO, M. F.; BACKES, A. A. Características de carcaças de bovinos zebu e cruzados holandês-zebu (F1), nas fases de recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1274-1284, 2004.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- BERG, R.T., BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University. 1976. 240p.
- BIDNER, T.D.; WYATT, W.E.; HUMES, P.E. et al. Influence of Brahman-derivative breeds and Angus on carcass traits, physical composition, and palatability. **Journal of Animal Science**, v.80, n.9, p.2126-2133, 2002.
- BULLOCK, et al. Comparison of real-time ultrasound and other live measures to carcass measures as predictors of beef cow energy stores. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 10, p. 3908-3916, 1991.
- BURSON, D.E.; HUNT, M.C.; UNRUH, J.A. *et al.* Proportion of types I and III collagen in Longissimus collagen from bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.2, p.453-456, 1986.
- CAVALCANTI, M.R. [2004]. Acesso a mercados internacionais: a sanidade é o primeiro passo. Disponível em: www.nelore.org.br. Acesso em: 12/03/2010.
- CARVALHO, P.A.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, C.C. et al. Predição da composição física e química da carcaça a partir da composição das diferentes regiões corporais de bezerros machos de origem leiteira ate os 110 dias de vida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.1500-1507, 2003.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002.
- CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. *et al.* Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, v.67, n.10, p.2661- 2668, 1989.

- DABÉS, A.C. Maturação da carne bovina: alterações estruturais. **Revista Nacional da Carne**, v.24, n.283, p.66-71, 2000.
- FERREIRA, M.A. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.352-360, 1998.
- FERREIRA, M.A. et al. Conteúdos corporais de proteína, gordura e energia de bovinos F1 Simental x Nelore, não-castrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998. Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998a. p.260-262.
- FERREIRA, M.A. et al. Exigências de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore, não-castrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998. Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998b. p.263-265.
- FIELD, R.A.; NELMS, G.E.; SCHOONOVER, C.O. Effects of age, marbling and sex on palatability of beef. **Journal of Animal Science**, v.25, p.360-366, 1966.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, MG, 1995. p.419-455.
- FORTIN, A. Effect of level of energy intake and influence of breed and Sex on the chemical composition of cattle. **Journal of Animal Science**, v.51, n.3, p.604-614, 1980.
- FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.725-739, 1984.
- GALVÃO, J.G. et al. Características e composição física da carcaça de bovinos não castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.502-512, 1991.
- GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, 51(6):1434-1440, 1980.

- GERRARD, D.E. et al. Collagen stability, testosterone secretion and meat tenderness in growing bullocks and steers. **Journal of Animal Science**, v.65, n.5, p.1236-1242, 1987.
- GERRITS, W.J.J. et al. Effect of protein and protein-free energy intake on myofibrillar protein degradation in preruminant calves of 120 and 200 kilograms of live weight. **Journal of Animal Science**, v.76, n.5, p.1364-1370, 1998.
- GRANT, A.L.; HELFERICH, W.G. Overview of growth. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Eds.) **Growth regulation in farm animals**. New York: Kluwer, 1991. p.7-11.
- HANKINS, O.G., HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcass and cuts**. Washington, D.C. (Technical Bulletin - USDA, 926). Harsham, A. & Deatherage, C. 1951. Tenderization of meat, 1946. U.S. Patent 2544681.
- JOHNSON, D.D. et al. Effects of percentage Brahman and angus breeding, age season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, v.68., n.7, p.1980-1986, 1990.
- JONES, S.D.M., ROMPALA, R.E., JEREMIAH, L.E. Growth and composition of the empty body in steers of different maturity types fed concentrate or forage diets. **Journal of Animal Science**, 60(2):427-433, 1985.
- JORGE, A.M. **Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bovinos e bubalinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.
- LANA, R.P.; FONTES, C.A.A.; PERON, A.J. et al. Composição corporal e do ganho de peso exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais. I Conteúdo corporal e do ganho de peso em gordura, proteína e energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.518-527, 1992.
- LAWRIE, R.A. **Developments in meat science**. London: Elsevier Applied Science, 1981. 342p.
- LENG, R.A. Supplementation of tropical and subtropical pastures for ruminant production. In: GILCHRIST, F.M.C.; MACKIE, R.I. (Eds.) **Herbivore nutrition in the subtropics and tropics**. Craighall, South Africa: The Science Press, 1984. p.129-144.

- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 29, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992, p.188.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Ohio: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic, 1990. 483p.
- MORGAN, J.B. 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.
- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1984. **Nutrients requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington, D.C. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1987. **Predicting feed intake of food producing animal**. Washington, D.C. 92p.
- NOUR, A.Y.M, THONNEY, M.L. Chemical composition of angus and holstein carcasses predicted from rib section composition. **Journal of Animal Science**, 72(5):1239-1241, 1994.
- OWENS, F.N. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, 73:3152-3172, 1995.
- PAULINO, M.F. et al. Exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, MG, 1997. **Anais ...** Juiz de Fora: SBZ, 1997, p. 16-18.
- PERKINS, T.L.; GREEN, R.D.; HAMLIN, K.E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 4, p. 1002- 1010, 1992.

- PERON, A.J. et al. Tamanho dos órgãos internos e distribuição da gordura corporal em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e "ad libitum". **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.5, p.813-819, 1993.
- PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. **Intensive beef production**. Oxford: Pergamon Press, 1970. 544p.
- PURCHAS, R.W. Effect of sex and castration on growth and composition. In: PEARSON, A.J. e DUTSON, T. R. **Growth regulation in farm animals: Advances in meat research**. 7. London: Elsevier Applied Science, 1991. p.203-254.
- RATTRAY, P.D.; JOYCE, J.P. Utilization of metabolizable energy for fat and protein deposition in sheep. **Journal of Agriculture**, v.19, n.2, p.299-305, 1976.
- RESTLE, J. et al. Característica de Carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n. 6, p.1245-1251, 1999.
- ROBELIN, J., GEAY, Y. 1984. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. In: GILCHRIST, F.M.C., MACKIE, R.I (Eds.). **Herbage nutrition in the subtropics and tropics**. Johannesburg: Science Press. p.525-547.
- RUBENSAM, J.M; FELÍCIO, P.E.; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, p.1235-1241, 1998.
- SCHOONMAKER, J.P. et al. Effect of an accelerated finishing program on performance, carcass characteristics, and circulating insulin-like growth factor I concentration of early-weaned bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v.80, n.4, p.900-910, 2002.
- SEIDEMAN, S.C. et al. Utilization of the intact male for red meat production: a review. **Journal of Animal Science**, v.55, n.4, p.826-840, 1982.
- SHACKELFORD, S.D. et al. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.171-177, 1991.

- SILVEIRA, A.C. Sistema de produção de novilhos superprecoces. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1999. p. 105-122.
- SPRINKLE, J.E. et al. Adipose tissue partitioning of limit-fed beef cattle and beef cattle with ad libitum access to feed differing in adaptation to heat. **Journal of Animal Science**, v.76, n.3, p.665-673, 1998.
- TEIXEIRA, J.C. **Exigências de energia e proteína, composição e área corporal e principais cortes da carcaça em seis grupos genéticos de bovídeos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- VAN KOEVERING, M.T. et al. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.21-28, 1995.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J. Aspectos quantitativos da carcaça e da carne de machos Hereford inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1894-1901, 2000.
- VAZ, F.N. et al. Características da carcaça e da carne de novilhos e de vacas de descarte Hereford, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1501-1510, 2002.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J. Ganho de peso antes e após os sete meses no desenvolvimento e nas características de carcaça e carne de novilhos Charolês abatidos aos dois anos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.699-708, 2003.
- VÉRAS, A.S.C. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.8, p.2379-2389, 2000.
- VÉRAS, A.S.C. et al. Predição da composição química corporal de bovinos Nelore e F1 Simental x Nelore a partir da composição química da seção Hankins e Howe (seção HH). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1112-1119, 2001 (suplemento 1).

WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.2, p.617-631, 1986.

WALTER, M.J. et al. 1965. Effects of marbling and maturity on beef muscle characteristics. **Food Technol.**19:841.

WHEELER, T.L. et al. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcassa traits and longissimus palatability. **Journal of Animal Science**, v.74, p.1023-1035, 1996.

WHEELER, T.L. et al. Mechanisms associated with the varuiation in tenderness of meat from Brahman and hereford cattle. **Jounal of Animal Science**, v. 68, n.12, p.4206- 4220, 1990.

WHIPPLE, G. et al. Evaluation of atributes that affect longissimus muscle tenderness in Bos taurus and Bos Indicus cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n.9, p.2716-2728, 1990a.

4. TRABALHOS

Os trabalhos a seguir foram elaborados segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

Características quantitativas da carcaça e de componentes não-carcaça de novilhos suplementados pastejando capim Mombaça

RESUMO - Objetivou-se avaliar as características quantitativas da carcaça e dos componentes não-carcaça de novilhos pastejando capim Mombaça e recebendo ou não suplemento no nível de 0,6% do peso vivo (PV). O experimento teve duração de 160 dias e envolveu 42 animais Brangus X Zebu, com peso vivo médio de 200 kg. Seis animais constituíram o grupo referência (GR), representativo de todo o lote experimental, 18 receberam suplementação (SUPL) e 18 não receberam suplementação (NSUPL). Os animais GR foram abatidos no início do período experimental e os demais no fim do experimento. As carcaças foram avaliadas quanto ao rendimento, à área de olho de lombo, espessura de gordura e comprimento. Os pesos da carcaça e de todos os componentes corporais não constituintes da carcaça foram somados, determinando-se, assim, o peso de corpo vazio (PCVZ) de cada animal. Os animais do grupo referência (GR) não diferiram ($P > 0,05$) da média dos animais suplementados (SUPL) e não-suplementados (NSUPL) tomados em conjunto, quanto à quebra de carcaça pelo resfriamento (QCAR), espessura de gordura subcutânea (EGS) e EGS/100 kg de PCVZ, mas tiveram menores ($P < 0,05$) valores de comprimento de carcaça (COMPCAR). Animais suplementados tiveram maiores ($P < 0,05$) peso de carcaça quente (PCARq) e fria (PCARf), rendimento de carcaça quente (RCARq) e fria (RCARf), EGS, EGS/100kg de PCVZ, área de olho-de-lombo (AOL), COMPCAR e menor ($P < 0,05$) QCAR e COMPCAR/100kg de PCVZ que animais não-suplementados. Os animais do grupo referência apresentaram, em geral, menores pesos de órgãos e vísceras ($P < 0,05$) que a média dos tratamentos SUPL e NSUPL tomada em conjunto, enquanto os animais SUPL apresentaram maiores ($P < 0,05$) pesos absolutos e menores ($P < 0,05$) pesos percentuais de todos os órgãos e vísceras que os NSUPL. Animais suplementados não diferiram ($P > 0,05$) dos não-suplementados quanto ao peso percentual dos órgãos internos, exceto para os rins. Conclui-se que a suplementação trouxe melhorias nas características da carcaça, aumento dos pesos absolutos e redução dos pesos relativos (% do PCVZ) dos órgãos e demais componentes não constituintes da carcaça.

Palavras-chave: área de olho-de-lombo, componentes não-carcaça, espessura de gordura subcutânea, quebra por resfriamento, rendimento de carcaça

Quantitative characteristics of carcass and non-carcass components of supplemented steers grazing Mombaça-grass

ABSTRACT - The objective was to evaluate the quantitative characteristics of the carcass and of non-carcass components of steers grazing Mombaça-grass, receiving or not concentrate supplement at the level of 0.6% of body weight (BW). The experimental period length was 160-days and were used 42 F1 Brangus-Zebu steers with average initial live weight (LW) of 200 kg. The animals were divided into three groups: the reference group (RG), composed by six steers, which were slaughtered at the beginning of the experiment, the SUPL group, composed by 18 animals, which received supplement, and the NSUPL group, composed by 18 animals, which did not receive supplement. The SUPL and the NSUPL animals were slaughtered at the end of the experiment. The carcasses traits evaluated were: carcass yield, rib-eye area, back fat thickness and carcass length (CLTH). The weights of the carcass and of all body parts non-constituents of the carcass were added together to determine the empty body weight (EBW) of each animal. The animals from the reference group (RG) did not differ ($P>0.05$) from the average of the SUPL and NSUPL treatments taken together with relation to the carcass freezing weight loss (CFWL), back thickness (BFT) and BFT/100 kg of EBW, but had lower ($P<0.05$) values for carcass length. Supplemented animals had higher ($P<0.05$) hot carcass weight, cold carcass weight, hot carcass yield, cold carcass yield, BFT, BFT/100 kg EBW, rib-eye area and carcass length, but had lower ($P<0.05$) CFWL and CLTH/100 kg EBW than non-supplemented animals. The animals from the reference group had, in general, lower weights of organs and viscera ($P<0.05$) than the average of SUPL and NSUPL treatments taken together, while the animals SUPL had higher ($P<0.05$) absolute weights and lower ($P>0.05$) relative weights of all organs and viscera than NSUPL. Supplemented animals did not differ ($P>0.05$) from the non-supplemented ones with respect to percent weight of the internal organs, with exception for the kidneys. It was concluded that supplementation brought improvements in carcass characteristics,

increased absolute weights and decreased relative weights (% of EBW) of organs and other non-carcass components.

Key-words: back fat thickness, carcass dressing percentage, chilling losses, non-carcass components, rib-eye area

INTRODUÇÃO

Esforços têm sido feitos para que a carne bovina brasileira tenha acesso a mercados exigentes, que pagam preços elevados pelo produto, como os países do NAFTA (Tratado Norte Americano de Livre Comércio) e países asiáticos. Para que esse objetivo seja alcançado, é necessário que problemas de ordem sanitária e ligados à rastreabilidade do produto sejam superados e que métodos de avaliação da composição e da qualidade da carcaça sejam trabalhados e incorporados ao sistema, possibilitando a produção de carcaças de melhor qualidade.

A avaliação da composição física e/ou química da carcaça requer método prático e econômico e sua determinação é importante, por possibilitar avaliar respostas a tratamentos impostos aos animais, verificando seus impactos na carcaça (Vaz & Restle, 2003), além de determinar se as carcaças atendem à exigência do mercado consumidor quanto à deposição dos tecidos. A deposição desses tecidos é influenciada por vários fatores como idade, peso, raça, condição sexual e nível nutricional dos animais (Berg & Butterfield, 1976), com reflexos nos custos de produção e na qualidade da carne.

Nos últimos anos, as indústrias de carne têm dado grande ênfase à avaliação da composição das carcaças de animais vivos. O método que tem sido utilizado com maior frequência na avaliação da composição física da carcaça *in vivo* é a ultrassonografia. As predições *in vivo* podem contribuir para a economicidade do processo produtivo, uma vez que possibilitam a visualização precoce da terminação e do grau de musculosidade com base na área de olho de lombo e na espessura de gordura subcutânea (Silveira, 1999).

A carcaça é o principal produto para comercialização nos bovinos de corte e o seu maior rendimento está diretamente relacionado ao tamanho dos componentes não constituintes da carcaça (NCAR), além desses influenciarem no ganho de peso

e nas exigências nutricionais dos animais. De maneira geral, quando o PV aumenta diminui a proporção dos não-componentes da carcaça em relação ao peso de corpo vazio (PCVZ), aumentando o rendimento de carcaça (Berg & Butterfield, 1976).

Smith & Baldwin (1974) sugeriram que as diferenças no tamanho relativo dos órgãos poderiam estar associadas às diferenças nas exigências de energia de manutenção entre raças.

Quando os animais consomem dieta constituída basicamente de forragem, têm maior tamanho dos componentes do trato gastrintestinal (TGI) e maior conteúdo de digesta, o que afeta negativamente o rendimento da carcaça (Sainz, 1998). Neste sentido, Ferreira et al. (2000) verificaram que os pesos dos componentes gastrintestinais e do seu conteúdo diminuíram linearmente com a inclusão de níveis crescentes de concentrado na dieta.

Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a influência da suplementação protéico-energética nas características quantitativas da carcaça e o tamanho dos componentes não-carcaça de novilhos pastejando capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa de Zootecnia do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal (LZNA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes – RJ, no período de janeiro a julho de 2010. O experimento foi instalado em uma área de oito hectares, de relevo plano, cultivada com capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). A área é equipada com um sistema de irrigação por aspersão em malha de baixa pressão e dividida em 32 piquetes de 0,25 ha.

A pastagem foi manejada em regime de lotação intermitente, com períodos de ocupação e descanso de quatro e 28 dias, respectivamente. Durante o período experimental, foram avaliados cinco ciclos de pastejo, totalizando 160 dias. A taxa de lotação foi variável (*put and take*), mantendo-se a biomassa de folhas verdes (BFV) ao redor de 6% do PV, com o uso de animais reguladores. A estimativa da BFV e o cálculo da taxa de lotação foram realizados antes da entrada dos animais,

em piquetes representativos de cada porção homogênea (bloco) da pastagem, conforme metodologia descrita por Ribeiro et al. (2008).

Na irrigação das pastagens, foi adotado o turno de rega de sete dias, buscando-se repor 100% da evapotranspiração de referência. A reposição de nutrientes do solo foi feita racionalmente, considerando critérios como a fertilidade natural, as condições climáticas e a produção animal esperada, entre outros.

Foram utilizados 42 animais Brangus X Zebu, com peso vivo médio inicial de aproximadamente 200 kg, dos quais, seis escolhidos aleatoriamente foram abatidos no início do experimento (grupo referência). Os 36 animais restantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de 18 animais, cada um alocado em uma repetição de área. Os 18 animais de cada repetição de área foram divididos aleatoriamente em dois grupos e submetidos a dois tratamentos: 1-suplementação com concentrado energético-protéico (SUPL); 2-não-suplementação (NSUPL). O período de adaptação teve duração de 32 dias, no qual os animais completaram um ciclo de pastejo na área experimental, submetidos às mesmas condições de pasto e manejo estabelecidas para o período experimental. Paralelamente, os animais foram adaptados à suplementação e aos procedimentos experimentais potencialmente estressantes, sendo conduzidos ao curral de manejo adjacente à pastagem, em intervalos cada vez mais frequentes, sendo gradualmente adaptados ao manejo no tronco de contenção. Durante os intervalos entre ciclos os animais foram pesados.

Durante o experimento, além do pasto constituído por capim Mombaça, os animais receberam os suplementos em baias individuais. Para tal, os animais de ambos os tratamentos eram conduzidos às baias, onde permaneciam das 9h às 13h, recebendo o suplemento concentrado, acrescido de suplemento mineral peletizado, (tratamento SUPL), ou apenas o suplemento mineral peletizado (tratamento NSUPL). O suplemento concentrado constituiu-se de 60% de milho moído, 30% de farelo de trigo e 10% de farelo de soja e em sua composição bromatológica continha: 83,35% de MS, 16,04% de PB, 1,15% de extrato etéreo (EE) e 3,3% de matéria mineral (MM). A cada ciclo de pastejo, a quantidade individual do suplemento fornecido era ajustada para 0,6% do peso vivo (PV) dos animais. O suplemento mineral peletizado foi fornecido, individualmente, na quantidade de 100g por dia.

Na constituição do suplemento mineral, preparou-se uma mistura contendo 80% do suplemento concentrado e 20% de um núcleo de minerais, que foi, a seguir,

peletizada. Em sua composição bromatológica o suplemento mineral continha: 91,04% de MS, 10,70% de PB; 2,52% de EE, 12,14% MM, 59,36% de NDT; 2,27% de cálcio; 2,28% de fósforo; 0,53% de potássio; 3,52% de sódio; 5,32% de cloro; 0,33% de magnésio; 0,3% de enxofre; 184,35 mg/kg de cobre; 372,22 mg/kg de manganês; 624,96 mg/kg de zinco; 10,80 mg/kg de iodo; 3,15 mg/kg de selênio e 10,80 mg/kg de cobalto.

O consumo alimentar individual foi estimado em dois ensaios durante o período experimental, utilizando-se a técnica do duplo indicador (óxido crômico e lignina em permanganato de potássio (Van Soast, 1994), descrito por Processi (2011).

No início do experimento, foram abatidos seis animais representativos dos demais (grupo referência) (GR) e os seus conteúdos de componentes da carcaça e da não-carcaça foram utilizados como representativos da composição inicial dos 36 animais remanescentes. No fim do experimento, os animais experimentais foram igualmente abatidos.

Antes do abate, os animais foram pesados, após jejum de 16 horas. Os abates foram realizados em abatedouro oficial, de acordo com as normas federais prescritas para o abate humanitário de bovinos (Brasil, 2000).

As duas meias-carcaças foram pesadas quentes e levadas à câmara fria, onde permaneceram por 24 horas a -5° C. Após o resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas, determinando-se os rendimentos de carcaça quente e fria, a quebra de peso da carcaça por resfriamento e o comprimento de carcaça. A espessura de gordura subcutânea (EGS) e a área de olho de lombo (AOL) foram determinadas na meia-carcaça esquerda, na altura da 12^a costela.

Os componentes do trato gastrointestinal (TGI) de cada animal foram esvaziados, lavados e pesados. De modo semelhante, foram anotados os pesos da língua, traquéia, esôfago, fígado, coração, rins, pulmões, baço, carne industrial e aparelho reprodutor, gordura cavitária, gordura visceral e couro. O sangue foi coletado, no momento da sangria, e pesado. Os pesos das cabeças, das caudas e dos pés de todos os animais foram igualmente anotados.

Somando-se os pesos líquidos de todos os componentes corporais de cada animal, foram obtidos os pesos de corpo vazio (PCVZ) individuais.

Para estimar a área total de couro no corpo do animal (superfície corporal – SUPCORP), foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{SUPCORP (m}^2\text{)} = \frac{\text{Peso total do couro (kg)} \times \text{Área da amostra (0,2 X 0,2 m)}}{\text{Peso da amostra de couro (kg)}}$$

Na análise estatística, foram feitos contrastes entre as médias dos animais dos tratamentos SUPL e NSUPL e entre esses, tomados em conjunto, e a média dos animais referência. As análises de variância e contrastes foram feitas utilizando-se o procedimento PROC GLM do SAS, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

No início do período experimental e ao fim de cada ciclo de pastejo, logo após a pesagem de cada animal, estes foram contidos individualmente e submetidos à medição da área de olho-de-lombo (AOL) (cm²) por meio de ultrassonografia. Para tal, a região entre a 12^a e 13^a costelas do lado esquerdo do animal foi limpa e lubrificada com óleo vegetal. O transdutor foi disposto perpendicularmente ao comprimento do contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*) e lentamente movimentado, até a obtenção de uma imagem ultra-sonográfica com os contornos do músculo bem definidos. A imagem foi congelada e, confirmada a visualização adequada do músculo, esta foi identificada por animal e armazenada em disco rígido, para determinação posterior da AOL, de acordo com metodologia descrita por Sugisawa et al. (2002). No procedimento, foi utilizado o equipamento de ultrassonografia Pie Medical modelo Falcon 100 VET®, com transdutor linear de 3,5 MHz com 18 cm de largura.

Para a avaliação da evolução da AOL com o aumento do peso do animal, fez-se a regressão do logaritmo da AOL, em função do logaritmo do PV, conforme o modelo abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + b_i X_{ijk} + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = logaritmo da AOL (cm²) k , do animal j , do tratamento i ; μ = efeito da média (intercepto); b_i = coeficiente de regressão do logaritmo da AOL (cm²) k em função do logaritmo do PV, para o tratamento i , em que $i = 1$, suplementado; 2, não-suplementado; X_{ijk} = logaritmo do peso do PV k , do animal j do tratamento i ; e_{ijk} = erro aleatório, pressuposto normalmente distribuído, com média zero e variância σ^2 .

Aplicou-se o teste de identidade de modelos (Graybill, 1976), para se pesquisar a existência de diferenças entre as equações referentes aos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais suplementados consumiram em média 3,95 kg de MS de forragem e 1,59 kg de MS de concentrado+suplemento mineral peletizado, enquanto os animais não-suplementados consumiram em média 3,75 kg de MS de forragem e 0,065 kg de MS de suplemento mineral. Verificou-se o ganho de peso médio diário de 0,536 kg para animais suplementados e de 0,178 kg para animais não-suplementados.

Com exceção das características quebra de peso da carcaça por resfriamento (QCAR), espessura de gordura subcutânea (EGS) e EGS/100 kg PCVZ, os animais referência apresentaram valores menores ($P < 0,05$) que os animais suplementados e não-suplementados para as características avaliadas (Tabela 1).

Tabela 1 – Peso corporal e características da carcaça em valores absolutos e por 100 kg de PCVZ, dos animais dos tratamentos grupo referência (GR), suplementados (SUPL) e não-suplementados (NSUPL)

Variável ¹	Tratamento			Contrastes e níveis de probabilidade		CV(%) ⁴
	GR	SUPL	NSUPL	GR X GE ²	SUPL X NSUPL ³	
PVJ (kg)	184,92	292,61	225,79	<,0001	<,0001	13,00
PCVZ (kg)	145,29	252,69	191,67	<,0001	<,0001	12,96
PCARq(kg)	93,39	160,56	119,38	<,0001	<,0001	13,41
PCARf(kg)	91,34	157,84	115,56	<,0001	<,0001	13,97
QCAR (%)	2,27	1,77	3,24	0,5114	<,0001	32,06
EGS (mm)	0,40	2,14	0,27	0,0510	<,0001	81,44
EGS (mm)/100kg	0,28	0,84	0,13	0,1799	<,0001	74,53
COMPCAR (m)	1,11	1,20	1,15	0,0017	0,0015	3,98
COMPCAR (m)/100kg	0,77	0,48	0,60	<,0001	<,0001	10,10
AOL (cm ²)	-	43,79	34,88	-	0,0003	16,29
AOL (cm ²)/100kg	-	17,40	18,24	-	0,3231	13,94
Rendimento de carcaça-% do PVJ						
RCARq	50,44	54,89	52,88	<,0001	<,0001	3,00
RCARf	49,30	53,92	51,17	<,0001	<,0001	3,18

¹PVJ=peso vivo em jejum; PCVZ=peso de corpo vazio; PCARq=peso de carcaça quente; PCARf=peso de carcaça fria; QCAR=quebra de peso da carcaça devido ao resfriamento; EGS=espessura de gordura subcutânea; COMPCAR=comprimento de carcaça; AOL=área de olho-de-lombo; RCARq=rendimento de carcaça quente; RCARf=rendimento de carcaça fria; ²Contraste entre GR X GE (SUPL+NSUPL) ³Contraste entre SUPL X NSUPL; ⁴CV=coeficiente de variação

Os dados de área de olho-de-lombo (AOL) referentes ao tratamento GR não foram coletados, desta forma, somente foram feitas comparações entre animais suplementados e não-suplementados para a citada variável.

A análise de contrastes indicou não haver diferença quanto à espessura de gordura subcutânea (EGS) entre os animais do abate inicial (GR) e as médias dos tratamentos suplementado e não-suplementado tomadas em conjunto. Os animais recebendo suplementação (0,6% do PV de concentrado) tiveram maior EGS (P<0,05) que os não-suplementados (2,14 mm versus 0,27mm). Entretanto, mesmo os animais suplementados, tiveram carcaças com EGS deficiente, provavelmente em função do baixo peso de abate (Tabela 1) e da idade precoce. De acordo com Müller (1987), a espessura de gordura subcutânea deve estar entre 3 a 5 mm para melhor conservação evitando danos à carcaça durante o resfriamento. A gordura em

excesso é também indesejável por reduzir o rendimento de cortes comerciais e por ser indicador de menor eficiência de uso da energia alimentar no sistema de produção.

Com relação à quebra de peso da carcaça (QCAR), não houve diferença ($P>0,05$) entre o grupo GR e a média conjunta para animais suplementados e não-suplementados. A quebra de peso da carcaça está diretamente relacionada à espessura de gordura subcutânea (EGS) adquirida durante o processo de acabamento do animal. Animais não-suplementados tiveram a mais baixa EGS, e isto é o provável motivo de terem apresentado maior quebra da carcaça ($P<0,05$) que animais suplementados.

Os animais do grupo GR tiveram menor ($P<0,05$) comprimento de carcaça (COMPCAR) em tamanho absoluto que a média conjunta dos animais suplementados e não-suplementados. Entretanto, tiveram maior valor ($P<0,05$), quando a característica foi expressa por 100 kg de PCVZ. O COMPCAR é diretamente relacionado com o desenvolvimento do tecido ósseo do animal. Os animais do grupo GR, abatidos no início do experimento, eram mais novos e tinham menor ($P<0,05$) PCVZ que os demais, por isto tinham menor comprimento de carcaça. O menor PCVZ e o menor tamanho corporal também explicam o menor ($P<0,05$) COMPCAR dos animais NSUPL, em relação aos SUPL.

Quando expresso por 100 kg PCVZ (COMPCAR/100 kg PCVZ), os animais GR tiveram menor valor que os dois outros tratamentos, em conjunto, e para animais suplementados o valor foi inferior ($P<0,05$) ao dos não-suplementados. Quando o comprimento de carcaça é expresso por 100 kg PCVZ, indica a compacidade do animal. Por isto, os animais do tratamento SUPL, com maior desenvolvimento de tecidos moles, apresentaram o menor valor de COMPCAR/100 kg PCVZ, ou seja, maior massa corporal por unidade de comprimento.

Para as demais características avaliadas (Tabela 1), os animais suplementados (SUPL) apresentaram valores maiores ($P<0,05$) que os animais não-suplementados (NSUPL), exceto para AOL/100 kg PCVZ.

A suplementação de animais é uma forma de atender às exigências nutricionais dos animais a pasto, fornecendo-lhes nutrientes que favoreçam o desenvolvimento e a atividade da flora microbiana ruminal, melhorando o seu desempenho.

O suplemento melhorou, de forma nítida, o desempenho geral dos animais do grupo SUPL. O peso de carcaça está intimamente relacionado ao peso vivo dos animais ao abate e este foi influenciado pela nutrição e pela duração do período experimental. Desta forma, animais suplementados e não-suplementados tiveram maiores ($P < 0,05$) pesos de carcaça que animais referência e os suplementados tiveram maior peso ($P < 0,05$) de abate e de carcaça que os não-suplementados.

A área de olho-de-lombo, quando utilizada em conjunto com outros parâmetros, auxilia na avaliação do rendimento em cortes desossados da carcaça (Muller, 1987), estando em alguns trabalhos altamente correlacionada ao total de músculos na carcaça (Costa et al., 2002). Os animais suplementados apresentaram maiores valores absolutos da AOL, o que está em concordância com seu maior ($P < 0,05$) peso corporal e maior ($P < 0,05$) peso de carcaça. Entretanto, os animais suplementados não tiveram maior velocidade de desenvolvimento da área de olho-de-lombo, em relação ao crescimento total do corpo, conforme indica a ausência de diferença ($P > 0,05$) entre animais suplementados e não-suplementados, quando a AOL foi expressa por 100 kg de PCVZ. Este aspecto ficou mais claro quando se fez a regressão do log da AOL, medida por ultrassonografia ao longo do experimento, em função do PV. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os modelos de regressão ajustados para os dois grupos, indicando que o crescimento da AOL guardou a mesma proporção, em relação ao PV, nos animais dos dois tratamentos.

Não tendo havido diferença entre modelos para os dois grupos, foi ajustada equação única para os dois tratamentos, apresentada na figura 1.

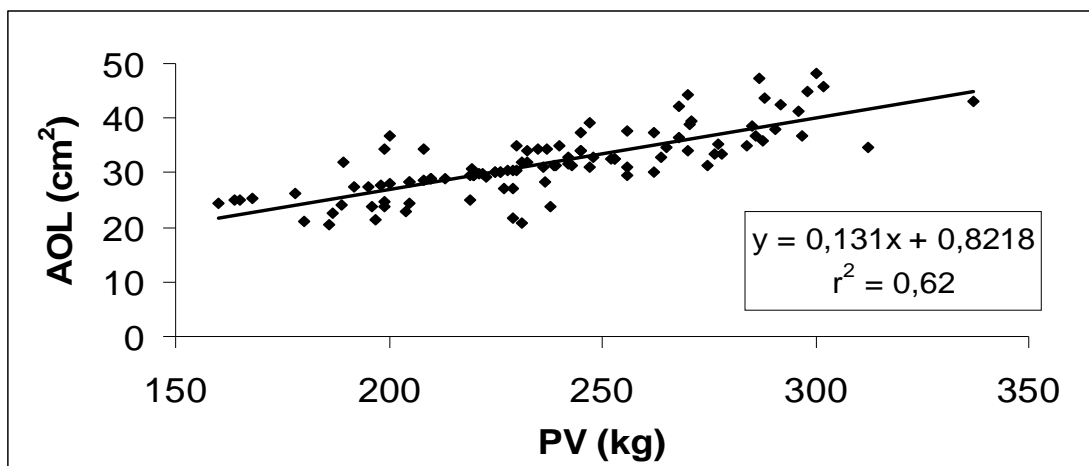


Figura 1 – AOL em função do peso vivo

Verificou-se menor ($P<0,05$) rendimento de carcaça quente e fria, em relação ao PVJ, nos animais abatidos no início do experimento, em relação aos tratamentos SUPL e NSUPL. O rendimento de carcaça aumenta, à medida que o peso corporal se eleva, uma vez que os órgãos internos dos animais (órgãos torácicos e vísceras) completam o desenvolvimento e têm o crescimento desacelerado mais precocemente que os componentes da carcaça (ossos, músculos e tecido adiposo). O mesmo se aplica quando foram comparados os rendimentos de carcaça quente e fria dos tratamentos SUPL e NSUPL, uma vez que os animais não-suplementados foram abatidos com menor peso corporal que os suplementados.

Na Tabela 2 são apresentados os pesos absolutos e expressos por 100 kg de PCVZ do coração, fígado, rins, baço e pulmão dos animais dos grupos referência, suplementado e não-suplementado.

Tabela 2 – Pesos absolutos e por 100 kg de PCVZ do coração (COR), fígado (FIG), rins (RIN), baço (BAÇ), pulmão (PUL) dos animais dos tratamentos referência (GR), suplementado (SUPL) e não-suplementado (NSUPL)

Variável	Tratamento			Contrastes e níveis de probabilidade		CV(%) ³
	GR	SUPL	NSUPL	GR X GE ¹	SUPL X NSUPL ²	
COR (kg)	0,73	1,15	0,91	<,0001	<,0001	13,50
COR (kg)/100kg	0,50	0,45	0,48	0,1036	0,2397	10,67
FIG (kg)	2,26	3,61	2,83	<,0001	<,0001	15,40
FIG (kg)/100kg	1,56	1,42	1,47	0,0472	0,2892	9,01
RIN (kg)	0,41	0,59	0,54	<,0001	0,0924	13,74
RIN (kg)/100kg	0,29	0,23	0,28	0,1125	0,0006	14,72
BAÇ	0,71	0,94	0,74	0,0606	0,0003	18,26
BAÇ (kg)/100kg	0,49	0,37	0,38	<,0001	0,6323	14,10
PUL (kg)	1,28	1,91	1,49	0,0051	0,0004	19,41
PUL (kg)/100kg	0,89	0,75	0,77	0,0359	0,6714	16,63

¹Contraste entre GR X GE (SUPL+NSUPL); ²Contraste entre SUPL X NSUPL; ³CV=coeficiente de variação

Quando foi considerado o peso absoluto dos órgãos, verificou-se que, com exceção do baço, os animais do grupo referência (GR) tiveram pesos de órgãos menores ($P<0,05$) que a média dos tratamentos suplementado (SUPL) e não-suplementados (NSUPL), tomadas em conjunto, e os animais NSUPL tiveram órgãos menores ($P<0,05$) que os animais SUPL, conforme indicaram os contrastes

entre médias. Estes resultados estão coerentes com o esperado. Principalmente no caso dos animais GR que eram os mais jovens, o crescimento de seus órgãos vitais estava incompleto. No tratamento SUPL, a suplementação potencializou o crescimento de órgãos, que ainda não havia cessado, como também estimulou o crescimento dos demais tecidos corporais. Desta forma, animais SUPL tiveram maiores pesos absolutos de todos os órgãos que os NSUPL.

Galvão et al. (1991) reafirmaram que os órgãos vitais (além do esqueleto) apresentam desenvolvimento precoce, superando a taxa de crescimento muscular e adiposa na fase inicial da vida, e desenvolvem-se com menor intensidade quando o animal se aproxima da maturidade.

Não houve diferença ($P>0,05$) quanto ao tamanho absoluto do baço entre o tratamento GR e a média conjunta dos tratamentos SUPL e NSUPL, o que foi ocasionado pelo baixo peso absoluto do baço no tratamento NSUPL (0,74kg).

Com relação ao peso do coração e rins, relativo a 100 kg de PCVZ, não houve diferença ($P>0,05$) entre os animais abatidos no início do experimento (GR) e a média dos tratamentos SUPL e NSUPL, em conjunto, indicando que o desenvolvimento destes órgãos acompanhou o aumento do PCVZ. Os animais do grupo GR tiveram maior ($P<0,05$) peso percentual do fígado, baço e pulmão que a média dos tratamentos SUPL e NSUPL, conforme indicado pelos contrastes, tendo animais GR apresentado maiores pesos relativos, o que mostra que estes órgãos cresceram em taxa mais lenta que o peso corporal, durante o período experimental. Sisson & Grossman (1986) assinalaram que à medida que o animal cresce e o seu peso vivo aumenta, ocorre também aumento no peso absoluto de seus órgãos internos, mas a relação percentual existente tende a decrescer.

Animais suplementados não diferiram ($P>0,05$) quanto ao peso percentual dos órgãos internos, exceto para os rins, em comparação ao tratamento NSUPL (Tabela 2). Em termos gerais, com o aumento do PCVZ dos animais ocorre aceleração do crescimento dos tecidos na carcaça. Os órgãos vitais, que têm prioridade de crescimento na fase inicial da vida do animal, tendem a diminuir seu peso relativo (% PCVZ), à medida que o peso corporal aumenta.

Perón et al. (1993) analisaram o peso relativo dos órgãos internos de bovinos de diferentes categorias, na fase de crescimento/engorda em confinamento, e encontraram para animais referência maior proporção de órgãos em relação ao PCVZ do que para os animais abatidos no final do experimento e atribuíram os

resultados ao fato de os órgãos vitais terem maior desenvolvimento relativo na fase mais precoce da vida do animal. Quando os órgãos passam a representar menor proporção do corpo vazio, ocorre aumento do rendimento de carcaça.

Quando foram comparados os tratamentos SUPL e NSUPL, quanto ao peso dos órgãos em valores absolutos, não se verificou diferença ($P > 0,05$) apenas quanto aos rins, mostrando que a suplementação não teve influência sobre o seu crescimento, o que permite inferir que o nível nutricional mais baixo, recebido pelos animais NSUPL, permite o crescimento máximo dos rins. Este fato fica claro quando se considera o peso dos órgãos por 100 kg de PCVZ. Neste caso, o peso relativo dos rins de animais suplementados foi menor que o de não-suplementados, mostrando que a suplementação promoveu maior crescimento nos outros componentes do corpo que nos rins.

Analisando-se o desenvolvimento de outros componentes corporais não integrantes da carcaça, especificamente, os pesos (kg) da cabeça, pés e couro (CAPECO) e do trato gastrointestinal vazio (TGIVZ), verifica-se que a suplementação trouxe aumento significativo ($P < 0,05$) no peso absoluto destes componentes e que seus pesos aumentaram durante o período experimental, mesmo nos animais não-suplementados (Tabela 3). Entretanto, o ritmo de seu crescimento foi menor que o crescimento médio do corpo como um todo, conforme indicam os pesos em porcentagem do peso vazio, que foram menores ($P < 0,05$) nos tratamentos SUPL e NSUPL tomados em conjunto, em relação ao grupo GR e no tratamento SUPL, em que o crescimento corporal foi mais intenso, em relação ao NSUPL. Esses resultados encontram amplo suporte na literatura, que mostra que partes do corpo como cabeça, pés e TGI têm a fase mais acelerada de seu crescimento em idade mais precoce que os componentes da carcaça (Berg & Butterfield, 1976; Perón et al., 1993; Luchiari Filho, 2000). A área corporal dos animais, expressa em porcentagem do peso vivo, também decresceu à medida que o peso dos animais aumentou, o que também está de acordo com a literatura, que mostra que o bezerro, ao nascer, tem maior área corporal relativa do que em qualquer idade posterior (Berg & Butterfield, 1976).

Tabela 3 – Pesos absolutos do trato gastrointestinal vazio (TGIVZ), cabeça+pé+couro (CAPECO) e superfície corporal e em relação a 100 kg de PCVZ dos animais dos tratamentos referência (GR), suplementado (SUPL) e não-suplementado (NSUPL)

Variável	Tratamento			Contrastes e níveis de probabilidade		CV(%) ³
	GR ²	SUPL	NSUPL	GR X GE ¹	SUPL X NSUPL ²	
TGIVZ (kg)	9,21	13,84	11,87	<,0001	0,0001	11,09
TGIVZ (kg)/100kg	6,34	5,48	6,21	0,0321	0,0002	8,45
CAPECO (kg)	27,53	42,34	34,93	<,0001	<,0001	12,88
CAPECO (kg)/100kg	18,96	16,71	18,20	0,0100	0,0017	6,55
SUPCORP (m ²)	2,59	3,31	3,00	<,0001	0,0007	7,93
SUPCORP (m ²)/100kg	1,79	1,33	1,58	<,0001	<,0001	10,84

¹Contraste entre GR X GE (SUPL+NSUPL); ²Contraste entre SUPL X NSUPL; ³CV=coeficiente de variação

CONCLUSÕES

A suplementação com concentrados aumenta o peso e rendimento de carcaça de animais pastejando forrageira tropical.

A suplementação reduz a perda de peso da carcaça pelo resfriamento.

A suplementação traz aumento da área total de olho-de-lombo de animais em crescimento, entretanto não altera a área de olho-de-lombo, como proporção do peso corporal.

A suplementação de animais em crescimento traz aumento do peso absoluto de todos os componentes da não-carcaça. Entretanto, quando os pesos são expressos em porcentagem do PCVZ, os valores para os animais abatidos mais novos e não-suplementados são mais elevados do que daqueles suplementados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

- BRASIL. [2000]. Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. **Instrução Normativa nº 03/00**. Disponível em:
<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em 30/03/2010.
- COSTA, E.C. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002.
- FERREIRA, M.A. et al. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.4, p.1174-1182, 2000.
- GALVÃO, J.G. et al. Características e composição física da carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.502-512, 1991.
- GRAYBILL, F.A. **Theory and application of the linear model**. Massachussetts: Duxburg Press. 1976. 704p.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo:Luchiari Filho, 2000. p.134.
- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31p.
- PERON, A.J. et al. Tamanho dos órgãos internos e distribuição da gordura corporal em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e “ad libitum”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.5, p.813-819, 1993.
- PROCESSI, E.F. **Influência da suplementação protéico-energética sobre a composição corporal e de ganho de animais em regime de pasto**. 2011. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.
- RIBEIRO, E.G.; FONTES, C.A.A.; PALIERAQUI, J.G.B., et al. Influência da irrigação, durante as épocas seca e chuvosa, na taxa de lotação, consumo e desempenho de novilhos em pastagens dos capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1546-1554, 2008.
- SAINZ, R. D. 1998. Crescimento compensatório em bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, Campinas. **Anais...**Campinas: CBNA, 1998, p.22-38.
- SILVEIRA, A.C. Sistema de produção de novilhos superprecoces. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1999. p. 105-122.

- SISSON, S.; GROSSMAN, J.D. **Anatomia dos animais domésticos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. v.1, 1134p.
- SMITH, N.E.; BALDWIN, R.L. Effects of breed, pregnancy and lactation on weight of organs and tissues in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.57, n.9, p.1055-1060, 1974.
- SUGISAWA, L.M.G. **Ultrasonografia para predição da carcaça e composição da carcaça de bovinos**. 2002. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornell: University Press, 1994. 476p.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J. Ganho de peso antes e após os sete meses no desenvolvimento e nas características de carcaça e carne de novilhos Charoles abatidos aos dois anos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.699-708, 2003.

Padrão de deposição de tecidos e composição do ganho em carcaças de novilhos suplementados pastejando capim Mombaça

RESUMO - Objetivou-se com o presente trabalho, desenvolver equações que descrevam o acúmulo de músculos, tecido adiposo e ossos e dos constituintes: proteína, gordura, cinzas e água na carcaça, com o aumento do peso da carcaça, e por kg de ganho de peso da carcaça. Objetivou-se ainda desenvolver equações de regressão para predição do peso de corpo vazio (PCVZ), em função do peso de carcaça (PCAR) de novilhos em regime de pastejo. O experimento teve duração de 160 dias e envolveu 42 animais, com peso médio de 200 kg, dos quais seis (grupo referência- GR) foram abatidos no início do período experimental, 18 animais receberam suplementação (SUPL) e 18 não receberam suplementação (NSUPL). Os animais SUPL e NSUPL foram abatidos no fim do período experimental. Foram ajustadas equações alométricas, linearizadas por transformação logarítmica, para descrever o acúmulo dos vários constituintes, em kg e em função do aumento do PCVZ. Por derivação das citadas equações, foram obtidas equações de predição do ganho de cada componente, por kg de ganho de carcaça. Não houve diferença ($P>0,05$) entre equações ajustadas para os tratamentos SUPL e NSUPL para predição do desenvolvimento dos tecidos muscular adiposo e ósseo e do acúmulo de proteína, gordura, cinzas e água na carcaça, sendo, por isso, ajustadas equações de predição conjuntas para os dois tratamentos, para expressar o aumento dos diferentes constituintes em função do peso da carcaça e no ganho de peso de carcaça. O tecido muscular apresentou desenvolvimento próximo à taxa de crescimento da carcaça como um todo, já o tecido adiposo teve crescimento mais acelerado e o tecido ósseo desenvolvimento mais lento. Não se observou decréscimo na concentração de proteína na carcaça, e no ganho de carcaça (g/kg de ganho) à medida que o peso da carcaça se elevou, embora houvesse aumento da concentração de gordura e redução da concentração de cinzas. Os conteúdos de água por kg de carcaça e por kg de ganho de carcaça tenderam a se reduzir com o aumento do peso de carcaça.

Palavras-chave: composição da carcaça, composição do ganho, suplementação.

Pattern deposition of tissue and composition of gain in carcasses of supplemented steers grazing Mombaça-grass

ABSTRACT - The research aimed to develop regression equations to describe the accumulation of muscle, adipose tissue and bone and the increase of the constituents: protein, fat, ash and water in the carcass, as a function of carcass weight, and per kg of carcass weight gain. Another objective was to develop regression equation to predict empty body weight (EBW), as a function of carcass weight (CW) of steers raised under grazing. The experimental period length was 160-day and were used 42 F1 Brangus-Zebu steers with average initial live weight (LW) of 200 kg. The animals were divided into three groups: the reference group (RG), composed by six steers, which were slaughtered at the beginning of the experiment, the SUPL group, composed by 18 animals, which received supplement, and the NSUPL group, composed by 18 animals, which did not receive supplement. The NSUPL and SUPL animals were slaughtered at the end of the experiment. The prediction equations were obtained by fitting allometric log 10 linearized equations to describe the accumulation of the various constituents, in kg, as a function of carcass weight. By differentiation of those equations were obtained equations to predict composition of carcass weight gain. There were no differences ($P>0.05$) between any equation adjusted for the SUPL and NSUPL treatments. Therefore common prediction equations were adjusted for the two treatments, to express the increase of each constituent in the carcass and in carcass weight gain. Muscle tissue developed at the same rate as the whole carcass; the adipose tissue grow up at faster rate and bone developed at lower rate than whole carcass. There was no decrease in the concentration of protein in the carcass, and in carcass weight gain (g/kg gain) as carcass weight increased, on spite of observed acceleration in fat deposition and reduction in ash growth. The contents of water per kg of carcass and per kg carcass weight gain tended to decrease as carcass weight increased.

Key-words: carcass composition, composition of gain, supplementation.

INTRODUÇÃO

A produção de carcaças bovinas adequadas para as atuais demandas do consumidor está diretamente relacionada com a aplicação dos conhecimentos ligados ao crescimento dos diferentes tecidos. Buscam-se maiores proporções de tecido muscular, menores de tecido ósseo e deposição adequada de tecido adiposo.

Os tecidos do animal desenvolvem-se de forma diferenciada; órgãos vitais e ossos apresentam desenvolvimento precoce, músculos apresentam desenvolvimento intermediário e tecido adiposo apresenta desenvolvimento tardio (Berg & Butterfield, 1976).

A idade, a maturidade, a raça, o sexo e o nível nutricional influenciam no crescimento e nas taxas de crescimento dos tecidos e modificam a composição física e química da carcaça. A estrutura óssea, responsável pela sustentação do corpo, tende a crescer mais rapidamente no princípio da vida do animal. Com o avançar da idade, o crescimento ósseo diminui de intensidade, acentuando-se o crescimento do tecido muscular. Quando o animal se aproxima da maturidade fisiológica, a deposição de tecido muscular diminui gradativamente, enquanto a de tecido adiposo se acentua, diluindo as proporções de ossos e músculos (Berg & Butterfield, 1976).

Os estudos sobre a composição e deposição de tecidos na carcaça são importantes, por nortear a busca de estratégias capazes de conduzir a deposição desejável de quantidades e proporções dos tecidos, conforme salientam Luchiari Filho (1995) e Felício (1997). Já é uma realidade a exigência dos frigoríficos por carcaças com rendimento superior da porção comestível.

Em trabalhos de pesquisa, é de grande interesse conhecer o peso de corpo vazio dos animais (PCVZ), que representa o peso dos tecidos corporais, excluído o peso da digesta, uma vez que este peso não está sujeito a variações ocasionadas pelas mudanças diárias no consumo alimentar. As exigências nutricionais dos animais e os rendimentos de carcaça ou cortes são expressos de forma mais correta quando se baseiam no PCVZ (Owens et al., 1995).

Equações de regressão têm sido ajustadas, experimentalmente, para estimar o PCVZ, em função do peso da carcaça obtido nos frigoríficos ou do peso vivo em jejum. As equações baseadas no peso da carcaça geralmente dão resultados mais satisfatórios, uma vez que o peso da carcaça está menos sujeito a variações do que

o peso vivo, que oscila em função do conteúdo de digesta do TGI. Várias equações de predição do PCVZ, em função do peso da carcaça estão disponíveis (Fontes, 1995; Owens et al., 1995; NRC, 2000), entretanto há carência de equações desenvolvidas para animais em crescimento alimentados em pastagens tropicais.

Objetivou-se com o presente trabalho, ajustar equações para descrever os acúmulos de músculos, tecido adiposo e ossos e dos constituintes químicos: proteína, gordura, cinzas e água na carcaça em função do aumento do peso da carcaça e ajustar equações de regressão para predição do PCVZ, em função do peso da carcaça dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa de Zootecnia do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal (LZNA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes – RJ, no período de janeiro a julho de 2010. O experimento foi instalado em uma área de 8 ha, de relevo plano, cultivada com capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). A área é equipada com um sistema de irrigação por aspersão em malha de baixa pressão e dividida em 32 piquetes de 0,25 ha.

A pastagem foi manejada em regime de lotação intermitente, com períodos de ocupação e descanso de quatro e 28 dias, respectivamente. Durante o período experimental, foram avaliados cinco ciclos de pastejo, totalizando 160 dias. A taxa de lotação foi variável (*put and take*), mantendo-se a biomassa de folhas verdes (BFV) ao redor de 6% do PV, com o uso de animais reguladores. A estimativa da BFV e o cálculo da taxa de lotação foram realizados antes da entrada dos animais, em piquetes representativos de cada porção homogênea (bloco) da pastagem, conforme metodologia descrita por Ribeiro et al. (2008).

Na irrigação das pastagens, foi adotado o turno de rega de sete dias, buscando-se repor 100% da evapotranspiração de referência. A reposição de nutrientes do solo foi feita racionalmente, considerando critérios como a fertilidade natural, as condições climáticas e a produção animal esperada, entre outros.

Foram utilizados 42 animais Brangus X Zebu, com peso vivo médio inicial de aproximadamente 200 kg, dos quais, seis foram escolhidos aleatoriamente para

constituírem o grupo referência, representativo da composição corporal de todo o lote experimental. Os 36 animais restantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de 18 animais, cada um alocado em uma repetição de área. Os 18 animais de cada repetição de área foram divididos aleatoriamente em dois grupos e alocados em dois tratamentos: 1—suplementação com concentrado energético-protéico (SUPL); 2—não-suplementação (NSUPL). Antes do início do experimento, durante um período de adaptação de 32 dias, em que os animais completaram um ciclo de pastejo na área experimental, sujeitos às mesmas condições de pasto e manejo estabelecidas para o período experimental, os animais foram adaptados à suplementação e aos procedimentos experimentais potencialmente estressantes. Para tal, foram conduzidos ao curral de manejo, adjacente à pastagem, em intervalos cada vez mais frequentes e, gradualmente, adaptados ao manejo no tronco de contenção. Durante os intervalos entre ciclos os animais foram pesados.

Durante o experimento, além do pasto constituído por capim Mombaça, os animais receberam os suplementos em baias individuais. Para tal, os animais de ambos os tratamentos eram conduzidos às baias, onde permaneciam das 9h às 13h, recebendo o suplemento concentrado, acrescido de suplemento mineral peletizado, (tratamento SUPL), ou apenas o suplemento mineral peletizado (tratamento NSUPL). O suplemento concentrado constituiu-se de 60% de milho moído, 30% de farelo de trigo e 10% de farelo de soja e em sua composição bromatológica continha: 83,35% de MS, 16,04% de PB, 1,15% de extrato etéreo (EE) e 3,3% de matéria mineral (MM). A cada ciclo de pastejo, a quantidade individual do suplemento fornecido era ajustada para 0,6% do peso vivo (PV) dos animais. O suplemento mineral peletizado foi fornecido, individualmente, na quantidade de 100g por dia.

Na constituição do suplemento mineral, preparou-se uma mistura contendo 80% do suplemento concentrado e 20% de um núcleo de minerais, que foi, a seguir, peletizada. Em sua composição bromatológica o suplemento mineral continha: 91,04% de MS, 10,70% de PB; 2,52% de EE, 12,14% MM, 59,36% de NDT; 2,27% de cálcio; 2,28% de fósforo; 0,53% de potássio; 3,52% de sódio; 5,32% de cloro; 0,33% de magnésio; 0,3% de enxofre; 184,35 mg/kg de cobre; 372,22 mg/kg de manganês; 624,96 mg/kg de zinco; 10,80 mg/kg de iodo; 3,15 mg/kg de selênio e 10,80 mg/kg de cobalto.

O consumo alimentar individual foi estimado em dois ensaios durante o período experimental, utilizando-se a técnica do duplo indicador (óxido crômico e lignina em permanganato de potássio (Van Soast, 1994), descrito por Processi (2011).

Para a determinação da composição corporal dos animais foi utilizado o método do abate comparativo descrita por Lofgreen & Garrett (1968) e adaptada por Fontes et al. (1995).

No início do experimento, foram abatidos seis animais representativos dos demais (grupo referência) (GR) e sua composição corporal (conteúdo de proteína, gordura e energia) foi utilizada como representativa da composição corporal inicial dos 36 animais remanescentes. No fim do período experimental, os animais remanescentes foram igualmente abatidos.

Antes do abate, os animais foram pesados, após jejum de 16 horas. Os abates foram realizados em abatedouro oficial, de acordo com as normas federais prescritas para o abate humanitário de bovinos (Brasil, 2000).

As duas meias-carcaças foram pesadas quentes e levadas à câmara fria, onde permaneceram por 18 horas a -5° C. Após esse tempo, foram coletadas amostras individuais da carcaça esquerda, correspondendo à seção da 9ª a 11ª costela (seção HH), segundo Hankins & Howe (1946). As seções foram dissecadas, determinando-se as proporções de músculo (carne), tecido adiposo e osso (mais tendão) nelas contidas. As proporções de músculo, tecido adiposo e ossos da carcaça foram estimadas com base nas proporções desses componentes na seção HH, por meio das equações propostas por Hankins & Howe (1946):

$$\text{Músculos: } Y = 16,08 \times 0,80X$$

$$\text{Tecido adiposo: } Y = 3,54 + 0,80X$$

$$\text{Ossos: } Y = 5,52 + 0,57X$$

em que X é a porcentagem do componente na seção HH.

O peso total da carcaça (PCAR) foi obtido, somando-se os pesos das duas meias-carcaças.

Os tecidos componentes da seção HH foram pesados, moídos e amostrados separadamente. As amostras de carne magra, osso e gordura foram consideradas

representativas da carcaça (CAR). O peso de corpo vazio (PCVZ) de cada animal foi obtido, somando-se o peso da carcaça com os pesos de todos os componentes da não-carcaça, incluindo-se, órgãos torácicos, vísceras, gordura interna, cabeça, pés, couro e rabada, bem como sangue, aparas e sangria.

As amostras de carne (120 g), tecido adiposo (200 g) e ossos (120 g) foram colocadas em vidros com capacidade de 500 mL e levadas à estufa a 105°C, durante 72 a 96 horas, para determinação do teor de matéria seca gordurosa (MSG). Em seguida, foram submetidas a um processo de extração de gordura com éter de petróleo, conforme descrito por Kock & Preston (1979), obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). As amostras pré-desengorduradas foram armazenadas a -5° C e, posteriormente, moídas em moinho de bola e analisadas para teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura bruta, cinzas (Silva & Queiroz, 2002).

Para descrever o aumento do peso dos tecidos básicos constituintes da carcaça (músculo, tecido adiposo e ossos) e dos conteúdos de proteína, gordura, cinzas e água, em função do aumento do peso da carcaça (kg), fez-se a regressão dos logaritmos dos pesos dos citados tecidos e dos componentes químicos da carcaça, em função do logaritmo do peso da carcaça (linearização da equação alométrica, $y = ax^b$), utilizando-se as informações coletadas nos animais do grupo referência e dos tratamentos SUPL e NSUPL, conforme a equação abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i X_{ij} + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} = logaritmo das quantidades totais de músculos, tecido adiposo e ossos e dos componentes químicos proteína, gordura, cinzas e água (kg) na carcaça, do animal j do tratamento i ; μ = efeito da média (intercepto); β_i = coeficiente de regressão do logaritmo da quantidade de músculos, tecido adiposo e ossos e dos componentes químicos proteína, gordura, cinzas e água (kg) em função do logaritmo do peso da carcaça, para o tratamento i , em que $i = 1$, suplementado; 2, não-suplementado; X_{ij} = logaritmo do peso do corpo vazio, do animal j do tratamento i ; e_{ij} = erro aleatório, pressuposto normalmente distribuído, com média zero e variância σ^2 .

Aplicou-se o teste de identidade de modelos (Graybill, 1976), para se pesquisar a existência de diferenças entre as equações referentes aos dois tratamentos.

Equações de predição das quantidades de tecidos muscular, tecido adiposo e tecido ósseo e das quantidades de proteína, gordura, cinzas e água (kg) acumuladas, por kg de ganho de carcaça (GPCAR), foram obtidas, por derivação das equações de regressão acima, obtendo-se as equações do tipo:

$$Y' = b \times 10^a \times X^{b-1}$$

em que: Y' = quantidade (kg) dos tecidos: muscular, adiposo e ósseo e dos constituintes: proteína, gordura, água e cinzas por kg de GPCAR; a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de regressão da quantidade de tecidos (muscular, adiposo e ósseo) (kg) na carcaça; X = PCAR em (kg).

De modo semelhante, foi ajustada equação de predição do peso de corpo vazio (PCVZ) e peso vivo em jejum (PVJ) em função do peso de carcaça (PCAR).

Na equação de predição do PCVZ, em função do PCAR, adotou-se o modelo abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_{li} X_{ij} + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} = pesos de corpo vazio e peso vivo em jejum, do animal j, do tratamento i; μ = efeito da média (intercepto); β_{li} = coeficiente de regressão linear dos pesos de corpo vazio, em função do peso da carcaça, para o tratamento i, em que i = 1, suplementado; 2, não-suplementado; X_{ij} = peso de carcaça do animal j, do tratamento i; e_{ij} = erro aleatório, pressuposto normalmente distribuído, com média zero e variância σ².

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais suplementados consumiram em média 3,95 kg de MS de forragem e 1,59 kg de MS de concentrado+suplemento mineral peletizado, enquanto os

animais não-suplementados consumiram em média 3,75 kg de MS de forragem e 0,065 kg de MS de suplementação mineral. Verificou-se o ganho de peso médio diário de 0,536 kg para animais suplementados e de 0,178 kg para animais não-suplementados.

O teste de identidade de modelos aplicado às equações para estimação do peso de corpo vazio (PCVZ), em função do peso da carcaça (PCAR), indicou não haver diferença entre equações para os tratamentos SUPL e NSUPL, portanto, os dados foram agrupados, ajustando-se equação única para os dois tratamentos, apresentada abaixo. O valor de r^2 indicou bom ajustamento da equação aos dados.

$$\text{PCVZ} = 6,132324306 + 1,537868411 \times \text{PCAR} \quad r^2 = 0,99$$

De acordo com a equação acima, animais com pesos de carcaça de 100, 150 e 200 kg teriam pesos de corpo vazio (PCVZ) de 160, 237 e 314, respectivamente.

De forma semelhante, foram obtidas as equações da composição física e química da carcaça em função do peso da carcaça (PCAR). O teste de identidade de modelos (Graybill, 1976), aplicado às equações de regressão do logaritmo do peso de músculos, tecidos adiposo e ossos da carcaça (kg), em função do logaritmo do PCAR, ajustadas para os dois tratamentos (suplementados e não-suplementados), mostrou não haver ($P > 0,05$) diferença entre modelos. Desse modo, adotou-se uma equação única, comum aos dois tratamentos, para se estimar os componentes físicos da carcaça, no PCAR.

Os coeficientes de determinação (r^2) das equações variaram de 0,78 a 0,98, mostrando melhor ajuste a equação que estima a quantidade de músculos, em função do PCAR.

Por derivação, foram obtidas as equações de predição do acúmulo de músculos, tecido adiposo e ossos (kg) por kg de ganho de carcaça (composição do GPCAR), apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Equações de predição dos conteúdos na carcaça (kg) e por kg de ganho (Y e Y') de tecido muscular (MUSC), tecido adiposo (ADIP) e tecido ósseo (OSS), em função do peso da carcaça (X)

	Conteúdo na Carcaça	Conteúdo por unidade de ganho	r ²
MUSC	$LogY = -0,2888659778 + 1,038747433 \times logX$	$Y' = 1,038747433 \times 0,514446506 \times X^{0,038747433}$	0,98
ADIP	$LogY = -1,690564352 + 1,4123594 \times logX$	$Y' = 1,4123594 \times 0,020865829 \times X^{0,4123594}$	0,79
OSS	$LogY = 0,168484723 + 0,06742278 \times logX$	$Y' = 0,06742278 \times 1,473956691 \times X^{-0,39257722}$	0,78

A velocidade relativa de desenvolvimento dos componentes físicos da carcaça em relação ao aumento PCAR pode ser avaliada como base nos coeficientes de regressão (β_1), que equivalem aos coeficientes b das equações alométricas do tipo $y=ax^b$. Coeficientes próximos à unidade, como observado para tecido muscular revelam um desenvolvimento de tecido muscular próximo à taxa de crescimento da carcaça como um todo. O coeficiente para tecido adiposo, >1, indica crescimento mais acelerado que a média da carcaça, enquanto o tecido ósseo, por ser mais precoce, tem coeficiente <1, indicando desenvolvimento mais lento. Estes resultados são corroborados por Berg & Butterfield (1976), que mostraram que, com o aumento do peso da carcaça, há diminuição gradativa na deposição de tecido muscular e aumento acelerado na quantidade de tecido adiposo, enquanto a proporção de tecido ósseo diminui.

Na tabela 2 são mostrados os conteúdos totais na carcaça (kg) e por kg de carcaça (g/kg), estimados com base nas equações de regressão, para animais com pesos de carcaça entre 80 e 200 kg, bem como a relação músculo: osso (RELMO), calculadas. A relação músculo: osso tende a aumentar com o aumento do peso da carcaça em função do maior crescimento muscular em relação ao crescimento ósseo.

Tabela 2 - Composição física da carcaça e no ganho (Y e Y') obtida a partir das equações de predição dos conteúdos de tecido muscular, tecido ósseo e tecido adiposo no PCAR

Composição Física da Carcaça (kg)					
PCAR (Kg)	PCVZ (Kg)	Tec. Muscular	Tec. Adiposo	Tec. Ósseo	RELMO
80	129	48,74	10,16	21,10	2,31
120	191	74,27	18,02	26,99	2,75
160	252	100,14	27,05	32,14	3,12
200	314	126,26	37,07	36,81	3,43
Conteúdo na Carcaça (g/kg PCAR)					
PCAR (Kg)	PCVZ (Kg)	Tec. Muscular	Tec. Adiposo	Tec. Ósseo	
80	129	609	127	264	
120	191	619	150	225	
160	252	626	169	201	
200	314	631	185	184	
Conteúdo no ganho de carcaça (g/kg PCAR) (GPCAR)					
PCAR (Kg)	PCVZ (Kg)	Tec. Muscular	Tec. Adiposo	Tec. Ósseo	
80	129	651	185	165	
120	191	661	218	140	
160	252	669	246	125	
200	314	674	269	115	

Os conteúdos totais dos tecidos muscular, adiposo e ósseo, elevaram-se com o aumento do peso da carcaça, mas o conteúdo de tecido muscular representou sempre mais de 50% do total, na faixa de pesos de carcaça compreendida na pesquisa. Entretanto, quando o conteúdo dos tecidos foi expresso em g/kg de PCVZ, verifica-se que o conteúdo de músculos se elevou em taxa decrescente, enquanto o conteúdo de tecido adiposo se elevou de forma mais acentuada e o conteúdo de ossos por kg de PCVZ reduziu-se continuamente, com a elevação do peso da carcaça. O aumento contínuo da participação do tecido adiposo e a redução relativa do tecido ósseo na carcaça, com a elevação do seu peso, estão em concordância com o demonstrado na literatura (Berg & Butterfield, 1976; Owens et al., 1993, 1995; Luchiari Filho, 2000).

Entretanto, os resultados para músculos diferem dos citados autores que mostram redução contínua da participação dos músculos, com o aumento do peso da carcaça. O comportamento atípico de aumento do tecido muscular com o aumento do peso da carcaça observado, no presente trabalho, pode ser atribuído a condições específicas da presente pesquisa, quais sejam: 1-os animais tinham sido desmamados recentemente, no início da pesquisa, sendo jovens e com grande impulso para desenvolvimento muscular; 2-sua dieta continha teores de energia de baixo a moderado e nesta condição a energia disponível seria direcionada prioritariamente para o desenvolvimento muscular (Berg & Butterfield, 1976; Owens et al., 1993, 1995); 3-haviam sofrido os estresses da desmama e da adaptação às condições experimentais, que diferiam daquelas da fazenda de origem. Estes fatores trouxeram um período de baixo ganho de peso que poderia predispor-los ao ganho compensatório, que geralmente se caracteriza por um período inicial de deposição mais acentuada de proteína corporal (Ryan, 1990; Hogg, 1991).

O teste de identidade de modelos (Graybill, 1976), aplicado às equações de regressão do logaritmo conteúdo total (kg) de proteína, gordura, cinzas e água da carcaça (kg), em função do logaritmo do PCAR, ajustadas para os dois tratamentos (suplementados e não-suplementados), mostrou não haver ($P > 0,05$) diferença entre modelos. Desse modo, foram ajustadas equações comuns aos dois tratamentos, para se estimar os conteúdos de cada componente químico, com o aumento do peso da carcaça (Tabela 3).

Tabela 3 - Equações de predição dos conteúdos na carcaça (kg) e por kg de ganho (Y e Y') de proteína (PTN), gordura (GORD), cinzas (CINZ) e água (H₂O), em função do peso da carcaça (X)

	Composição da Carcaça	Composição do GPCAR	r ²
PTN	$\text{Log}Y = -0,814660675 + 1,098305266 \times \text{log}X$	$Y' = 1,098305266 \times 0,153228421 \times X^{0,098305266}$	0,98
GORD	$\text{Log}Y = -4,046089024 + 2,292022984 \times \text{log}X$	$Y' = 2,292022984 \times 0,000089931 \times X^{1,292022984}$	0,72
CINZ	$\text{Log}Y = -1,063346732 + 0,958839675 \times \text{log}X$	$Y' = 0,958839675 \times 0,086427762 \times X^{-0,041160325}$	0,85
H ₂ O	$\text{Log}Y = 0,07608648 + 0,871525078 \times \text{log}X$	$Y' = 0,871525078 \times 1,19147924 \times X^{-0,128474922}$	0,98

As quantidades totais (kg) de proteína, gordura, cinzas e água na carcaça, bem como os conteúdos de proteína, gordura, cinzas e água por kg de carcaça, e por kg de ganho de carcaça estimados utilizando-se as respectivas equações de regressão e suas derivadas, para pesos de carcaça de 80 a 120 kg, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição química da carcaça e no ganho (Y e Y') obtida a partir das equações de predição dos conteúdos de proteína, gordura e cinzas no PCAR

		Totais na Carcaça (kg)				
PCAR (Kg)	PCVZ (Kg)	Proteína	Gordura	Cinzas	H ₂ O	G/PB
80	129	18,63	2,04	5,70	53,62	0,11
120	191	29,32	5,22	8,48	76,98	0,18
160	252	40,11	10,07	11,15	98,67	0,25
200	314	50,82	16,65	13,69	118,84	0,33
		Conteúdo na Carcaça (g/ kg CAR)				
PCAR (Kg)	PCVZ (Kg)	Proteína	Gordura	Cinzas	H ₂ O	
80	129	233	26	71	670	
120	191	244	44	71	642	
160	252	251	63	70	617	
200	314	254	83	68	594	
		Conteúdo no ganho de carcaça (g/kg CAR) (GPCAR)				
PCAR (Kg)	PCVZ (Kg)	Proteína	Gordura	Cinzas	H ₂ O	
80	129	259	59	69	591	
120	191	269	100	68	561	
160	252	277	145	67	541	
200	314	283	194	67	526	

Observa-se que as quantidades totais de proteína, gordura, cinzas e água aumentaram, com o aumento do peso de carcaça, o que seria uma consequência direta do aumento do peso da carcaça.

De modo semelhante ao verificado para músculos, não se observou decréscimo na concentração de proteína na carcaça e no ganho de carcaça (g/kg de ganho) à medida que o peso da carcaça se elevou, embora houvesse aumento da concentração de gordura e redução da concentração de cinzas. O comportamento dos animais da presente pesquisa, quanto à concentração de proteína na carcaça e no ganho contraria as informações apresentadas pelo ARC (1980) e a tendência observada por Fontes (1995) para concentração de proteína no PCVZ e no ganho de PCVZ. Os citados autores observaram que as concentrações de proteína no

PCVZ e no ganho de PCVZ diminuíram e a de gordura aumentou, com elevação do peso corporal dos animais. No presente trabalho, entretanto, os animais eram mais novos, portanto com maior impulso pra crescimento muscular e recebiam dieta menos energética (apenas pasto ou pasto+suplemento). Além disso, os animais do presente trabalho, conforme já discutido, haviam passado pouco antes pelo estresse da desmama e, no período de adaptação, por estresse climático, com temperaturas elevadas, ausência de chuvas e forte insolação, com reflexo negativo sobre o ganho de peso. Segundo Hogg (1991) e Rayan (1990), após um período de estresse nutricional os animais passam por uma fase inicial de maior deposição de proteína corporal.

O conteúdo de água por kg de carcaça ou por kg de ganho de carcaça tendeu a reduzir com o aumento do peso de carcaça, o que pode ser atribuído ao aumento verificado na deposição de tecido adiposo, conforme mostrado na Tabela 3, que tem baixo conteúdo de água.

CONCLUSÕES

A suplementação protéico-energética, em nível moderado, para animais pastejando forrageira tropical, possibilita aumento do ganho de peso diário, mas não altera a taxa de deposição de tecidos e dos componentes químicos da carcaça, quando animais suplementados e não suplementados são comparados a um mesmo peso de carcaça.

Em animais jovens, ingerindo quantidades moderadas de energia e sendo abatidos com baixos pesos corporais, pode não ocorrer redução do conteúdo de músculos e da concentração de proteína na carcaça e no ganho de carcaça, com a elevação do peso da carcaça. Nestes animais ocorre alto crescimento muscular, aceleração do ganho de tecido adiposo na carcaça e diminuição da quantidade de tecido ósseo no ganho e por kg de carcaça.

A relação músculo: osso aumenta, assim como a relação gordura: proteína, com o aumento de peso de carcaça do animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- BERG. R.T., BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University. 1976. 240p.
- BRASIL. [2000]. Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. **Instrução Normativa nº 03/00**. Disponível em:
<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em 30/03/2010.
- FELÍCIO, P.E. Fatores *ante e post mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1997. p.79-97.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, MG, 1995. p.419-455.
- GRAYBILL, F.A. **Theory and application of the linear model**. Massachussetts: Duxburg Press. 1976. 704p.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington, D.C., 1946. (Tech. Bulletin – USDA, 926).
- HOGG, B.W. Compensatory growth in ruminants. In: PEARSON, A.M; DUTSON, T.R. (Ed). **Growth regulation in farm animals**. London: Elsevier Science, 1991. v.7, p.103-134.
- KOCK, S.W.; PRESTON, R.L. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. **Journal of Animal Science**, v.48, p.319-327, 1979.
- LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, p.793- 806, 1968.
- LUCHIARI FILHO, A. A importância da classificação das carcaças bovinas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE NOVILHO PRECOCE, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: SAASP, CATI, 1995. p.125-128.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo:Luchiari Filho, 2000. p.134.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of beef cattle.** 7.ed. update. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 247p.
- 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.
- OWENS, F.N. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3152-3172, 1995.
- PROCESSI, E.F. **Influência da suplementação protéico-energética sobre a composição corporal e de ganho de animais em regime de pasto.** 2011. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF - RJ.
- RYAN, W.J. Compensatory growth in cattle and sheep. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.60, p.653-664, 1990.
- RIBEIRO, E.G.; FONTES, C.A.A.; PALIERAQUI, J.G.B., et al. Influência da irrigação, durante as épocas seca e chuvosa, na taxa de lotação, consumo e desempenho de novilhos em pastagens dos capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1546-1554, 2008.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002. 235p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Cornell: University Press, 1994. 476p.

Características qualitativas da carne de novilhos suplementados pastejando capim Mombaça

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da suplementação proteico-energetica sobre as características qualitativas da carne de novilhos em crescimento sob regime de pastejo. O experimento teve duração de 160 dias e envolveu 42 animais, com peso médio de 200 kg. Seis animais foram abatidos no início do período experimental (grupo referência – GR), 18 animais receberam suplementação (SUPL) e 18 não receberam suplementação (NSUPL). Os animais GR foram abatidos no início do período experimental e os demais no fim do experimento. Avaliou-se a influência da suplementação concentrada sobre a maciez, perdas por cocção (gotejamento + evaporação), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e quantidade total e solúvel de colágeno. A carne dos animais abatidos no início do experimento (grupo referência) apresentou menores valores ($P < 0,05$) de força de cisalhamento que a carne dos animais suplementados e não-suplementados, tomadas em conjunto. Entretanto, os valores para os três tratamentos situaram-se dentro dos limites de carne macia. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre a carne dos animais suplementados e não-suplementados quanto à força de cisalhamento. A carne dos animais do grupo GR apresentou maior valor ($P < 0,05$) para IFM que a carne dos animais dos tratamentos SUPL e NSUPL, tomadas em conjunto. Quanto à coloração, não houve diferença ($P > 0,05$) de valores das faixas L*, a* e b* entre a carne dos animais referência e a média conjuntada dos animais suplementados e não-suplementados. A carne de animais suplementados apresentou maior valor médio ($P < 0,05$) para a faixa a* (cor vermelho) que a carne de animais não-suplementados. Não se verificou diferença ($P > 0,05$) para perdas por gotejamento, por evaporação e perdas totais entre a carne dos animais referência e a média da carne dos animais suplementados e não-suplementados, tomadas em conjunto. A carne dos animais suplementados teve maiores perdas por cocção ($P < 0,05$) que a carne dos animais não-suplementados. Quanto à quantidade e solubilidade de colágeno, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os animais referência e a média para os animais suplementados e não-suplementados, tomadas em conjunto. Entretanto, verificou-se maior ($P < 0,05$) solubilidade de colágeno (%) na carne dos animais suplementados em relação à de animais não-suplementados. Os

valores observados para força de cisalhamento, IFM, colágeno solúvel e total na carne dos animais de todos os tratamentos são características de carne macia.

Palavras-chave: colágeno, coloração, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, qualidade de carne

Qualitative characteristics of the meat of supplemented steers grazing Mombaça-grass

ABSTRACT - The research aimed to evaluate the influence of protein and energy supplementation on qualitative characteristics of meat from growing steers raised under grazing. The experiment lasted 160 days and involved 42 animals, with an average initial weight of 200 kg. Six animals were slaughtered at the beginning of the trial (reference group - RG), 18 animals received supplement (SUPL) and 18 did not receive supplement (NSUPL). The GR animals were slaughtered at the beginning of the experimental period and the remaining animals at the end of the experiment. It was evaluated the influence of supplementation on tenderness, cooking loss (drip + evaporation), myofibrillar fragmentation index (MFI) and total and soluble collagen. The meat of animals slaughtered at the beginning of the experiment (GR) had lower shear values ($P < 0.05$) than average values for meat from supplemented and non-supplemented animals, taken together. However, the values for all treatments characterized tender meat. There was no difference between shear values ($P > 0.05$) for meat from supplemented and non-supplemented animals. The meat of reference animals (GR group) showed higher ($P < 0.05$) MFI values than meat from animals of SUPL and NSUPL treatments, taken together. In relation to the color of meat, there were no differences ($P > 0.05$) regarding to values for bands L^* , a^* and b^* between GR animals and the average for animals supplemented and non-supplemented, taken together. The meat of supplemented animals showed higher ($P < 0.05$) value for a^* band (red color) than meat from non-supplemented animals. There were no differences ($P > 0.05$) for drip loss, evaporation loss and total loss of meat from reference animals and the average values for supplemented and non-supplemented animals, taken together. The meat of supplemented animals had higher cooking losses ($P < 0.05$) than meat from the non-supplemented ones. With relation to quantity and solubility of collagen, there was no difference ($P > 0.05$) between the meat of GR

animals and mean values for supplemented and non-supplemented animals, taken together. The meat of supplemented animals showed higher ($P < 0.05$) percent collagen solubility (%) than meat from non-supplemented animals. The observed values for shear force, MFI, total and soluble collagen of meat from animals of all treatments characterized tender meats.

Key-words: collagen, coloring, meat quality, myofibrillar fragmentation index, shear force

INTRODUÇÃO

O mercado consumidor tem enfatizado a qualidade dos produtos alimentícios. No mercado nacional de carne bovina, a falta de padronização do produto constitui ainda grande problema. Muitas vezes, o produto que chega à mesa dos consumidores é a carne de animais com idade avançada e, conseqüentemente, de inferior qualidade com relação à maciez (Restle et al., 1999).

Diversos trabalhos (Whipple et al., 1990a; Wheeler et al., 1990; Shackelford et al., 1991) têm associado a menor maciez no músculo de zebuínos à maior concentração da calpastatina, que inibe a ação das calpaínas. No Brasil, Rubensam et al. (1998) concluíram que à medida que a participação do genótipo *Bos indicus*, em cruzamento com bovinos *Bos taurus*, ultrapassa 25%, a atividade de calpastatina e a força de cisalhamento do contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*) aumentam, resultando em carne de pior textura, ou seja, mais dura.

A utilização de cruzamentos entre raças européias e zebuínas possibilita capitalizar os efeitos aditivos de genes das diferentes raças cruzantes e aumentar a heterozigose (e heteroze), possibilitando a obtenção de animais capazes de produzir carne com características qualitativas de maior aceitação no mercado internacional. Outro fator que também deve ser trabalhado, capaz de introduzir melhoria substancial na cadeia de carne nacional é a adoção de dietas que possam suprir as exigências dos animais, e influenciando positivamente no desempenho animal e na qualidade da carne produzida.

Dentre os aspectos relacionados com a maciez da carne destaca-se o conteúdo de colágeno, que tem relações danosas com qualidades desejáveis da carne e se eleva com a idade do animal. A quantidade de colágeno pode ser

amenizada abatendo-se animais mais novos e utilizando-se raças continentais, as quais apresentam menor quantidade de colágeno, e são mais tardias com relação à maturidade fisiológica, o que torna tardia a maturidade do colágeno (Bailey, 1985).

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) é outro fator interligado com a maciez da carne. O IFM representa a alteração estrutural de miofibrilas naturais e identifica a variação da maciez pela taxa e a extensão da proteólise (Dabés, 2000), que podem ser afetadas por fatores como: *rigor mortis* e “cold shorting”.

A capacidade de retenção de água após forças externas também deve ser levada em conta, já que esta é importante para a manutenção da suculência do alimento e para evitar perdas nutricionais da carne (Cheftel et al., 1986).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência da suplementação protéico-energética sobre características indicadoras da qualidade da carne como maciez, coloração, perdas por cocção, quantidade de colágeno total e índice de fragmentação miofibrilar em novilhos pastejando capim Mombaça (*Panicum maximum*, cv. mombaça).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa de Zootecnia do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal (LZNA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes – RJ, no período de janeiro a julho de 2010. O experimento foi instalado em uma área de 9,0 ha, de relevo plano, cultivada com capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). A área é equipada com um sistema de irrigação por aspersão em malha de baixa pressão e dividida em 32 piquetes de 0,25 ha.

A pastagem foi manejada em regime de lotação intermitente, com períodos de ocupação e descanso de quatro e 28 dias, respectivamente. Durante o período experimental, foram avaliados cinco ciclos de pastejo, totalizando 160 dias. A taxa de lotação foi variável (*put and take*), mantendo-se a biomassa de folhas verdes (BFV) ao redor de 6% do PV, com o uso de animais reguladores. A estimativa da BFV e o cálculo da taxa de lotação foram realizados antes da entrada dos animais, em piquetes representativos de cada porção homogênea (bloco) da pastagem, conforme metodologia descrita por Ribeiro et al. (2008).

Na irrigação das pastagens, foi adotado o turno de rega de sete dias, buscando-se repor 100% da evapotranspiração de referência. A reposição de nutrientes do solo foi feita racionalmente, considerando critérios como a fertilidade natural, as condições climáticas e a produção animal esperada, entre outros.

Foram utilizados 42 animais Brangus X Zebu, com peso vivo médio inicial de aproximadamente 200 kg, dos quais, seis escolhidos aleatoriamente foram abatidos no início do experimento (grupo referência). Os 36 animais restantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos de 18 animais, cada um alocado em uma repetição de área. Os 18 animais de cada repetição de área foram divididos aleatoriamente em dois grupos e alocados em dois tratamentos: 1—suplementação com concentrado energético-protéico (SUPL); 2—não-suplementação (NSUPL). Antes do início do experimento, durante um período de adaptação de 32 dias, os animais completaram um ciclo de pastejo na área experimental, estando sujeitos às mesmas condições de pasto e manejo estabelecidas para o período experimental. Paralelamente, os animais foram adaptados à suplementação e aos procedimentos experimentais potencialmente estressantes, sendo conduzidos ao curral de manejo adjacente à pastagem, em intervalos cada vez mais frequentes. Gradualmente, os animais foram adaptados ao manejo no tronco de contenção. Durante os intervalos entre ciclos os animais foram pesados.

Durante o experimento, além do pasto constituído por capim Mombaça, os animais receberam os suplementos em baias individuais. Para tal, os animais de ambos os tratamentos eram conduzidos às baias, onde permaneciam das 9h às 13h, recebendo o suplemento concentrado, acrescido de suplemento mineral peletizado, (tratamento SUPL), ou apenas o suplemento mineral peletizado (tratamento NSUPL). O suplemento concentrado constituiu-se de 60% de milho moído, 30% de farelo de trigo e 10% de farelo de soja e em sua composição bromatológica continha: 83,35% de MS, 16,04% de PB, 1,15% de extrato etéreo (EE) e 3,3% de matéria mineral (MM). A cada ciclo de pastejo, a quantidade individual do suplemento fornecido era ajustada para 0,6% do peso vivo (PV) dos animais. O suplemento mineral peletizado foi fornecido, individualmente, na quantidade de 100g por dia.

Na constituição do suplemento mineral, preparou-se uma mistura contendo 80% do suplemento concentrado e 20% de um núcleo de minerais, que foi, a seguir, peletizada. Em sua composição bromatológica o suplemento mineral continha:

91,04% de MS, 10,70% de PB; 2,52% de EE, 12,14% MM, 59,36% de NDT; 2,27% de cálcio; 2,28% de fósforo; 0,53% de potássio; 3,52% de sódio; 5,32% de cloro; 0,33% de magnésio; 0,3% de enxofre; 184,35 mg/kg de cobre; 372,22 mg/kg de manganês; 624,96 mg/kg de zinco; 10,80 mg/kg de iodo; 3,15 mg/kg de selênio e 10,80 mg/kg de cobalto.

O consumo alimentar individual foi estimado em dois ensaios durante o período experimental, utilizando-se a técnica do duplo indicador (óxido crômico e lignina em permanganato de potássio (Van Soast, 1994), descrito por Processi (2011).

Para a determinação da composição corporal dos animais foi utilizado o método do abate comparativo descrito por Lofgreen & Garrett (1968) e adaptado por Fontes et al. (2005).

No início do experimento, foram abatidos seis animais representativos dos demais (grupo referência) (GR) e sua composição corporal (conteúdo de proteína, gordura e energia) foi utilizada como representativa da composição corporal inicial dos 36 animais remanescentes. No fim do período experimental, os animais remanescentes foram igualmente abatidos.

Os animais foram pesados, após jejum de 16 horas, e abatidos. O abate dos animais referência e dos animais experimentais foi realizado em abatedouro oficial, de acordo com as normas federais prescritas para o abate humanitário de bovinos (Brasil, 2000).

Após o abate as carcaças foram divididas em duas meias-carcaças, as quais foram resfriadas, por um período de 24h a -5°C. Após o resfriamento, foram retiradas duas amostras do músculo *Longissimus dorsi*, uma amostra correspondente à seção da 12ª costela e a outra correspondente a 13ª costela, da carcaça esquerda de cada animal. Em seguida, as amostras foram identificadas e congeladas a -15°C. Posteriormente, as amostras foram colocadas em caixa de isopor e transportadas congeladas para o Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde permaneceram em câmara de congelamento a -20°C até o momento da realização das análises. As amostras ainda congeladas foram limpas, retirando-se a gordura e o tecido conectivo aparente, e em seguida divididas em quatro partes, cada parte destinada a um tipo de análise.

Para quantificação da força de cisalhamento foi utilizado o procedimento proposto por Wheeler et al. (2001). Foram utilizados bifes de 2,54 cm de espessura

descongelados sob refrigeração (4°C) durante 16 horas. Logo após o descongelamento, os bifes foram assados em forno elétrico pré-aquecido a 150°C. No procedimento de cozimento foi introduzido no centro geométrico de cada bife um termoacoplador ligado em termômetro tipo K, para monitoramento da temperatura interna até que essa atingisse 71°C. Os bifes foram então colocados em resfriamento (4°C) durante 16 horas. Decorrido esse tempo, foram retiradas oito amostras cilíndricas com 1,27 cm de diâmetro cada, paralelamente à orientação das fibras musculares, utilizando-se amostrador de aço inox. As amostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em V, com angulação de 60°, 1,016 mm de espessura e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada ao texturômetro Warner-Bratzler® (G-R Electrical Manufacturing Company, Manhattan – KS, USA).

Para as análises de perdas de exsudado da carne foram utilizadas as mesmas amostras assadas da análise de força de cisalhamento. Os dados de perdas por exsudação foram obtidos pela pesagem de bandejas de cozimento com e sem amostras de carne. As pesagens foram realizadas antes e após o cozimento das amostras e a relação percentual de perda de peso das bandejas com as amostras representou as perdas por evaporação. O acréscimo de peso das bandejas após o cozimento, sem as amostras, representou as perdas por gotejamento que, acrescidas às perdas por evaporação, resultaram nas perdas por cocção.

Para a análise de coloração da carne foram utilizados bifes com 2,54 cm de espessura, previamente descongelados. Após 30 minutos de exposição ao ar em ambiente refrigerado (4°C) foi realizada a leitura para as faixas de L*, a*, b*, conforme o sistema CIELAB, em colorímetro (Color Quest II) ajustado à fonte iluminante D65 e ângulo de 10° para o observador. O máximo valor de L* (luminosidade) é 100 e representa uma perfeita reflexão difusa, enquanto que o valor mínimo é zero e caracteriza o preto. Os eixos a* e b* não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a*: variando de -80 a zero, correspondente ao verde, e de zero a +100, correspondente ao vermelho; e b*: variando de -100 a zero, correspondente ao azul, e de zero a +70, correspondente ao amarelo (Hunterlab). Foram realizadas cinco leituras em pontos diferentes do bife para obtenção dos valores de L, a*, b*.

Para a quantificação do colágeno foi realizada a homogeneização de um bife com 1 cm de espessura em liquidificador industrial. O colágeno e suas frações foram quantificados pelo aminoácido hidroxiprolina, segundo metodologia proposta por Woessner Jr. (1961) e modificada no Laboratório de Bioquímica das Proteínas do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências Unesp – Botucatu, conforme descrito por Hadlich et al. (2006). Cinco gramas de carne congelada foram colocados em tubos plásticos com 20 mL de água destilada e submetidos a banho-maria por duas horas a 80°C. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas por um minuto em *Ultra-turrax* e, então, centrifugadas a 1000 x g por 15 minutos, em temperatura de 4°C. O sobrenadante foi filtrado e neste adicionou-se 30 ml de ácido clorídrico (HCl 6 N) e ao sedimento foram adicionados 50 ml de 6 N HCl. As amostras foram hidrolisadas em estufa 105°C por 16 horas. (Cross et al., 1973). Após a hidrólise, as amostras do sedimento e sobrenadante foram diluídas em água destilada nas proporções de 1:25 e 1:10, respectivamente, e tiveram o pH ajustado para pH 6,0 com solução de hidróxido de sódio (NaOH 2 N). Foram transferidos para dois tubos de ensaio, 2,0 ml da fração do sobrenadante e sedimento das amostras, respectivamente. Aos tubos foi adicionado 1 ml de tampão Cloramina-T e após repouso por 20 minutos em temperatura ambiente, adicionou-se 1 ml de reagente de cor (5 g de 4-dimetilaminobenzaldeído; 20 ml de propanol; 9 ml de ácido perclórico 60%) em cada tubo. As amostras foram levadas a banho-maria por 15 minutos a 60°C. Após o resfriamento foi feita leitura das amostras em espectrofotômetro (560nm).

Os valores de colágeno total e solúvel foram calculados através das equações descritas abaixo:

$$\% \text{ Colágeno no sedimento} = \frac{\text{absorbância} \times F^* \times 250 \times 100 \times 7,25^a \times 10^{-6} \times 100}{10 \times 2 \times \text{peso da amostra de carne (g)}}$$

$$\% \text{ Colágeno no sobrenadante} = \frac{\text{absorbância} \times F^* \times 100 \times 50 \times 7,52^b \times 10^{-6} \times 100}{10 \times 2 \times \text{peso da amostra de carne (g)}}$$

$$\% \text{ Colágeno total} = \% \text{ Colágeno no sedimento} + \% \text{ Colágeno no sobrenadante}$$

$$\% \text{ Colágeno solúvel} = \frac{\% \text{ Colágeno no sobrenadante} \times 100}{\% \text{ Colágeno total}}$$

*F é o valor referente à absorvância equivalente a 1mg de hidroxiprolina obtido na curva padrão construída seguindo o mesmo procedimento realizado com as amostras.

^aFator de conversão de hidroxiprolina em colágeno para o sedimento conforme sugerido por Cross et al. (1973).

^bFator de conversão de hidroxiprolina em colágeno para o sobrenadante conforme sugerido por Cross et al. (1973).

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi determinado conforme descrito por Culler et al. (1978). Inicialmente, com auxílio de uma faca, foi realizada a homogeneização dos bifes de 1 cm de espessura, destinados à análise de IFM. Após a obtenção de amostra homogênea, foram retiradas 4 gramas do músculo *Longissimus dorsi* livres de gordura e tecido conjuntivo. As amostras foram homogeneizadas em *Ultra – turrax* com haste de cisalhamento (Marconi – MA 102/E) em 40 ml de solução tampão de índice de fragmentação miofibrilar (TIFM) a 2°C (100 mM KCL, 20 mM de fosfato de potássio pH 7,0, 1 mM de EGTA, 1 mM MgCl₂, 1 mM NaN₃, pH 7,0) duas vezes durante 30 segundos por vez. Após a homogeneização, as amostras foram centrifugadas a 1000 x g por 15 minutos, a 2°C e o sobrenadante descartado. O pellet foi re-suspenso em 40 ml de TIFM com bastão de vidro e a amostra centrifugada novamente a 1000 x g por 15 minutos, a 2°C. Após a centrifugação, o sobrenadante foi novamente descartado e o pellet re-suspenso em 10 ml de TIFM a 2°C, homogeneizado sob agitação vigorosa em vórtex e em seguida o material foi filtrado em peneira de polietileno com malha de 1 mm. Foram adicionados novamente 10 ml de TIFM a 20°C para lavagem do tubo de centrifuga e para auxiliar na filtragem. Realizou-se a quantificação de proteínas miofibrilares totais pelo método do macro biureto conforme descrito por Gornall et al. (1949). Para determinação de IFM as amostras foram preparadas com o TIFM para um volume final de 8 ml e concentração de proteína de 0,5 mg/ml. As amostras foram homogeneizadas e submetidas à leitura de absorvância (540nm) e o valor de IFM obtido pelo cálculo:

$$\text{IFM} = \text{absorbância} \times 200$$

em que 200 = fator de escala para converter os valores de absorbância em IFM, conforme sugerido por Culler et al. (1978).

As análises de variância foram feitas utilizando-se o procedimento PROC GLM do SAS 9.0 para Windows (Statistical Analysis System Institute Inc.). As comparações de médias foram feitas por meio dos contrastes: 1 – grupo referência versus tratamentos suplementados + não-suplementados; 2 – tratamentos suplementados versus não-suplementados. Todos os testes foram realizados considerando-se nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais suplementados consumiram em média 3,95 kg de MS de forragem e 1,59 kg de MS de concentrado+suplemento mineral peletizado, enquanto os animais não-suplementados consumiram em média 3,75 kg de MS de forragem e 0,065 kg de MS de suplementação mineral. Verificou-se o ganho de peso médio diário de 0,536 kg para animais suplementados e de 0,178 kg para animais não-suplementados.

Os animais do grupo referência tiveram valores mais baixos ($P < 0,05$) para força de cisalhamento quando comparados aos animais suplementados (SUPL) e não-suplementados (NSUPL) tomados em conjunto (Tabela 1). A maior maciez da carne dos animais GR está, provavelmente, ligada à sua menor idade ao abate (nove meses versus 16 meses). Não houve diferença ($P > 0,05$), quanto a força de cisalhamento, entre animais dos tratamentos SUPL e NSUPL.

Os valores de força de cisalhamento verificados para os grupos GR, SUPL e NSUPL, respectivamente de 2,04; 2,61 e 2,61 kgf/cm² encaixam-se dentro do padrão de carne macia proposto por Shackelford et al. (1991), que consideraram carne com boa maciez aquela com valor inferior a 4,6 kgf/cm² e por Alves et al. (2005), que consideraram a carne de boa maciez aquela com força de cisalhamento inferior a 4,5 kgf/cm².

O decréscimo na maciez da carne está associado com o aumento da idade do animal, dentre outros fatores. O efeito do tempo de terminação na maciez da carne foi constatado por Moody et al. (1970) e Van Koevering et al. (1995), os quais verificaram que em animais confinados alimentados por períodos longos (150 dias) a maciez decresceu.

Tabela 1 - Força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar (IFM), coloração, perdas e quantidade de colágeno do músculo *Longissimus dorsi* do grupo de animais referência (GR) e animais suplementados (SUPL) e não-suplementados (NSUPL)

Variável ¹	Tratamento			Contrastes e níveis de probabilidade		CV(%) ⁴
	GR	SUPL	NSUPL	GR X GE ²	SUPL X NSUPL ³	
FC (kg/cm ²)	2,04	2,61	2,61	0,0095	0,9903	18,54
IFM (%)	72,09	63,30	56,37	0,0625	0,0592	20,20
Coloração						
L*	28,52	27,95	29,74	0,8085	0,0867	10,48
a*	9,22	10,05	9,00	0,6490	0,0434	15,69
b*	9,11	9,44	8,88	0,9401	0,2762	16,39
Perdas (%)						
Gotejamento	2,32	5,49	3,86	0,0570	0,0833	62,49
Evaporação	15,05	14,07	12,20	0,1978	0,1037	24,60
Totais por Cocção	17,37	19,56	16,06	0,8378	0,0397	27,30
Colágeno						
Total (mg/g)	10,69	12,86	11,28	0,5849	0,4145	47,77
Total (%)	1,07	1,29	1,13	0,5854	0,4175	47,77
Solúvel (%)	91,00	90,42	88,60	0,2043	0,0456	2,91

¹ FC=força de cisalhamento; IFM=índice de fragmentação miofibrilar; L, a* ,b*= faixas da coloração; ²Contraste entre GR X GE (SUPL+NSUPL) ³Contraste entre SUPL X NSUPL; ⁴CV=coeficiente de variação

Com relação ao índice de fragmentação miofibrilar (IFM), os animais do grupo referência (GR) apresentaram maiores valores (P<0,05) que a média dos animais suplementados e não-suplementados, tomada em conjunto. Essa diferença ocorreu devido à menor idade dos animais do grupo GR. Não houve diferença (P>0,05) quanto ao IFM entre os animais dos tratamentos SUPL e NSUPL, apesar dos animais não suplementados apresentarem menor valor de IFM (56,37%) que os

animais suplementados (63,30%), o que pode ser explicado devido a um possível encurtamento das fibras musculares pelo frio, "cold shorting", já que os animais não-suplementados eram mais leves e com menor acabamento que os animais suplementados. O IFM é usado como indicador da maciez da carne. Culler et al. (1978) estabeleceram que, para o músculo *Longissimus dorsi*, valores de IFM acima de 60% caracterizam carne muito macia, valores entre 50 e 60% maciez moderada e valores abaixo de 50% ausência de maciez.

O IFM apresenta, geralmente, relação inversa com a força de cisalhamento, pois à medida que se aumentam os valores de IFM, diminuem-se os valores obtidos pela força de cisalhamento (Koochmarie, 1990).

Em relação à coloração da carne, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para a faixa L* (luminosidade) e a faixa b* (intensidade de amarelo) entre os grupos GR e os animais dos tratamentos SUPL e NSUPL tomados em conjunto, assim como entre os tratamentos SUPL X NSUPL.

A faixa L* está diretamente relacionada ao pH final da carcaça, que designa o ponto isoelétrico em que as proteínas musculares se encontraram. Quanto maior for o pH final maior será a associação da água do músculo às proteínas musculares, apresentando-se assim, como uma barreira para difusão da luz (Lawrie, 1985). Não foi observada diferença quanto a faixa L*, e isto pode estar relacionado a valores de pH finais da carcaça próximos entre os tratamentos. Entretanto, o pH final não foi determinado no presente estudo.

Com relação à faixa b*, os animais não diferiram entre si provavelmente devido a pouca idade, apesar de terem como fonte principal de alimento, a pastagem, que é rica em carotenóides. Segundo Reis (2009), a faixa b* é influenciada pela coloração da gordura. A intensidade de amarelo (b*) é mais pronunciada quanto mais tempo os animais utilizem como fonte principal de alimentação a pastagem, por ocorrer maior deposição de carotenóides oriundos de plantas forrageiras, na gordura. No presente trabalho os valores encontrados foram baixos, uma vez que o valor de b* pode variar de zero a +70, correspondente ao amarelo.

Já em relação à faixa a* (intensidade de vermelho), não houve diferença ($P>0,05$) entre o grupo GR e a média dos tratamentos SUPL e NSUPL tomados em conjunto (tabela 1). Entretanto, entre os tratamentos SUPL e NSUPL houve diferença ($P<0,05$), com maior valor para animais suplementados. A composição do

músculo tende a se modificar com o avançar da idade do animal (Lawrie, 1985), ocorrendo redução na capacidade de oxigenação celular, havendo assim necessidade de maiores quantidades de mioglobinas no músculo, que são responsáveis pela retenção de oxigênio na célula. A diferença observada na faixa a^* entre os grupos SUPL e NSUPL pode estar relacionada não com a idade dos animais, mas com a maior deposição de tecido muscular no grupo SUPL, em resposta ao maior consumo de proteína e energia. Deve-se, entretanto, ressaltar que a carne dos animais de todos os grupos apresentava-se clara, indicando baixa concentração de mioglobina, em função do abate precoce. O valor da faixa a^* neste experimento atingiu valor máximo de 10,05, quando a faixa de a^* varia de zero a +100.

Observou-se uma tendência ($P=0,0570$) de menor perda por gotejamento para o grupo GR, em relação aos animais SUPL e NSUPL, em conjunto. Também houve tendência ($P=0,0833$) de menor perda por gotejamento nos animais do tratamento NSUPL em relação aos SUPL. Durante o processo de cocção da carne, foi observada a presença de gordura em meio ao exsudado na perda por gotejamento. Desta forma, os animais com maior conteúdo de gordura intramuscular tenderam a apresentar maior perda por gotejamento.

Não houve diferença ($P>0,05$) quanto às perdas por evaporação entre o grupo GR e a perda média dos grupos SUPL e NSUPL, e nem diferença ($P>0,05$) entre as perdas por gotejamento dos tratamentos SUPL e NSUPL, conforme mostraram os contrastes de média.

Com relação às perdas totais por cocção não houve diferença ($P>0,05$) entre o tratamento GR e a média dos grupos SUPL e NSUPL tomados em conjunto. Entretanto, os animais do tratamento SUPL tiveram maiores ($P<0,05$) perdas totais que os NSUPL. Os animais do tratamento SUPL receberam suplementação ocasionando, por mais que mínima, a deposição de gordura intramuscular, e isto pode ser o fator que determinou sua maior porcentagem de perdas totais. Segundo Costa et al. (2002), há uma relação positiva entre marmorio e perda por cocção (aumentos no grau de marmorização representam acréscimos nas perdas por cocção). Com base no nível de alimentação dos animais sem suplementação, pode-se admitir que, provavelmente, estes não possuísem quantidade de glicogênio suficiente para abaixar o pH de forma adequada, o que explicaria a maior retenção

de água. A capacidade de retenção de água (CRA) da carne está diretamente ligada ao seu conteúdo de gordura (Lawrie, 1985).

Não houve diferença ($P > 0,05$) na quantidade total (mg/g) e na quantidade percentual de colágeno entre os tratamentos. O colágeno é o principal constituinte do tecido conectivo que dá resistência ao músculo e aos tendões. Segundo Cranwell et al. (1996), o colágeno total é relativamente constante nos animais nas diferentes idades (em torno de 2%), mas com o aumento da idade as ligações se tornam mais resistentes e estáveis, conferindo à carne maior resistência ao corte.

Com relação à solubilidade do colágeno houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos SUPL X NSUPL. Os animais do tratamento SUPL, que recebiam 6g de concentrado por kg de PV, tiveram percentual médio de colágeno solúvel mais alto que aqueles do tratamento NSUPL, que não recebiam concentrado. Isto pode estar relacionado ao maior ganho de peso dos animais do tratamento SUPL. Crouse (1986) afirmou que a intensidade de ganho de peso tem influência na maciez da carne, pois animais que atingem mais rápido o máximo de crescimento muscular formam colágeno de maior solubilidade. Pode-se, portanto, inferir que os animais que tiveram menor ganho de peso possuíam maior proporção de colágeno insolúvel, que analisado de forma isolada, torna a carne menos macia.

Deve-se, entretanto, ressaltar que os animais dos três tratamentos, por se tratarem de animais novos, apresentavam carne com alto percentual de solubilidade de colágeno, o que pode estar associado às características de maciez da carne verificada.

CONCLUSÕES

Animais jovens criados em pastagens, abatidos com baixo peso corporal, apresentam carne macia, mesmo quando submetidos a tratamento que resulte em baixo ganho diário de peso.

A faixa a^* (cor vermelha) é maior para animais, em crescimento, recebendo suplementação, devido a alguma diferenciação muscular no período de vida do animal.

A carne de animais não-suplementados apresenta menor perda de peso por cocção que a carne dos animais suplementados.

A porcentagem de solubilidade de colágeno é maior em animais suplementados, em relação aos não-suplementados, e os valores para os diferentes grupos são elevados em animais abatidos jovens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES D. D. , GOES R. H. T. B., MANCIO A. B.. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005
- BAILEY, A.J. The role of collagen in the development of muscle and relationship to eating quality. **Journal of animal Science**, n. 6, v. 60, p. 1580-1587, 1985.
- BRASIL. [2000]. Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. **Instrução Normativa nº 03/00**. Disponível em:
<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em 30/03/2010.
- CHEFTEL, J. C., CUQ, J. L., LORIENT, D. **Proteínas alimentarias**. Zaragoza :Acribia, 1986. 346p.
- COSTA, E.C. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002.
- CRANWELL, C.D. et al. Influence of steroid implants and concentrate feeding on carcass an *Longissimus* muscle sensory and collagen characteristics of cull beef cows. **Journal of Animal Science**, v.74, p.1777-1783, 1996.
- CROSS, H.R.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, v.38, n.6, p.998- 1003, 1973.
- CROUSE, J. D.; CALKINS, C. R.; SEIDEMAN, S. C. The effects of rate of change in body weight I tissue development and meat quality of youthfull bulls. **Journal Animal of Science**, v.63, p.1824-1829,1986.
- CULLER, R.D. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine *Longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, v.43, n.4, p.1177-1180, 1978.

- DABÉS, A.C. Maturação da carne bovina: alterações estruturais. **Revista Nacional da Carne**, v.24, n.283, p.66-71, 2000.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, MG, 1995. p.419-455.
- HADLICH, J.C. et al. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.28, n.1, p.57-62, 2006.
- KOOMARAIE, M. Inhibition of postmortem tenderization in ovine carcasses through infusion of zinc. **Journal of Animal Science**, v.68, n.5, p.1476-83, 1990.
- LAWRIE R.A. **Meat science**. 4.ed. New York: Pergamon Press, 1985. 451p.
- LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, p.793- 806, 1968.
- MOODY, W.G. et al. Influence of length of feeding a high roughage ratio on quantitative and qualitative characteristics of beef. **Journal of Animal Science**, v.31, p.866-873, 1970.
- PROCESSI, E.F. **Influência da suplementação protéico-energética sobre a composição corporal e de ganho de animais em regime de pasto**. 2011. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF - RJ.
- REIS, S.F. **Características de crescimento e qualidade da carne de novilhas de corte de diferentes classes de consumo alimentar residual**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- RESTLE, J. et al. Característica de Carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n. 6, p.1245-1251, 1999.
- RIBEIRO, E.G.; FONTES, C.A.A.; PALIERAQUI, J.G.B., et al. Influência da irrigação, durante as épocas seca e chuvosa, na taxa de lotação, consumo e desempenho de novilhos em pastagens dos capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1546-1554, 2008.
- RUBENSAM, J.M; FELÍCIO, P.E.; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, p.1235-1241, 1998.

- SHACKELFORD, S.D. et al. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.171-177, 1991.
- VAN KOEVERING, M.T. et al. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.21-28, 1995.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornell: University Press, 1994. 476p.
- WHEELER, T.L. et al. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n.12, p.4206- 4220, 1990.
- WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. **Shear force procedures for meat tenderness measurement**. Clay Center: Roman L. Hruska U.S. MARC. USDA, 2001. 7p.
- WHIPPLE, G. et al. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in Bos taurus and Bos Indicus cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n.9, p.2716-2728, 1990a.
- WOESSNER JUNIOR, J.F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid. **Archive of Biochemistry and Biophysics**, v. 93, n.3, p.440-447, 1961.

5. CONCLUSÕES GERAIS

A suplementação com concentrados aumenta o peso e rendimento de carcaça de animais pastejando forrageira tropical.

A suplementação reduz a perda de peso da carcaça pelo resfriamento.

A suplementação traz aumento da área total de olho-de-lombo de animais em crescimento, entretanto não altera a área de olho-de-lombo, como proporção do peso corporal.

A suplementação de animais em crescimento traz aumento do peso absoluto de todos os componentes da não-carcaça. Entretanto, quando os pesos são expressos em porcentagem do PCVZ, os valores para os animais abatidos mais novos e não-suplementados são mais elevados do que daqueles suplementados.

A suplementação protéico-energética, em nível moderado, para animais pastejando forrageira tropical, possibilita aumento do ganho de peso diário, mas não altera a taxa de deposição de tecidos e dos componentes químicos da carcaça, quando animais suplementados e não suplementados são comparados a um mesmo peso de carcaça.

Em animais jovens, ingerindo quantidades moderadas de energia e sendo abatidos com baixos pesos corporais, pode não ocorrer redução do conteúdo de músculos e da concentração de proteína na carcaça e no ganho de carcaça, com a elevação do peso da carcaça. Nestes animais ocorre alto crescimento muscular, aceleração do ganho de tecido adiposo na carcaça e diminuição da quantidade de tecido ósseo no ganho e por kg de carcaça.

A relação músculo: osso aumenta, assim como a relação gordura: proteína, com o aumento de peso de carcaça do animal.

Animais jovens criados em pastagens, abatidos com baixo peso corporal, apresentam carne macia, mesmo quando submetidos a tratamento que resulte em baixo ganho diário de peso.

A faixa a* (cor vermelha) é maior para animais, em crescimento, recebendo suplementação, devido a alguma diferenciação muscular no período de vida do animal.

A carne de animais não-suplementados apresenta menor perda de peso por cocção que a carne dos animais suplementados.

A porcentagem de solubilidade de colágeno é maior em animais suplementados, em relação aos não-suplementados, e os valores para os diferentes grupos são elevados em animais abatidos jovens.