

CLÁUDIO TEIXEIRA LOMBARDI

**DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E DO GANHO,
CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE
BOVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR
IN NATURA OU ENSILADA COM ADITIVOS**

Tese 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 Doutor em Ciência Animal

Orientador: Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

2013

CLÁUDIO TEIXEIRA LOMBARDI

**DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E DO GANHO,
CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE
BOVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR
IN NATURA OU ENSILADA COM ADITIVOS**

Tese 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 Doutor em Ciência Animal

Aprovada em 14 de novembro de 2013

BANCA EXAMINADORA

Prof. Alberto Magno Fernandes (Doutor, Zootecnia) - UENF

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

Prof. Nivaldo de Faria Sant'Ana (Doutor, Ciência Animal) - UFRRJ

Prof. Rogério de Paula Lana (PhD, Animal Science) - UFV

Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes (PhD, Animal Science) - UENF
Orientador

Ao meu saudoso pai, Geraldo Lombardi, exemplo de homem, caráter e dedicação à família, do qual tenho grande orgulho e gratidão e que, de onde quer que esteja, comemora comigo mais esta conquista.

A minha querida mãe, Maria da Penha Teixeira Lombardi, pelo carinho e amor e por estar presente em todos os momentos de minha vida.

Aos meus filhos, Eduardo e Marcela, pelo carinho e amor.

A Raquel Amaral pelo amor, carinho, compreensão e incentivo ao meu lado em todos os momentos ao longo de cinco anos e por todos que ainda virão.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu forças para superar os momentos difíceis de minha vida e para vencer mais esta etapa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo financiamento deste projeto que culminou com a presente tese.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela oportunidade de realização deste curso.

Aos meus pais, Geraldo Lombardi (*in memorian*) e Maria da Penha Teixeira Lombardi, pelo carinho, amor e por tudo que me proporcionaram.

Ao Professor Carlos Augusto de Alencar Fontes, pela orientação, compreensão, amizade e pelos valiosos ensinamentos.

Aos professores da Pós-Graduação, pela atenção, dedicação e pelos valiosos conhecimentos transmitidos.

Aos Professores Alberto Magno Fernandes, Fábio da Costa Henry, Nivaldo de Farias Sant'Ana (UFRRJ) e Rogério de Paula Lana (UFV), pelas sugestões.

Ao amigo e técnico do LZNA, João Gomes de Siqueira, pelo apoio.

A Karina Zorzi (*in memorian*) pela amizade, convivência e pelo apoio nas análises qualitativas da carne.

Ao amigo Tiago Cunha (Bussunda) pela convivência e amizade no decorrer de todo o experimento.

Ao Laboratório de Qualidade de Carne, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG, pelo apoio na realização das análises qualitativas da carne.

Aos companheiros e bolsista de trabalho: Felipe, Elizabeth, Viviane Laila, Wellington, Ítalo, Jéssica, pela ajuda e dedicação na realização deste trabalho.

Aos demais colegas, pela convivência e amizade no decorrer do curso.

Aos funcionários do Colégio Agrícola Antônio Sarlo, 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.

Aos irmãos, cunhados e sobrinhos, pelo apoio e força para realização deste trabalho.

Aos meus filhos, Eduardo e Marcela, pelo amor e carinho.

A Raquel Amaral, pelo seu amor, compreensão, dedicação e incentivo em mais esta etapa de minha vida.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

BIOGRAFIA

Cláudio Teixeira Lombardi, filho de Geraldo Lombardi e Maria da Penha Teixeira Lombardi, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 29 de abril de 1969.

Graduou-se, em janeiro de 1994, em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa – MG.

Obteve, em setembro de 1996, o título de Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa – MG, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes.

Em julho de 1998, foi contratado como Técnico do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, na cidade de Campos dos Goytacazes - RJ.

Em março de 2009, iniciou o Curso de Doutorado em Ciência Animal, na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção Animal, defendendo tese em 14 de novembro de 2013.

RESUMO

LOMBARDI, Cláudio Teixeira, D.S., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Novembro de 2013. **Desempenho, composição corporal e do ganho, características da carcaça e qualidade da carne de bovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada com aditivos.** Orientador: Carlos Augusto de Alencar Fontes

Objetivou-se avaliar a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) utilizada na ração de bovinos Nelore, nas formas *in natura* ou ensilada com o uso dos aditivos CaO e *Lactobacillus buchneri*, em associação com os níveis de concentrado de 50 e 80%, na matéria seca (MS), sobre as variáveis: consumo de matéria seca, desempenho animal, composição corporal e do ganho, características da carcaça e qualidade da carne. Os tratamentos foram: T1 – 50% de cana-de-açúcar *in natura* + 50% de concentrado; T2 – 20% de cana-de-açúcar *in natura* + 80% de concentrado; T3 – 50% de silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,6% de CaO e aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 UFC/g MV) + 50% de concentrado; T4 - 20% de silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,6% de CaO e aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 UFC/g MV) + 80% de concentrado. Foram utilizados no experimento 29 bovinos Nelore, com peso vivo médio inicial de $300 \pm 4,8$ kg. Na avaliação das mudanças da composição corporal e da carcaça e do ganho de carcaça e do peso de corpo vazio (PCVZ), foi utilizada a técnica do abate comparativo. Cinco animais representativos do lote experimental foram abatidos no início do experimento e os 24 remanescentes foram distribuídos, aleatoriamente, nos tratamentos, e alocados em baias individuais, sendo abatidos no final do experimento. Após o abate, todos os componentes corporais dos animais foram pesados e amostrados, constituindo-se amostras compostas do trato gastrointestinal, dos órgãos e da gordura interna e amostras simples do sangue, couro, cabeça e cauda. Foram estimadas as proporções de músculo, tecido adiposo e ossos da carcaça, com base nas proporções desses componentes na seção da 9ª a 11ª costela (seção HH). O consumo de matéria seca foi maior ($P < 0,05$) para os animais que receberam cana-de-açúcar *in natura*. Para ganho diário de peso vivo em jejum, de peso de corpo vazio e de carcaça, não houve diferença ($P > 0,05$) quanto ao tipo de volumoso, mas foram observados valores maiores ($P < 0,05$) para as citadas variáveis para o nível de 80% de

concentrado. A eficiência alimentar foi melhor ($P < 0,05$) para silagem de cana, nas rações com 80% de concentrado. Para peso ao abate e peso da carcaça, a cana foi superior ($P < 0,05$) à silagem no nível de 50% de concentrado, mas não diferiu ($P > 0,05$) no nível de 80% de concentrado. Não houve diferença entre tratamentos ($P > 0,05$) para rendimento de carcaça e área de olho de lombo. A espessura de gordura subcutânea foi maior ($P < 0,05$) para o nível de 80% de concentrado. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína e gordura, em função do peso de corpo vazio, ajustadas para os quatro tratamentos. Não houve diferença entre tratamentos ($P > 0,05$) quanto à coloração (L^* , a^* e b^*) e quantidade de colágeno (total e solúvel) da carne. As perdas por descongelamento, cocção e totais foram maiores ($P < 0,05$) quando as rações continham silagem de cana. Foram verificados valores mais elevados ($P < 0,05$) para força de cisalhamento e menores ($P < 0,05$) para comprimento de sarcômero, em animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar, embora os mesmos tenham permanecido dentro de limites que caracterizam a carne como macia. Conclui-se que a silagem de cana-de-açúcar aditivada com CaO e *Lactobacillus buchneri* e nível elevado de concentrado pode ser utilizada sem comprometer o desempenho dos animais.

Palavras-chave: cana, silagem de cana, Nelore, CaO, *Lactobacillus buchneri*

ABSTRACT

LOMBARDI, Cláudio Teixeira, D.S., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. November, 2013. **Performance, composition of body and weight gain, carcass characteristics and meat quality of bovines fed diets containing sugar-cane *in natura* or ensiled with additives.** Advisor: Carlos Augusto de Alencar Fontes

They were evaluated diets containing sugarcane *in natura* (*Saccharum officinarum*) or sugarcane silage, ensiled with the additives CaO and *Lactobacillus buchneri*, in association with two concentrate levels, 50 or 80%, dry matter basis (DM). Response variables considered were dry matter intake (DMI), animal performance, composition of the body and weight gain, carcass characteristics and meat quality. The treatments comprised: T1 - 50% sugarcane *in natura* + 50% concentrate; T2 - 20% sugarcane *in natura* + 80% concentrate; T3 - 50% sugarcane silage with addition of 1.6% of CaO and 5.10^4 /g colony forming units (CFU) of *Lactobacillus buchneri* (LB), as fed basis (AFB) + 50% concentrate; T4 - 20% sugarcane silage, with addition of 1.6% CaO and 5.10^4 CFU LB/g AFB + 80% concentrate. Twenty nine Nellore steers with initial live weight (LW) of 300 ± 4.8 kg were utilized. The comparative slaughter method was utilized to evaluate the changes in body and carcass composition, carcass weight gain (CG) and empty body weight gain (EBG). For that, five animals representative of the experimental group were slaughtered at the beginning of the experiment and the remaining animals were maintained in individual pens during an 84-day experimental period and slaughtered at the end of the trial. After slaughter, all body components were weighed and compound samples of organs, gastrointestinal tract and internal fat and individual samples of blood, skin and head were taken for posterior chemical analysis. The proportions and composition of muscle, adipose tissue and bone of carcass were estimated based in the 9th, 10th and 11th rib joint sample (HH section). Dry matter intake was higher ($P < 0.05$) in animals fed sugarcane *in natura*. There were no differences in LW gain, EBG and CG between sugarcane fed and sugarcane silage fed steers. However, higher values ($P < 0.05$) for those variables were observed in steers fed 80% concentrate diets. Feed efficiency was higher ($P < 0.05$) for diets containing sugarcane silage with 80% concentrate. For slaughter weight and carcass

weight, sugarcane *in natura* was superior ($P<0.05$) to silage in 50% concentrate diets, but no differences ($P>0.05$) were observed when diets contained 80% concentrate. There were no differences among treatments concerning to carcass dressing percent and rib eye area. Higher ($P<0.05$) back-fat thickness was observed for 80% concentrate diets. There were no differences among regression models of protein and fat body content on empty body weight adjusted for the different treatments. There were no differences among treatments ($P>0.05$) with respect to color (L^* , a^* e b^*) and content of collagen (total and soluble) of meat. The unfreezing, cooking losses and total losses of meat were higher ($P<0.05$) when diets contained sugarcane silage. Higher ($P<0.05$) shear force values and lower ($P<0.05$) sarcomere length values were observed in animals fed sugarcane silage, despite all values remained inside a range characteristic of tender meat. It was concluded that sugarcane silage with the additives CaO and *Lactobacillus buchneri* and high level of concentrate might be used without reducing animal performance.

Key-words: sugarcane, sugarcane silage, Nellore, CaO, *Lactobacillus buchneri*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da ração fornecida aos animais experimentais	30
Tabela 2 – Composição químico-bromatológica da cana in natura e da silagem fornecida aos animais experimentais	31
Tabela 3 - Médias e erro-padrão para as variáveis consumo de matéria seca (CMS), ganho diário de peso vivo em jejum (GDPVJ), ganho diário de peso de corpo vazio (GDPCVZ), ganho diário de carcaça (GDCAR) e eficiência alimentar (EA) em kg de animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de cana, em associação com dois níveis de concentrado (50% ou 80%)	44
Tabela 4 - Médias e erro-padrão para as variáveis peso ao abate (PA), peso da carcaça (PCARC), rendimento de carcaça em relação ao peso vivo em jejum (RCARPVJ), rendimento de carcaça em relação ao peso de corpo vazio (RCARPCVZ), espessura de gordura subcutânea (EGS) e área de olho de lombo (AOL), de animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de cana, em associação com dois níveis de concentrado (50% ou 80%)	49
Tabela 5 - Médias e erro-padrão para as variáveis ganho diário de proteína (GDPROT), ganho diário de gordura (GDGOR), ganho diário de energia (GDENER) de animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de cana, em associação com dois níveis de concentrado (50% ou 80%)	51
Tabela 6 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do peso de proteína (kg) e gordura (kg), em função do logaritmo do peso corporal vazio (PCVZ), em kg	53
Tabela 7 – Conteúdos corporais totais de proteína (PT) e gordura (GT) e conteúdos de proteína (P) e gordura (G), por kg de peso corporal vazio (PCVZ), e relação entre conteúdos de gordura e proteína (G/P), para animais com peso de corpo vazio de 200 a 400 kg	54
Tabela 8 – Equações de predição de ganho de proteína e gordura, por kg de ganho de peso do corpo vazio (kg/kg de GPCVZ) para animais Nelore.....	54
Tabela 9 – Conteúdos de proteína e gordura, por kg de GPCVZ, e relação entre gordura e proteína (G/P) no ganho, para animais com peso de corpo vazio de 200 a 400 kg	55
Tabela 10 - Médias e erro-padrão para as variáveis perdas por descongelamento (PDESC), cocção (PCOC) e totais (PTOT), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e comprimento de sarcômero (COMSAR) da carne de animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de cana, em associação com dois níveis de concentrado (50% ou 80%)	60
Tabela 11 - Médias e erro-padrão para as variáveis coloração da carne, faixa L*, faixa a* e faixa b*, colágeno total % (COLTOTALP), colágeno total mg/g (COLTOTAL) e colágeno solúvel % (COLSOLP) da carne dos animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de cana, em associação com dois níveis de concentrado (50% ou 80%)	64

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	13
2 – REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 – Cana-de-açúcar	17
2.2 – Silagem de cana-de-açúcar	19
2.3 – Uso de aditivos	22
2.4 – Composição corporal e do ganho	24
3 – MATERIAL E MÉTODOS	27
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 – Desempenho dos animais	41
4.2 – Rendimentos e características físicas da carcaça dos animais	46
4.3 – Composição química corporal e do ganho	50
4.4 – Qualidade da carne	56
5 – CONCLUSÕES	65
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

1 - INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje o principal produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) do mundo. De acordo com os dados da FAO (2013), a produção anual é de aproximadamente 734 milhões de toneladas, mais que o dobro da produção da Índia (342 MT), o segundo maior produtor. Segundo levantamentos nacionais (IBGE 2013), a região sudeste do Brasil é responsável por quase 70% de toda a produção nacional.

A cultura da cana-de-açúcar, no Brasil, recebeu grande incentivo nas décadas de 70 e 80 por meio do programa Proálcool, resultando em avanço nas técnicas de cultivo e no lançamento de variedades com maior potencial de produção de biomassa e de açúcar. Conseqüentemente, houve, também, a expansão da cultura para regiões tradicionais em pecuária e de produção de grãos, criando a oportunidade do seu uso em confinamentos de bovinos de corte.

A utilização da cana-de-açúcar como volumoso suplementar para a seca baseia-se na facilidade e tradição de cultivo e, sobretudo, por consistir-se em opção competitiva quando comparada a outras forrageiras. Em simulações econômicas de sistemas de produção animal, a cana-de-açúcar tem-se revelado uma opção interessante para minimizar o custo de rações de bovinos em engorda e do produto animal, além de maximizar a projeção de receita líquida da atividade (NUSSIO et al., 2002).

A alta produtividade de massa verde (80 a 120 t/ha), o baixo custo por unidade de matéria seca (MS), a manutenção do valor nutritivo até seis meses após a maturação e o período de colheita coincidente com o período de escassez de forragem nas pastagens (SILVA, 1993), aliados à facilidade de obtenção de mudas e plantio e à possibilidade de atingir taxas de ganhos de peso razoáveis, têm atraído os pecuaristas para a utilização da cana-de-açúcar como alimento volumoso para bovinos.

A região Norte Fluminense é detentora do maior contingente de bovinos do Estado do Rio de Janeiro e tem na cana-de-açúcar a sua principal atividade agrícola. Tradicionalmente, a cana é utilizada praticamente como único suplemento volumoso para os rebanhos de corte e leiteiro locais.

O manejo de corte diário é possível em propriedades com rebanhos de pequeno e médio porte. Entretanto, em rebanhos numerosos ou em situações em que se deseja manter a uniformidade do talhão, a prática do corte diário torna-se inviável. A ensilagem da cana-de-açúcar apresenta-se como proposta para minimizar tais problemas, permitindo a colheita de grandes áreas em curto espaço de tempo e na época em que a cultura forrageira apresenta seu melhor valor nutritivo. Isso coincide com o período mais propício aos trabalhos no campo, ou seja, a época seca. Entretanto, a produção de silagem de cana-de-açúcar tem sido associada à fermentação alcoólica, que traz altas perdas de matéria seca (MS). Para minimizar a fermentação alcoólica têm sido recomendados aditivos no momento da ensilagem. A identificação de aditivos eficientes e de seus níveis apropriados tem motivado, na atualidade, interesse crescente dos pesquisadores.

A eficiência produtiva e econômica dos sistemas de produção de gado de corte no Brasil é altamente dependente de medidas racionais de manejo alimentar dos animais. Por ser o componente de maior custo no processo de produção de carne, a alimentação requer atenção especial. O conhecimento da composição bromatológica dos alimentos disponíveis no Brasil e das exigências nutricionais dos animais utilizados é condição essencial para a melhoria no desempenho produtivo de nosso rebanho. Apesar da sua importância na nutrição de bovinos de corte, o Brasil ainda não possui normas nacionais de exigências nutricionais, o que já foi estabelecido há vários anos em países economicamente mais desenvolvidos (SILVA et al., 2002c).

Um volume crescente de autores tem procurado estabelecer as exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil (SALVADOR, 1980; MARGON, 1981; TEIXEIRA, 1984; CARVALHO, 1989; GONÇALVES et al., 1991a,b; LANA et al., 1992; PIRES et al., 1993; SOARES, 1994; BOIN, 1995; FONTES, 1995; FREITAS, 1995; ARAÚJO et al., 1998; ESTRADA et al., 1997; FERREIRA et al., 1999; PAULINO et al., 1999; ROCHA et al., 1999; SIGNORETTI et al., 1999; VÉRAS et al., 2000; BACKES et al., 2002; TEDESCHI et al., 2002; BULLE et al., 2002; SILVA et al., 2002; VELOSO et al., 2002; CARVALHO et al., 2003; PAULINO et al., 2003; HENRIQUE et al., 2005). O volume de informações disponível é ainda, até certo ponto limitado, sendo necessária uma avaliação conjunta de todas as informações hoje existentes para a definição de normas brasileiras de exigências nutricionais para gado de corte. Assim, as rações para ruminantes, em sua maioria, ainda são

balanceadas a partir de tabelas elaboradas em países com ambiente, alimentos e animais diferentes dos encontrados nas condições brasileiras.

A determinação da composição corporal de bovinos de corte é importante para a avaliação do desempenho, visando à produção de carcaças com maior proporção de músculos e quantidades adequadas de gordura, para atender às exigências do mercado consumidor, bem como à estimativa de suas exigências nutricionais.

O aumento de peso é a principal característica que define a resposta produtiva animal, estando sempre relacionado com o estado de desenvolvimento corporal e com a conversão de alimentos em produto (Di MARCO, 1994). O ganho de peso corporal está associado a diferentes padrões de crescimento dos tecidos corporais, com taxas de crescimento inerentes a distintas fases da vida do animal (ALMEIDA et al., 2000).

A composição química da carcaça (água, proteína, gordura e minerais) varia durante o crescimento, de forma paralela à composição física (tecido muscular, ósseo e adiposo), a qual é influenciada por fatores como idade, peso, raça, sexo e nível nutricional, afetando os custos de produção e a qualidade do produto final obtido.

A busca por uma metodologia simples e barata, que possa estimar com precisão a composição da carcaça de bovinos, levou pesquisadores a usarem diversos cortes da carcaça para estimar a sua composição. Um desses cortes, amplamente utilizado por pesquisadores em vários países, foi proposto por Hankins & Howe (1946), englobando parcialmente a 9^a, 10^a, 11^a costelas (Seção HH), que é dissecada fisicamente em músculo, gordura e ossos, evitando, assim, maior depreciação da carcaça (ALLEONI, 1995).

Com relação à qualidade da carne, diversos estudos têm mostrado que a maciez é uma das características mais importantes, do ponto de vista do consumidor, em relação a outras características qualitativas (WELLINGTON & STOUFFER, 1959; CIA & CORTE, 1978; FELÍCIO, 1993; KOOHMARAIE et al., 1994; LUCHIARI FILHO & MOURA, 1997).

Outro fator importante no produto carne é a sua coloração, que, na carne fresca, é determinada pela proporção e distribuição de duas mioglobinas, a oximioglobina e a metamioglobina, sendo a oximioglobina vermelha, após a exposição do músculo ao oxigênio, sendo responsável pelo familiar frescor da carne

(SEIDEMAN et al., 1984; LAWRIE, 1985). A cor é a primeira impressão que o consumidor tem de qualquer produto cárneo (BOAKYE & MITTAL, 1996).

A qualidade da carne está intimamente ligada à deposição de gordura que ocorre durante o crescimento do animal. A intensidade dessa deposição irá determinar a espessura de gordura subcutânea final, que é um dos parâmetros para avaliar a carcaça bovina e o ponto de referência para classificação e pagamento da carcaça nos principais frigoríficos brasileiros (ROCHA, 1999). Além disso, a gordura subcutânea vem sendo enfatizada como um importante indicador na qualidade final da carne, uma vez que afeta a velocidade de resfriamento da carcaça, funcionando como um isolante térmico e interferindo positivamente na conversão de músculo em carne para o consumo humano (FELÍCIO, 1997).

Objetivou-se, no presente estudo, avaliar a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) utilizada na ração de bovinos Nelore, nas formas *in natura* ou ensilada com o uso dos aditivos CaO e *Lactobacillus buchneri* em associação com dois níveis de concentrado, sobre as variáveis, consumo de matéria seca, desempenho animal, composição corporal e do ganho, características da carcaça e qualidade da carne.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Cana-de-açúcar

A produção de bovinos, de forma eficiente, requer disponibilidade de forragem de boa qualidade ao longo do ano. Durante o período das chuvas, observa-se que as pastagens podem suportar níveis satisfatórios de desempenho. Por outro lado, durante o período da seca em condições extensivas, a forragem apresenta crescimento muito reduzido, ocasionando baixa disponibilidade e qualidade do pasto, trazendo baixos ganhos ou mesmo perdas de peso dos animais.

A engorda de bovinos em confinamento, durante a seca, é uma das opções para se reduzir a idade de abate dos animais e contornar efeitos de baixa disponibilidade do pasto. Dentre os volumosos utilizados, a silagem de milho destaca-se como volumoso de excelente qualidade. No entanto, apesar de suas inúmeras vantagens, o uso da silagem de milho demanda consideráveis investimentos e recursos técnicos.

Assim, por apresentar as características: elevada produção de energia por unidade de área cultivada, facilidade de cultivo, baixo custo da matéria seca produzida por unidade de área, coincidência de sua maior disponibilidade com o período de escassez de forragem e manutenção do valor nutritivo por longo tempo após a maturação, a cana-de-açúcar tem sido escolhida como alternativa de volumoso para bovinos, na estação seca do ano (FERNANDES et al., 2001; MAGALHÃES et al., 2004).

Ressalta-se também o fato de ser esta a espécie forrageira de maior potencial de produção de matéria seca (MS) e energia, por unidade de área, em um único corte, atingindo produções entre 15 a 20 t de nutrientes digestíveis totais (NDT) por hectare, em comparação com o milho, o sorgo e a mandioca que produzem cerca de 8 t de NDT/ha (LIMA E MATTOS, 1993).

As vantagens do uso da cana como suplemento volumoso para bovinos são amplamente difundidas (SCHMIDT & NUSSIO, 2004). Embora sua utilização seja tradicional, apresenta limitações nutricionais que devem ser, na medida do possível, corrigidas.

A cana-de-açúcar é um alimento caracterizado por apresentar dois componentes em maiores proporções: açúcares e material fibroso (RODRIGUES et al., 1999). Preston & Leng (1980) salientaram que estes dois componentes em maiores proporções são utilizados de modo bem diferenciado pelos microrganismos ruminais, ou seja, enquanto os açúcares são rapidamente fermentados no rúmen e de fácil aproveitamento pelo animal, o material fibroso (carboidratos estruturais) é utilizado lentamente. Os componentes fibrosos da cana-de-açúcar apresentam baixa digestibilidade, embora o pH no líquido ruminal mantenha-se adequado para a digestão da fibra (RODRIGUES et al., 1992).

Os açúcares presentes são os principais responsáveis pelo fornecimento de energia e, conseqüentemente, pelo desempenho animal (RODRIGUES et al., 2002). Contudo, quando utilizada como alimento exclusivo para ruminantes, a cana-de-açúcar possui limitações importantes do ponto de vista nutricional, por apresentar desequilíbrio de nutrientes. Apresenta teores muito baixos de proteína bruta e da maioria dos minerais, principalmente de fósforo. A ingestão voluntária de MS e a utilização da energia digerida da cana-de-açúcar são baixas, apesar de digestibilidade ser considerada um valor intermediário (54 a 65% da MS) (BOIN E TEDESCHI, 1993).

A capacidade de ingestão de MS dos bovinos alimentados *ad libitum* com cana-de-açúcar está diretamente relacionada com o conteúdo de fibra (FDN) e sua digestibilidade. Quanto maior o teor de fibra, e menor a digestibilidade da fração fibrosa, menor será seu consumo. A digestibilidade ruminal e a taxa de degradabilidade da fibra da cana-de-açúcar são baixas, ocorrendo, desta forma, acúmulo de fibra não digestível no rúmen, limitando a ingestão.

De acordo com Poppi et al. (1985), a ingesta sofre maior resistência para sair do rúmen, até ser reduzida a pequenas partículas (<1,18 mm). Se este processo for rápido, o alimento degradado pode ser substituído por mais alimento consumido, e, se a degradação for lenta, o enchimento ruminal irá limitar o consumo. Sendo assim, a seleção de variedades de cana-de-açúcar com taxas de degradação mais elevadas pode favorecer o consumo alimentar.

A digestibilidade elevada dos carboidratos solúveis da cana-de-açúcar associada à baixa degradabilidade da fração fibrosa confere a esta forrageira valores médios de digestibilidade, considerados satisfatórios quando comparados com os de outras forrageiras (RODRIGUES et al., 1997). Entretanto, a fração fibrosa

exerce ação recalcitrante aos mecanismos digestivos promovidos pelos microrganismos ruminais, ocasionando, após certo período de alimentação com cana, a repleção ruminal. A permanência de digesta ocupando espaço na cavidade ruminal reduz a ingestão de novo alimento, ocasionando o baixo consumo de MS, verificado em dieta com alta presença de cana (KENNEDY, 2005).

Para se obter bom desempenho animal, dietas à base da cana-de-açúcar devem ser suplementadas com concentrados, visto que estes exercem efeitos benéficos sobre o consumo voluntário e a digestibilidade total da dieta.

Há evidências de que o desempenho dos animais alimentados com cana-de-açúcar pode ser satisfatório, quando esta é corrigida, quanto aos teores de proteína e mineral. A adição de 0,5 a 1,0% da mistura uréia/sulfato de amônio (9:1) à cana, como fonte de nitrogênio, juntamente com o fornecimento suplementar de farelos, como fonte de carboidratos não estruturais, tornou-se uma técnica bastante difundida e permite a obtenção de resultados satisfatórios quanto ao consumo e ganho de peso. Hernandez (1998) obteve taxas de ganho de peso variando entre 1,53 e 1,81 kg por dia, em bovinos de corte alimentados com rações contendo cana-de-açúcar como volumoso único (48% da MS), suplementada com misturas concentradas compostas por milho, farelo de soja, ureia e minerais. As rações utilizadas apresentaram digestibilidade da matéria orgânica entre 67,3 e 72,2%. Em um teste de variedades de cana-de-açúcar, Rodrigues et al. (2002) obtiveram taxas de ganho de peso entre 0,89 e 0,65 kg/dia, para novilhas da raça Canchim, alimentadas com cana-de-açúcar suplementada com 1,3 kg/cabeça/dia de concentrado.

2.2 – Silagem de cana-de-açúcar

A utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal, fora do período da safra, sofre restrições, porque esta apresenta menor valor nutritivo, devido ao baixo teor de sacarose (MATSUOCA E HOFFMANN, 1993) e, durante a época das chuvas, a movimentação de máquinas no campo é difícil, causando a morte de plantas e prejudicando a manutenção do "stand" nos talhões. Por estes motivos, tem sido grande a demanda por informações sobre a ensilagem da cana, já que a

técnica permite que grandes áreas sejam colhidas em um curto espaço de tempo, na época em que a cana apresenta seu melhor valor nutritivo e no período do ano mais propício à movimentação de máquinas no campo. Nos casos de incêndio acidental dos canaviais e na ocorrência de geadas, a ensilagem da cana pode ser a única forma de se evitar a perda total da forragem.

A ensilagem é baseada na fermentação natural da forragem, na qual as bactérias convertem os açúcares solúveis em ácido láctico. A cana pode ser ensilada, devido aos principais requisitos: teor de matéria seca em torno de 25 a 30% e seu poder tampão, que permite a queda do pH para valores próximos de 3,5.

A qualidade da forrageira e, no caso presente, da cana-de-açúcar não será melhorada com a ensilagem, podendo sua digestibilidade ser reduzida. Porém, a cana apresenta a vantagem de possuir energia abundante, parte da qual será consumida no processo de produção da silagem.

Apesar da escassez de pesquisa nacional nesta área, alguns trabalhos demonstraram que silagens produzidas com cana-de-açúcar sem aditivos são de baixa qualidade, verificando-se redução do consumo voluntário, da taxa de ganho de peso e da conversão alimentar dos animais com elas alimentados, em relação a animais alimentados com cana fresca. Isto ocorre porque a cana-de-açúcar, quando ensilada sem aditivos, sofre fermentação alcoólica e perda do valor nutritivo, como foi constatado por Preston et al. (1976), que observaram redução de aproximadamente 30% do conteúdo total dos açúcares na silagem, em relação à da cana fresca, e teor alcoólico de 5,5% da MS da silagem.

Kung Jr. e Stanley (1982) avaliaram a influência do estágio de maturação da cana-de-açúcar sobre o valor nutritivo das silagens. A cana ensilada com 6, 12 e 24 meses teve valores de digestibilidade de 54,9; 55,0 e 50,0% e de consumo de matéria seca de 9,31; 6,12 e 6,35 g MS/kg peso vivo, respectivamente. Os autores atribuíram o decréscimo na digestibilidade e no consumo de MS às concentrações de ácido acético (1,5; 1,88 e 1,40% MS) e de etanol (7,50; 15,45 e 17,52% MS).

Estudando a fermentação de cana-de-açúcar em silos laboratoriais, Alli et al. (1982) observaram teor de etanol de 8,86% na MS da silagem, com redução de 90% no teor de carboidratos solúveis em água, aumento no teor de FDA (de 29,9 para 43,1% da MS) e 5,2% de perdas gasosas, no período de apenas 10 dias após a ensilagem. Os autores estimaram que a produção de álcool correspondera ao consumo de aproximadamente 50% da sacarose presentes na cana fresca.

Segundo os citados autores, as leveduras foram responsáveis pela fermentação alcoólica e que parte das perdas se deveu ao consumo de açúcares durante a fase aeróbica, pela respiração da planta.

Na ensilagem da cana-de-açúcar ocorre extensa atividade de leveduras, as quais podem estar presentes na ordem de 10⁶ unidade formadoras de colônias (UFC)/g de forragem e que convertem os carboidratos solúveis em etanol, CO₂ e água, provocando perdas excessivas de MS, baixos teores de ácidos láctico e acético e aumento do teor de FDA das silagens (ALLI et al., 1983). Apesar de potencialmente aproveitável como substrato energético para os bovinos, por meio da conversão a acetato no rúmen (CHALUPA et al., 1964), grande parte do etanol produzido nas silagens é perdido durante a estocagem nos silos (ALLI et al., 1982).

O etanol pode ser gerado durante a fermentação heterolática, dependendo do substrato utilizado e da espécie de bactéria envolvida no processo. Neste tipo de fermentação, a glicose e a frutose são degradadas pela via 6-fosfogluconato até gliceraldeído-3-fosfato e acetilfosfato. O gliceraldeído oxidado é reduzido a piruvato, e este a lactato na via homofermentativa. O acetilfosfato age como receptor de hidrogênio e é reduzido a etanol ou acetato. As proporções de etanol e acetato dependem do potencial oxirredutor do sistema. Se receptores adicionais de hidrogênio, como o oxigênio e a frutose estiverem disponíveis, não há a formação de etanol, o oxigênio é reduzido a peróxido de hidrogênio e a frutose é reduzida a manitol (MCDONALD et al., 1991).

A produção de etanol acarreta, ainda, perda de aproximadamente 49% de MS dos substratos. A produção do etanol resulta, portanto, em grande perda de MS da silagem, antes que esta seja fornecida aos animais. Embora tenham sido relatadas mudanças benéficas no padrão de fermentação ruminal ocasionados pelo etanol, o seu valor nutritivo para ruminantes não está bem estabelecido.

Pedroso et al. (2006) relataram que o desempenho das novilhas alimentadas com ração contendo silagem de cana, sem aditivos, foi inferior ao desempenho frequentemente observado para bovinos recebendo dietas contendo cana-de-açúcar fresca como volumoso exclusivo, em proporções semelhantes. Ainda, Pedroso et al. (2006) relataram que os animais alimentados com ração contendo silagem de cana-de-açúcar inoculada com *Lactobacillus buchneri* apresentaram consumo 9% maior, ganho de peso médio diário 31,9% maior e melhor conversão alimentar que aqueles alimentados com a ração-controle, que continha silagem sem aditivo.

2.3 – Uso de aditivos

Na busca de aditivos capazes de possibilitar melhoria da qualidade da silagem de cana e reduzir as perdas, Pádua (2009) avaliou efeitos da associação de quatro níveis de CaO com quatro níveis de *Lactobacillus buchneri*, adicionados durante a ensilagem, e concluiu que a combinação dos níveis de 1,6% de óxido de cálcio com 50.000 ufc/g MN do aditivo biológico trouxe os melhores resultados, mantendo a fermentação alcoólica e butírica e as perdas por gases e por efluentes em níveis baixos. Além disso, proporcionou os níveis mais elevados de ácido láctico, níveis moderados de ácido acético, ligeiramente acima de 1%, níveis moderados de ácido propiônico e baixos valores de pH.

O tratamento com álcalis promove o rompimento da estrutura da fração fibrosa, tornando-a mais digestível (Burgi, 1985, citado por EZEQUIEL et al., 2005). A fração fibrosa da cana-de-açúcar representa uma fonte potencial de energia para os ruminantes, porém a estrutura da parede celular limita sua digestão microbiana no rúmen. Agentes alcalinizantes melhoram o coeficiente de digestibilidade, solubilizando parcialmente a hemicelulose e promovendo o fenômeno conhecido como "entumescimento alcalino da celulose", que consiste na expansão e ruptura das moléculas de celulose (JACKSON, 1977).

Dentre os álcalis que podem ser empregados para o tratamento da cana-de-açúcar, tem-se destacado, nas pesquisas recentes o óxido de cálcio (CaO).

O uso do CaO, ou cal virgem micropulverizada, para tratamento hidrolítico de forragens tem por base a formação de hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 , um agente alcalino com moderado poder de hidrólise da fibra. O CaO tem sido usado como substituto do NaOH devido ao seu menor poder corrosivo, o que reduz os riscos operacionais e os danos ao maquinário.

De acordo com observações feitas por técnicos e produtores, o tratamento da cana *in natura* com o CaO traz benefícios práticos, dentre estes: a possibilidade de estocar a cana já picada por períodos maiores de tempo, o que possibilita a racionalização da mão-de-obra e do maquinário, a diminuição da taxa de fermentação, com conseqüente aumento do tempo disponível para o consumo. Somam-se a esses a ausência de abelhas e o cheiro agradável de melaço, que

pode estimular o consumo, por ter efeito palatilizante, além das vantagens atribuídas propriamente à hidrólise.

Pádua (2009) relatou que o tratamento com CaO promoveu hidrólise alcalina da fibra contida na silagem da cana-de-açúcar, reduzindo os teores de FDN, FDA e lignina e elevando a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS).

Além dos álcalis, culturas de bactérias homofermentativas vêm sendo empregadas para melhorar a utilização da cana na forma de silagem. Aditivos contendo bactérias heteroláticas, que produzem ácido acético, além do ácido láctico, têm apresentado bom potencial como forma de melhorar a estabilidade aeróbica da silagem, devido ao maior poder do ácido acético de inibir o crescimento de leveduras e mofos (PEDROSO, 2003).

A elevação artificial do número inicial de bactérias produtoras de ácido láctico, na forragem ensilada, pode reduzir o pH final, aumentar o conteúdo de ácido láctico, diminuir a produção de efluentes e a perda de matéria seca no silo, melhorando o desempenho e a produção de leite dos animais alimentados com a silagem tratada (MCDONALD et al., 1991). O uso do ácido acético tem sido evitado por muitos pesquisadores, porque sua presença nas silagens, em altas concentrações, tem sido associada ao baixo consumo voluntário de matéria seca, resultando em pior desempenho animal. Portanto, ao serem usadas bactérias heterofermentativas produtoras de ácido acético, como aditivo em processo de ensilagem, deve-se pesquisar o efeito do nível utilizado sobre a produção do citado ácido, a fim de se evitar problemas referentes ao consumo e ao desempenho animal.

A bactéria *Lactobacillus buchneri*, não produz etanol na fermentação anaeróbica da glicose, por não possuir a enzima acetaldéido desidrogenase. A glicose é fermentada e transformada em acetato, havendo um receptor de hidrogênio, como a frutose, que seria então reduzida a manitol (Mcdonald et al., 1991). Segundo Driehuis et al. (1999), a bactéria *Lactobacillus buchneri* é capaz de metabolizar o ácido láctico a ácido acético e 1,2-propanodiol, de forma que em silagens de milho inoculadas com esta bactéria ocorre produção de ácido acético, com a utilização do ácido láctico como substrato.

Os ácidos acético, propiônico, butírico, valérico e isocaproico exercem ação inibidora sobre a fermentação da glicose por leveduras. O ácido acético na forma não ionizada penetra por difusão passiva na célula da levedura, onde pode afetar tanto a absorção de fosfato, por interferência química com a membrana plasmática,

com a atividade de enzimas glicolíticas, ou ainda reduzir o pH intracelular, acarretando maior consumo de ATP para retirar íons H^+ do interior das células, após sua dissociação. Esse mecanismo leva à exaustão energética da célula de levedura, inviabilizando-a (FERRO, 1994).

Deve-se finalmente considerar que sempre que houver penetração de ar nas silagens, as leveduras e os mofos, além de causarem a deterioração aeróbica e perdas no valor nutritivo da forragem, promovem a elevação do pH, aumentando o risco de desenvolvimento de microrganismos patogênicos, como a *Listeria monocytogenes* (ROTZ & MUCK, 1994).

2.4 – Composição corporal e do ganho

A determinação da composição corporal dos animais é fundamental para a avaliação do valor nutricional dos alimentos em estudos do crescimento animal. O crescimento normal de um animal deve ser entendido como um conjunto de modificações físicas, químicas e funcionais de seu organismo (BOIN et al., 1994)

O corpo animal é constituído basicamente por quatro constituintes, sendo eles água, proteína, gordura e minerais, sendo que os três primeiros representam maior proporção no corpo. As proporções destes componentes variam durante o crescimento em função de vários fatores como idade, peso, espécie, raça do animal, velocidade de crescimento, condição sexual, nível de ingestão de energia, e conduzem a diferenças nas exigências nutricionais dos animais (GARRET, 1980, NRC, 1996). Apesar de o conteúdo corporal total de proteína e gordura no corpo vazio elevar com o aumento do peso do animal, o teor de proteína sofre redução com o avançar da idade dos mesmos, ao passo que o teor de gordura e energia tende a aumentar com a elevação do peso do animal (LANA et al., 1992; PIRES et al., 1993; BOIN, 1995; FREITAS et al., 2000; BACKES et al., 2002).

Preston e Willis (1974) reportaram o efeito da ração sobre a composição corporal dos animais. Segundo estes autores, rações mais energéticas originavam carcaças com maior teor de gordura, em comparação às com teores médios e baixos de energia. Resultados concordantes foram observados por Jones et al. (1985) que, trabalhando com rações baseadas em volumoso e concentrado,

observaram diferenças na composição corporal de novilhos, sendo que animais que receberam dietas à base de concentrado (mais energéticas), apresentaram maiores teores de gordura na carcaça, em relação aos que receberam ração à base de forragens.

À medida que a maturidade avança, ocorre aumento na proporção de gordura e concomitante decréscimo nas concentrações de água, proteína e minerais no corpo animal (AFRC, 1993). As diferenças nas exigências de energia e proteína para ganho de peso devem-se às diferenças na composição do ganho, já que as exigências líquidas de energia para crescimento consistem na quantidade de energia depositada nos tecidos, que é função das proporções de gordura e proteína no ganho do corpo vazio, e as exigências líquidas de proteína são função do conteúdo de matéria seca livre de gordura do peso ganho (NRC, 1996).

As principais diferenças em relação ao sexo dos animais são observadas quanto ao tecido adiposo. Considerando-se animais pertencentes à mesma raça e com peso de corpo vazio (PCVZ) similar, fêmeas possuem maior quantidade corporal de gordura que machos castrados, e estes, mais que os inteiros (LANA, 1991). Este comportamento se reflete nas concentrações de energia corporal e nas respectivas exigências energéticas para ganho.

A raça do animal constitui outro fator que pode influenciar na deposição corporal de proteína e gordura. De acordo com Geay (1984), animais de maturidade precoce, em fase de pleno crescimento muscular, retêm apenas 12 a 15% da energia na forma de proteína, por outro lado, bovinos que apresentam maturidade tardia, na mesma fase considerada, retêm de 35 a 45% da energia na forma de proteína.

O grupo genético apresenta, segundo Garrett (1980), maior influência sobre a composição corporal, considerando um mesmo peso vivo ou de carcaça, do que o nível nutricional. Em estudos conduzidos por Robelin e Geay (1984), verificou-se o efeito do grupo genético na composição corporal. Bovinos da raça Angus apresentaram teores de gordura corporal 89% superior aos bovinos da raça Limousin. Considerando o peso de 400 kg para as raças Limousin, Charolesa, Holandesa, Shorthorn, Hereford e Angus, os respectivos teores de gordura corporal foram de 102, 108, 135, 190, 190 e 193 g de gordura/kg de PCV.

O peso do animal é um importante fator que pode influenciar a composição corporal dos bovinos. Segundo o NRC (1996), a maior influência na composição

corporal dos animais pode ser explicada pelas variações no peso. Tais modificações no peso dos animais, ao longo do tempo, quase sempre estão relacionadas a variações nas exigências nutricionais.

Fontes (1995), em uma análise de vários experimentos realizados no Brasil, verificou, em animais de corte da raça zebuínas e mestiços Europeu-Zebu castrados e não castrados, decréscimo do conteúdo corporal de proteína e aumento dos conteúdos de gordura e energia, com a elevação do peso corporal.

Paulino et al. (1999), em pesquisa conduzida com bovinos Zebu, machos não castrados, de quatro grupos genéticos, com peso variando de 300 a 500 kg, verificaram redução nos teores de proteína corporal e elevação nos teores de gordura e energia corporal com o aumento do PCV. Constatou-se decréscimo no teor de proteína na ordem de 9,3% (183 para 165g de proteína/kg PCV), ao passo que, para o teor de gordura, verificou-se elevação de 110% (114 para 240 g/ kg PCV).

3- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre outubro de 2010 e março de 2011 nas dependências da Unidade de Apoio à Pesquisa em Zootecnia e Nutrição Animal – Anexo ao Colégio Agrícola Antônio Sarlo, no setor de Gado de Corte da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, em Campos dos Goytacazes – RJ, segundo delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram constituídos pela associação de dois volumosos (cana-de-açúcar *in natura* e silagem de cana-de-açúcar com aditivos) e dois níveis de inclusão de concentrados, na matéria seca, em um arranjo fatorial 2 x 2, a saber:

T1 – 50% de cana-de-açúcar *in natura* + 50% de concentrado;

T2 – 20% de cana-de-açúcar *in natura* + 80% de concentrado;

T3 – 50% de silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,6% de CaO e aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV) + 50% de concentrado;

T4 - 20% de silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,6% de CaO e aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV) + 80% de concentrado.

Foram utilizados no experimento 29 bovinos Nelore, não castrados, com peso vivo médio de $300 \pm 4,8$ kg. Destes, cinco animais representativos do grupo foram abatidos no início do período experimental, de modo a permitir estimar o peso de corpo vazio e a composição corporal iniciais de cada animal. Os 24 animais remanescentes foram distribuídos aleatoriamente nos tratamentos e, posteriormente, alocados, ao acaso, em baias individuais, onde permaneceram durante todo o período experimental, de modo que cada animal constituísse uma unidade experimental (seis repetições por tratamento). Ao final do experimento os bovinos foram abatidos.

A cana-de-açúcar utilizada foi a da variedade RB855536, por apresentar menor conteúdo de parede celular (FDN) e vantagens práticas como resistência ao tombamento, não florescer e ter uma maior escala de cultivo nas regiões Norte e Noroeste Fluminense, de acordo com a avaliação de Pádua (2009).

A associação do nível de 1,6% de óxido de cálcio com o nível de 50.000 ufc/gMN de *Lactobacillus buchneri*, como aditivos para silagem de cana, foi utilizada,

por ter-se mostrado como a melhor associação em estudos anteriores feitos pela mesma equipe. Tal associação proporcionou níveis elevados de ácido lático, níveis moderados de ácido acético e propiônico, controle adequado das fermentações butírica e alcoólica, além de minimizar as perdas gasosas e por efluentes, e gerar valor de pH favorável à conservação da silagem (PÁDUA, 2009).

O ensaio de desempenho teve duração de 84 dias, precedido por um período de adaptação de 25 dias, com início em 14 de dezembro de 2010 e término em 07 de março de 2011.

No início do período de adaptação, os 29 animais foram pesados, vermifugados e receberam aplicação subcutânea de vitamina A (1.500.000 UI por cabeça). Os animais, nas baias individuais, receberam as rações dos respectivos tratamentos à vontade (procurando-se manter as sobras em 10% do oferecido), uma vez ao dia, pela manhã, sendo o consumo medido diariamente.

No início do período experimental, os animais foram novamente pesados e os cinco animais, previamente selecionados para o abate inicial, foram abatidos, dando-se início à coleta de amostras da cana-de-açúcar *in natura* e na forma de silagem, suplemento concentrado e sobras. Os animais remanescentes (24) permaneceram alojados no confinamento em baias individuais, com 1,7 m de largura por 6 m de comprimento, totalizando 10,2 m². Desse total, 5,1 m² (1,7 x 3,0 m) eram cobertos com telha de amianto. Cada baia era provida de comedouro de alvenaria (1,7 m), piso de concreto e bebedouro automático. Semanalmente, o piso das baias era raspado e os bebedores limpos.

Foram realizadas duas pesagens intermediárias, nos dias 28 e 56 do período experimental, para acompanhamento do desenvolvimento dos animais, e uma pesagem final no dia 84 do período experimental. Antes de cada pesagem, os animais permaneceram em jejum alimentar por 16 horas.

A cana-de-açúcar fornecida na forma fresca foi da mesma variedade e proveniente do mesmo talhão da propriedade em que foi colhida a cana-de-açúcar utilizada para ensilagem. Ela foi colhida nas segundas, quartas e sextas-feiras de cada semana do período experimental, sendo mantida em feixes e armazenada à sombra em ambiente ventilado. Foi então picada imediatamente antes do momento do fornecimento aos animais.

No preparo da silagem, a cana-de-açúcar foi ensilada em silos tipo trincheira, próximos às instalações de confinamento. O aditivo químico (CaO) foi aplicado na

sua forma comercial, micropulverizado, e o aditivo biológico *Lactobacillus buchneri* aplicado, com o uso de pulverizador manual, à cana-de-açúcar, picada antes do enchimento dos silos experimentais, de forma a se obter distribuição uniforme sobre a massa ensilada.

A ração concentrada foi constituída de milho moído, farelo de soja, bicarbonato de sódio, ureia e suplemento mineral comercial, formulada com base na composição da matéria seca, de forma a atender às exigências dos animais segundo o NRC Gado de Corte (2000), para manutenção e ganhos de peso de 1,2 kg e 1,4 kg por dia, quando incluídas nos níveis de 50% e 80%, respectivamente.

Amostras de cana-de-açúcar *in natura*, silagem e sobras foram tomadas semanalmente, previamente secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, e armazenadas. O concentrado foi amostrado semanalmente, tomando-se aproximadamente 50 g por coleta, e armazenado em sacos plásticos, identificados e vedados. No final do experimento, essas amostras foram homogeneizadas, e subamostradas por baia formaram uma amostra composta, que foi moída em moinho tipo Wiley provido de peneira de 2 mm, para determinações bromatológicas.

Os dados de ingestão de matéria seca (MS) e dos nutrientes foram calculados usando-se valores de ingestão média de MS por animal e do conteúdo do nutriente analisado nas amostras, usando o animal como unidade experimental.

As amostras de concentrado, cana-de-açúcar *in natura*, silagem e sobras foram analisadas em laboratório quanto aos seus teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total e extrato etéreo (EE), seguindo recomendações de Silva & Queiroz (2002). A matéria orgânica (MO) foi obtida como sendo $100 - MM$, e o teor de proteína bruta (PB) a partir do produto do N total pelo fator 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos de acordo com os protocolos descritos por Van Soest et al. (1991) e Licitra et al. (1996), os de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) (ácido sulfúrico 72%), segundo os métodos descritos por Van Soest & Robertson (1980) e Licitra et al. (1996). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com o NRC (2001), como: $CNF (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas + \%FDN_N)$. Os carboidratos totais (CT) foram calculados, segundo o método descrito por Sniffen et al. (1992), em que: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ e os nutrientes digestíveis totais (NDT) dos alimentos foram calculados segundo a equação descrita por Weiss (1993):

$$\text{NDT}(\%) = (\text{PBD}_{\text{cp}} \times \text{PB}) + (\text{EE} \times 2,25) + [0,98 \times (100 - \text{FDN}_{\text{N}} - \text{PB} - \text{Cinzas} - \text{EE} - 1)] + 0,75 \times \{ (\text{FDN}_{\text{N}} - \text{LIG}) \times [1 - (\text{LIG}/\text{FDNN})^{0,667}] \} - 7$$

em que: PBD_{cp} representa a proteína bruta digestível verdadeira, sendo para a forragem expressa como $\text{PBD}_{\text{cp-f}} = e^{-0,012 \times \text{PIDA}}$ e para concentrado igual à $\text{PBD}_{\text{cp-c}} = 1 - 0,004 \times \text{PIDA}$; FDN_{N} corresponde à FDN ajustada para nitrogênio, sendo determinado como $\text{PIDN} = -8,77 + (0,33 \times \text{PB}) + (0,143 \times \text{FDN})$; PB, EE e LIG como definidos anteriormente.

A proporção dos ingredientes e a composição bromatológica do concentrado fornecido aos animais são apresentadas na Tabela 1 e a composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar *in natura* e da silagem são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes e composição bromatológica do concentrado fornecido aos animais experimentais

Ingredientes	Proporção na matéria natural (%)
Milho	70
Farelo de soja	25
Ureia	2
Bicarbonato de sódio	2
Sal mineral	1
Teor de MS ¹ e composição percentual na MS ¹	
MS ¹	86,46
PB ²	24,26
MO ³	96,63
MM ⁴	3,37
EE ⁵	1,80
FDN ⁶	19,33
NDT ⁷	79,70
LIG ⁸	2,91

¹matéria seca; ²proteína bruta; ³matéria orgânica; ⁴matéria mineral; ⁵extrato etéreo; ⁶fibra em detergente neutro; ⁷nutrientes digestíveis totais; ⁸lignina

Tabela 2 – Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar *in natura* e da silagem fornecida aos animais experimentais

Variável em % MS ¹	Volumoso	
	Cana <i>in natura</i>	Silagem de cana
MS ¹	26,58	28,91
PB ²	2,91	1,92
MO ³	97,61	87,35
MM ⁴	2,39	12,65
EE ⁵	2,55	3,50
FDN ⁶	58,95	47,02
NDT ⁷	59,13	57,61
LIG ⁸	8,24	6,02
Etanol	---	1,03
Ácido láctico	---	2,05
Ácido acético	---	0,31
Ácido propionico	---	0,08
Ácido butílico	---	0,01
pH	---	4,1

¹matéria seca; ²proteína bruta; ³matéria orgânica; ⁴matéria mineral; ⁵extrato etéreo; ⁶fibra em detergente neutro; ⁷nutrientes digestíveis totais; ⁸lignina

Nas silagens, o pH foi medido com o auxílio de um potenciômetro digital, seguindo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Para determinação do teor de etanol das silagens, foram preparadas soluções das amostras frescas, tomando-se 25 g de silagem e 225 mL de água destilada, processando-se em liquidificador por 1 minuto. As soluções foram coadas numa primeira etapa com o auxílio de uma peneira de uso doméstico e, em seguida, utilizando-se tecido de náilon com abertura de malha de 50 µm. Depois de coadas, as soluções foram acidificadas com três gotas de ácido sulfúrico (50%) e centrifugadas numa rotação de 12000 RPM durante 15 minutos (KUNG Jr., 1996). Após o procedimento de centrifugação, a solução sobrenadante foi transferida para tubos de eppendorf com capacidade volumétrica de 2 mL, que foram armazenados em freezer a - 20°C.

O teor de etanol foi determinado por meio de cromatógrafo a gás com detector de ionização de chama acoplado com uma coluna capilar modelo LM-100 fase líquida, série CB, N^o 331095, com 25 metros de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno. As condições cromatográficas estabelecidas para determinação foram condicionadas em esquema de “rampa” com temperatura do injetor de 250^oC, detector de 250^oC e da coluna a 35^oC, permanecendo por 7 minutos, elevando-se gradualmente em 100^oC/min até atingir a temperatura de 200^oC, e assim permanecendo por 10 minutos. Em cada solução proveniente das amostras de silagem, foi adicionado um volume conhecido do composto 2-metil5-butanol usado como padrão interno na proporção de 2:1 (amostra:padrão interno). A concentração de etanol das amostras foi calculada tomando-se a razão entre as áreas dos picos do analito (etanol) e o padrão interno, relacionando este valor a uma equação fornecida pela curva de calibração padrão, construída com diferentes concentrações de etanol e a mesma concentração de padrão interno adicionadas nas amostras de silagem (SOUZA, 2008).

Os ácidos orgânicos foram identificados e quantificados por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), por meio de um cromatógrafo da marca Shimadzu (CLASS LC 10), com detector UV (SPD-M10A), no comprimento de onda de 230 nm, utilizando coluna C-18 de fase reversa (250 x 4,6 mm). O volume injetado da amostra foi de 20 µL. Foi utilizada como fase móvel, água com 0,1% de ácido fosfórico, com fluxo de 1 mL/min. Os picos correspondentes a cada ácido foram identificados pelo tempo de retenção, utilizando-se como comparação os tempos de retenção dos padrões (SILVA et al., 2002).

Na determinação da composição corporal e do ganho, foi utilizada a técnica do abate comparativo descrita por Lofgreen & Garrett (1968) e adaptada por Fontes et al. (2005). Os animais foram abatidos ao término do experimento em abatedouro oficial e de acordo com as normas federais prescritas para o abate humanitário de bovinos (BRASIL, 2000). Os animais foram pesados, após jejum de sólidos de 16 horas, e abatidos em seguida, por concussão cerebral, seguida de secção da veia jugular. O sangue foi recolhido em lona plástica, pesado e amostrado. Os componentes do trato gastrintestinal (TGI) de cada animal abatido foram esvaziados, lavados e pesados, retirando-se amostras proporcionais ao peso de cada componente, obtendo-se uma amostra representativa de todo o TGI.

As amostras de língua, traqueia, esôfago, fígado, coração, rins, pulmões, baço, carne industrial e aparelho reprodutor foram agrupados de forma proporcional, constituindo-se uma amostra composta de órgãos.

De modo semelhante, as amostras de gordura cavitária e gordura visceral foram proporcionalmente reunidas, formando uma amostra composta de gordura interna. As amostras de couro foram obtidas após a pesagem do mesmo.

Os pesos das cabeças, das caudas e dos pés de todos os animais foram igualmente anotados. No entanto, apenas um animal de cada grupo teve estes componentes dissecados e pesados, amostrando-se os ossos e tecidos moles da cabeça, dos pés e da cauda. As composições química e física desses animais amostrados foram consideradas representativas dos demais animais pertencentes ao mesmo tratamento.

As duas meias carcaças foram pesadas quentes e levadas à câmara fria, onde permaneceram por 24 horas em temperatura de 0 a 2°C. Após esse tempo, foram coletadas amostras individuais da carcaça esquerda, correspondendo à seção da 9ª à 11ª costela (seção HH), segundo Hankins & Howe (1946). As seções foram dissecadas, determinando-se as proporções de músculo (carne), tecido adiposo e ossos nelas contidas. As proporções de músculo, tecido adiposo e ossos da carcaça foram estimados com base nas proporções desses componentes na seção HH, por meio das equações propostas por Hankins & Howe (1946).

Músculo: $Y = 16,08 + 0,80 X$;

Tecido adiposo: $Y = 3,54 + 0,89 X$;

Ossos: $Y = 5,52 + 0,57 X$;

onde X é a % dos componentes na secção HH.

O rendimento da carcaça (RC) foi determinado dividindo-se a soma dos pesos das duas meias carcaças, correspondendo ao peso da carcaça quente (PCQ), pelo peso vivo em jejum do animal, antes do abate, segundo a equação abaixo:

$$RC = (PCQ/PV) * 100$$

Após o resfriamento das carcaças por 24 horas foi mensurada a área do músculo *Longíssimus dorsi* (área de olho de lombo - AOL) em cm². No lado

esquerdo da carcaça, procedeu-se um corte transversal entre a 12^a e 13^a costelas, expondo-se o músculo *Longíssimus dorsi* sendo traçado seu contorno em folha de transparência e, posteriormente, esta área foi medida com auxílio de um planímetro.

A espessura de gordura subcutânea (EGS), em mm, foi medida na região do corte entre a 12^a e 13^a costelas no músculo *Longíssimus dorsi*. A referência para a medida da EGS foi o ponto correspondente a $\frac{3}{4}$ da largura da seção, a partir do processo transversal da vértebra torácica.

O peso de corpo vazio (PCVZ) dos animais foi determinado pela soma do peso da carcaça, sangue, cabeça, couro, pés, cauda, gordura, vísceras e órgãos. A relação entre o peso de corpo vazio e o peso vivo (PV) dos animais-referência foi utilizada para estimar o PCVZ inicial dos animais remanescentes dos outros tratamentos. Os conteúdos corporais de gordura, proteína bruta (PB), água e cinzas foram determinados em função das concentrações percentuais destes nos tecidos, órgãos, couro, sangue e amostra representativa da carcaça (seção HH). Na análise da composição química dos tecidos corporais, de cada animal, as amostras foram inicialmente secas em estufa a 105°C até se obter constância de peso, determinando-se a matéria seca gordurosa (MSG). A MSG foi tratada com éter de petróleo a fim de extrair parte da gordura, obtendo-se assim a matéria seca pré-desengordurada (MSPD), conforme descrito por Kock & Preston (1979). Subtraindo-se a MSPD da MSG, obteve-se a gordura extraída no pré-desengorduramento. O teor de gordura total da amostra foi obtido somando-se a gordura removida no pré-desengorduramento com o extrato etéreo residual. A partir da MSPD moída, foram realizadas análises de nitrogênio total, extrato etéreo e cinzas, conforme a técnica descrita por Silva e Queiroz (2002). Conhecendo-se o teor de MSPD dos tecidos corporais, foi possível determinar a composição da matéria natural.

Os conteúdos corporais de energia foram determinados pelo produto dos conteúdos corporais de proteína e gordura, pelos seus respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação abaixo, proposta pelo (ARC, 1980).

$$CE \text{ (Mcal)} = 5,6405 X + 9,3929 Y, \text{ onde}$$

CE = conteúdo de energia, em kg;

X = proteína corporal, em kg;

Y = gordura corporal, em kg.

De acordo com a metodologia de abate comparativo (LOFGREEN E GARRET, 1968), os conteúdos iniciais de proteína e gordura dos animais experimentais foram estimados a partir da composição corporal dos animais-referência abatidos no início do experimento, e dos pesos de corpo vazio iniciais de cada animal.

Para descrever o aumento de gordura e proteína no corpo dos animais de cada tratamento, adotou-se a equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína e gordura, em função do logaritmo do PCVZ, conforme o seguinte modelo (ARC, 1980):

$$\log_{10} Y = \log_{10} \alpha + \delta \log_{10} X$$

em que:

X = peso de corpo vazio;

Y = Total de proteína (kg), gordura (kg) e energia (Mcal) retido no corpo vazio,
e

α e δ = parâmetros da equação.

Derivando-se as equações de regressão do conteúdo corporal de proteína, gordura e energia, em função do logaritmo do PCVZ, obtiveram-se as equações de predição do ganho de proteína e gordura por unidade de ganho de peso:

$$Y' = \delta \times 10^{\alpha} \times X^{(\delta-1)}$$

em que:

Y' = ganho de proteína (kg) e gordura (kg) por unidade de ganho de peso;

α e δ = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, das equações de predição dos conteúdos corporais de proteína e gordura; e

X = PCVZ em kg.

Após o resfriamento das duas meias carcaças, foram retiradas duas amostras do músculo *Longissimus dorsi* (LD), uma amostra correspondente à seção da 12ª costela e a outra correspondente à 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 congeladas até o momento das análises de perdas e força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, colágeno total e solúvel, análise instrumental da cor e comprimento de sarcômero.

Para as análises de perdas foram utilizadas amostras (bifes) do músculo *Longissimus dorsi*, ainda congeladas, as quais foram seccionadas, com o auxílio de serra frigorífica e de uma régua, em bifes com 2,54 cm de espessura. Em seguida, foram descongeladas durante 16 horas, à temperatura de 4°C , até atingirem temperatura interna de 2 a 5°C , sendo pesadas antes e após o descongelamento para determinação das perdas por descongelamento. Em seguida, os bifes foram assados, em forno elétrico pré-aquecido, sendo a temperatura interna dos bifes monitorada, com auxílio de um termômetro com sonda tipo K, posicionada no centro geométrico de cada bife. Os bifes foram retirados do forno elétrico no momento em que sua temperatura interna atingiu 71°C . As perdas por cocção foram obtidas pela pesagem do bife descongelado e após terem sido assados. As perdas totais foram obtidas pela diferença de peso entre as amostras congeladas e após terem sido assadas.

Para análise de força de cisalhamento, foram retiradas seis amostras cilíndricas de cada bife, no sentido das fibras musculares, com aproximadamente 13 mm de diâmetro, com o auxílio de um vazador manual. Determinou-se a força de cisalhamento com o aparelho Warner-Bratzler Shear Force, fabricado pela GR Electrical Manufacturing Company, com capacidade para 25 kg, como descrito por AMSA (1978).

A determinação do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi realizada conforme metodologia descrita por Culler et al. (1978). Foram utilizados quatro gramas do músculo *Longissimus dorsi*, livres de gordura e de tecido conectivo. As amostras foram homogeneizadas em *Ultra – Turrax* com haste de cisalhamento (Marconi – MA 102/E) a 18000 rpm em 40 mL de Tampão de Índice de Fragmentação Miofibrilar (TMFI) a 2°C (100 mM KCL, 20 mM de fosfato potássio pH 7,0, 1 mM MgCl_2 e 1 mM NaN_3 , pH 7,0), duas vezes, durante 30 segundos por vez. Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 1000x g por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante foi descartado. O pellet foi ressuspenso em 20 mL de

TMFI a 2°C e homogeneizado com bastão de vidro, e novamente centrifugado a 1000x g por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante foi, mais uma vez, descartado. O pellet foi então ressuspenso em 10 mL de TMFI a 2°C e submetido ao vórtex até a amostra tornar-se bastante homogênea para ser filtrada em peneira de polietileno com malha de 1 mm. Foi feita a quantificação de proteínas miofibrilares totais pelo método do Macro Biureto (GORNALL et al., 1949). Para determinação de IFM as amostras foram preparadas com o TIFM para um volume final de 8,0 mL e concentração de proteína de 0,5 mg/mL.

As amostras foram então submetidas à leitura em absorvância no comprimento de onda de 540 nm. O valor de IFM foi obtido pelo seguinte cálculo:

$$\text{IFM} = \text{Absorvância} \times 200^*$$

*Fator de escala para converter os valores de absorvância, conforme sugerido por Culler et al. (1978)

Para a determinação do colágeno, foi realizada a homogeneização de um bife com 1 cm de espessura em liquidificador industrial. O colágeno e suas frações foram quantificados pela determinação do aminoácido hidroxiprolina, segundo metodologia proposta por Woessner Junior (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 (2006). Foram colocados 5 g da carne homogeneizada e congelada em tubos plásticos, com 20 mL de água destilada, e submetida a banho-maria por 2 horas, a 80°C. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas por 1 min em *Ultra-turrax* a 22.000 rpm e, então, centrifugadas a 4.000 rpm por 15 minutos, em temperatura ambiente. O sobrenadante foi filtrado, e adicionaram-se 30 mL de ácido clorídrico (HCl, 6 N) e, ao sedimento, foram adicionados 50 mL de HCl 6 N. As amostras foram hidrolisadas em autoclave, por 4 horas, a 120 °C e 1 atm (CROSS et al., 1973). Após a hidrólise, as amostras do sedimento e sobrenadante sofreram diluições de 1:25 e 1:10, respectivamente, e tiveram o pH ajustado para 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 do sedimento das amostras, respectivamente. Aos tubos foi adicionado 1,0 mL de tampão Cloramina-T e, após repouso por 20 minutos em

temperatura ambiente, adicionaram-se, em cada tubo, 1,0 mL de reagente de cor (5 g de 4-dimetilaminobenzaldeído; 20 mL de propanol; 9 mL de ácido perclórico 60%). As amostras foram levadas a banho-maria por 15 minutos a 60 °C. Após o resfriamento, foi feita leitura das amostras em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 560 nm.

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

$$\%Colágeno \text{ no sedimento} = \frac{absorvância \times F^* \times 250 \times 100 \times 7,25^1 \times 10^{-6} \times 100}{10 \times 2 \times peso \text{ da amostra de carne}(g)}$$

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

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

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

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

¹Fator de conversão de hidroxiprolina em colágeno para o sedimento, conforme sugerido por Cross et al. (1973).

²Fator de conversão de hidroxiprolina em colágeno para o sobrenadante, conforme sugerido por Cross et al. (1973).

Para determinação do comprimento do sarcômero, aproximadamente 1 g da porção central de cada amostra (bife) foi retirado com a ajuda de uma pinça e um bisturi cirúrgico, e imerso em solução 0,2 M de sacarose tamponada. A seguir, as amostras foram retiradas da solução e, de cada uma, foram extraídos de seis a sete fragmentos de fibra muscular, dispostos um ao lado do outro em uma lâmina de vidro. Para fixar a lamínula, utilizou-se solução 0,2 M de sacarose tamponada. A partir da lâmina preparada, utilizou-se um equipamento de difração a *laser* para determinar o comprimento do sarcômero. O princípio da análise baseou-se na observação de que os músculos estriados atuavam como uma grade de transmissão

quando incididos por um raio de luz monocromática. Bandas de difração são então formadas para uma tela, e medidas, sendo a separação das ordens de difração determinada pelo estado de contração do músculo.

O equipamento geralmente utilizado consiste de um *laser* de Hélio-Neon (1 mW) com comprimento de onda de 632,8 nm, montado sobre um suporte onde a amostra é colocada (CROSS et al., 1981). O feixe de luz monocromática (*laser*) incide perpendicularmente sobre a amostra, sendo direcionado para uma tela branca que, no caso, é uma folha de papel A4, situada abaixo do suporte. O *laser* é direcionado sobre a amostra, colocada no suporte, e as bandas de difração do sarcômero podem ser visualizadas numa tela branca convexa. Assim, com o auxílio de um lápis ou caneta esferográfica, risca-se a imagem projetada numa folha A4 em cima da tela, utilizando-se no mínimo seis leituras. Dessa forma, considerando uma folha de papel A4 convexa e um feixe de luz monocromático de comprimento de onda de 632,8 nm, o comprimento do sarcômero foi determinado pela seguinte equação:

$$S = \frac{632,8 \times 10^{-3} \cdot L \cdot \sqrt{\left(\frac{T}{L}\right)^2 + 1}}{T}$$

em que:

S = comprimento do sarcômero (μm);

T = distância entre duas bandas de difração: a zero e a primeira banda máxima (mm); e

L = distância entre o músculo e a folha de papel A4 (mm).

Para avaliação da coloração do músculo LD, foram utilizados bifes com 2,54 cm de espessura, previamente descongelados e após 30 minutos de exposição ao ar em ambiente refrigerado, obteve-se a leitura para as faixas L^* , a^* e b^* , com uso de colorímetro digital da marca MINOLTA CR300 (Minolta Co., Osaka, Japão). O valor máximo de L^* (luminosidade) é 100 e constitui o branco, representando uma perfeita reflexão difusa, enquanto o valor mínimo é zero e constitui o preto. Os eixos a^* e b^* não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a^* varia do

vermelho (+a*) ao verde (-a*), e a coordenada b* do amarelo (+b*) ao azul (-b*), (HUNTERLAB, 1996). Os valores de L*, a* e b*, foram obtidos a partir de três leituras realizadas em pontos diferentes de cada amostra.

As análises estatísticas foram realizadas pelo procedimento PROC GLM do SAS (2002), por se tratar modelo fixo com dados balanceados. As médias de mínimos quadrados (LS MEANS) foram comparadas, adotando-se o nível de significância de 5%. Quando se verificou o efeito de interação de tipo de volumoso e nível de concentrado, fez-se o desdobramento, comparando os dois níveis de um fator em associação a cada nível do outro.

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + C_j + VC_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = observação referente ao animal k, recebendo o volumoso i e o nível de concentrado j;

μ = média;

V_i = efeito do volumoso, sendo i = 1, cana *in natura*; i =2, silagem de cana;

C_j = efeito do nível de concentrado, sendo j = 1, 50% de concentrado; j = 2, 80% de concentrado;

VC_{ij} = efeito de interação entre o volumoso i e o nível de concentrado j;

ε_{ijk} = erro aleatório.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Desempenhos dos animais

Na Tabela 3, estão demonstrados os resultados do desempenho animal (consumo de matéria seca, ganho diário de peso vivo, ganho diário de peso de corpo vazio, ganho diário de carcaça e eficiência alimentar) de bovinos Nelore alimentados com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* ou ensiladas.

Houve efeito de interação ($P < 0,05$) do nível de concentrado e tipo de volumoso para a variável, consumo de matéria seca (CMS). Nos bovinos alimentados com cana-de-açúcar, não se verificou diferença quanto ao CMS ($P > 0,05$) em função do nível de concentrado da dieta 7,86 e 7,52 kg/dia ou 2,14 e 2,04 %PV para 50% e 80% de concentrado, respectivamente. Nos alimentados com silagem de cana, verificou-se maior CMS ($P < 0,05$) para o nível de 80% de concentrado, correspondendo a 6,86 kg/dia (1,87% PV) contra 5,86 kg/dia (1,69% PV) para o nível de 50% de concentrado. Quando comparados os volumosos em cada nível de concentrado, verificou-se maior consumo ($P < 0,05$) em animais que receberam cana-de-açúcar, para ambos os níveis de concentrado em relação aos que receberam silagem de cana (Tabela 3).

O consumo de nutrientes é um dos fatores determinantes do desempenho animal, por estar intimamente ligado ao atendimento de suas exigências de manutenção e produção. Fatores relacionados ao alimento, ao animal ou às condições de alimentação influenciam o consumo alimentar. O processo de conservação do alimento pode afetar o consumo. O menor consumo de alimentos nos animais que receberam silagem é respaldado por outros autores. Assim, Erdman, em 1993, citado por Silva et al. (2005), concluiu que o processo de ensilagem pode resultar em redução de 30-40% no consumo potencial da forragem. Essa diminuição seria mais evidente em silagens pouco fermentadas e, possivelmente, é resultante do desbalanço metabólico, induzido pelas perdas e transformações do processo de fermentação e pelo excesso de ácidos orgânicos, que diminui a aceitação dessas silagens pelos animais. De forma semelhante, Mari (2008), estudando o comportamento de tourinhos Nelore recebendo silagem de cana e cana-de-açúcar *in*

natura, verificou mudança no comportamento alimentar, sendo que os animais que receberam silagem despenderam mais tempo nas atividades de ingestão, mastigação, ruminação e tiveram menor tamanho de bocado do que aqueles que receberam cana-de-açúcar *in natura*, os quais demonstraram maior avidez para ingestão da ração. O citado autor atribuiu as mudanças de comportamento aos compostos voláteis oriundos da fermentação presentes na silagem, que podem reduzir a aceitação das rações contendo silagem de cana, como também à menor estabilidade aeróbica da silagem. Desta forma, a ingestão de matéria seca poderia estar sendo inibida, mesmo que os animais ainda não estejam saciados. Fato também reportado por Schmidt (2006), explicando o menor consumo de matéria seca de silagem.

De maneira geral, o CMS de silagens é inferior àquele observado para a forragem original (CHARMLEY, 2001). Neste estudo, o consumo pode ter sido também prejudicado, nos tratamentos contendo silagem de cana devido ao nível de oxido de cálcio utilizado (1,6% na matéria natural), além da presença dos ácidos graxos voláteis e etanol na silagem, mesmo em quantidades pequenas, que diminuiriam a palatabilidade da silagem de cana, reduzindo o consumo.

Poucos trabalhos foram realizados sobre o desempenho dos animais, avaliando a influência de aditivos em silagem de cana. Dentre estes, Pedroso et al. (2006) avaliaram o desempenho de novilhas holandesas alimentadas com rações contendo silagem de cana-de-açúcar (46% da MS) aditivada com *Lactobacillus buchneri* (LB) e observaram ingestão média de 2,2% do PV, com ganho diário de 1,24 kg/dia. Trabalhando com nível semelhante de silagem de cana na dieta, Schmidt (2006) avaliou o desempenho de tourinhos Nelore recebendo ração completa contendo 45% de silagem de cana inoculada com LB e observou ingestão média de matéria seca de 8,62 kg ou 1,68% do PV, com ganhos diários de 1,00 kg/dia, o que corrobora os resultados do presente estudo. Por sua vez, Junqueira (2006) avaliou o desempenho de bezerra holandesa alimentada com rações contendo 45% de silagem de cana-de-açúcar na MS, e verificou ingestão média de 3,1% do PV, com ganho diário de 1,05 kg/dia. O nível de ingestão relatado pela autora pode ser considerado bastante elevado, possivelmente relacionado com a categoria animal usada naquele experimento.

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) do tipo de volumoso e o nível de concentrado para as variáveis, ganho diário peso vivo em jejum (GDPVJ), ganho

diário de peso de corpo vazio (GDPCVZ), ganho diário de carcaça (GDCAR) e eficiência alimentar (EA). Portanto, as médias, para os níveis de concentrado e tipos de volumoso, foram discutidas independentemente.

Não foram detectadas diferenças ($P>0,05$) para o GDPVJ, GDPCVZ, GDCAR, entre os animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem. Todavia, observaram-se diferenças significativas ($P<0,05$) para estas variáveis quanto ao nível de concentrado, tendo os animais alimentados com dietas contendo 80% de concentrado, apresentado maiores ganhos em relação àqueles alimentados com dietas contendo 50% de concentrado (Tabela 3).

A elevação da proporção de concentrado na ração, normalmente, traz maior ganho de peso diário por suprir energia metabolizável e proteína em concentrações mais elevadas que os volumosos. Este fato foi observado por Gomes Jr. et al. (2002) que, trabalhando com novilhos mestiços na fase de crescimento, também verificaram maior ganho de peso com elevação do nível de concentrado na dieta. Também Paulino (1998) e Van Soest (1994) relataram a ocorrência de maiores ganhos de peso com o aumento progressivo do nível de concentrado na ração. Os relatos dos citados autores respaldam os resultados encontrados neste trabalho.

Avaliando rações para confinamento contendo cana-de-açúcar como volumoso nas proporções de 40% e 60%, Henrique et al (2007) verificaram para a ração com 40% de cana-de-açúcar ganho de 1,44 kg/dia, enquanto a ração contendo 60% de cana proporcionou ganho de 0,98 kg/dia.

Tabela 3 - Médias e erro-padrão para as variáveis, consumo de matéria seca (CMS), ganho diário de peso vivo em jejum (GDPVJ), ganho diário de peso de corpo vazio (GDPCVZ), ganho diário de carcaça (GDCAR) e eficiência alimentar (EA) em kg, de animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de cana, em associação com dois níveis de concentrado (50% ou 80%)

Variável	Nível de concentrado		Média
	50%	80%	
CMS, Kg			
Cana	7,86 ± 0,21aA	7,52 ± 0,21aA	7,69 ± 0,15a
Silagem de Cana	5,86 ± 0,21bA	6,86 ± 0,21bB	6,36 ± 0,15b
Média	6,86 ± 0,15A	7,19 ± 0,15B	
GDPVJ, Kg			
Cana	1,18 ± 0,06	1,25 ± 0,06	1,21 ± 0,04a
Silagem de Cana	1,04 ± 0,06	1,34 ± 0,06	1,19 ± 0,04a
Média	1,11 ± 0,04A	1,30 ± 0,04B	
GDPCVZ, Kg			
Cana	1,01 ± 0,06	1,15 ± 0,06	1,08 ± 0,04a
Silagem de Cana	0,88 ± 0,06	1,24 ± 0,06	1,06 ± 0,04a
Média	0,95 ± 0,04A	1,20 ± 0,04B	
GDCAR, Kg			
Cana	0,71 ± 0,04	0,78 ± 0,04	0,75 ± 0,03a
Silagem de Cana	0,59 ± 0,04	0,82 ± 0,04	0,71 ± 0,03a
Média	0,65 ± 0,03A	0,80 ± 0,03B	
EA, GDPVJ/Kg CMS			
Cana	0,149 ± 0,008	0,166 ± 0,008	0,158 ± 0,006a
Silagem de Cana	0,177 ± 0,008	0,195 ± 0,008	0,186 ± 0,006b
Média	0,163 ± 0,006A	0,181 ± 0,006B	

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas, são estatisticamente semelhantes ($P < 0,05$) pelo teste F.

Na Tabela 3, são mostrados os ganhos diários de peso de corpo vazio (GDPCVZ) e de carcaça (GDCAR) respectivamente. O nível de 80% de concentrado proporcionou ganhos de GDPCVZ e GDCAR maiores (26,32% e 23,08%, respectivamente) que os do nível de 50% de concentrado. Alto nível de concentrado,

especialmente quando associado com a cana-de-açúcar, traz maior taxa de desaparecimento das partículas no rúmen, devido à maior digestibilidade da dieta, e menores teores de fibras indegradáveis, que tendem a permanecer por longos períodos dentro do rúmen, contribuindo para o maior peso do conteúdo gastrointestinal e menor consumo.

Não houve efeito de interação entre tipo o de volumoso e o nível de concentrado ($P > 0,05$) para eficiência alimentar. Na Tabela 3, verifica-se que houve diferença ($P < 0,05$) para a variável eficiência alimentar (EA) em kg de ganho diário de peso vivo em jejum por kg de matéria seca consumida (kg GDPVJ/kg CMS) tanto para o tipo de volumoso, como para o nível de concentrado. Os animais que receberam cana-de-açúcar *in natura* apresentaram menor eficiência alimentar (15,05%) em relação aos que receberam silagem de cana. Os animais que receberam silagem de cana tiveram menor consumo de matéria seca que aqueles que receberam cana-de-açúcar *in natura* para os dois níveis de concentrado da dieta. Entretanto, as diferenças em consumo não se refletiram em diferença no ganho de peso ($P > 0,05$), resultando em maior eficiência alimentar nos animais que receberam silagem. Com relação ao nível de concentrado, o nível de 80% trouxe eficiência 11,04% superior à do nível de 50% de concentrado. Essa melhor eficiência alimentar está associada ao melhor aproveitamento da energia e da proteína fornecida em concentrações mais elevadas nas rações mais ricas em concentrados.

Ao avaliar o desempenho de tourinhos Nelore alimentados com cana-de-açúcar fresca, silagem de cana e silagem de cana inoculada com LB, Mari (2008) não encontrou diferenças na ingestão de matéria seca, ganho médio de peso e eficiência alimentar, que apresentaram valores médios de 8,54 kg/dia (1,87% PV), 0,896 kg/dia e 0,105 kg GDPVJ/kg CMS, respectivamente. Também Silva et al. (2002) não observaram diferenças no consumo de matéria seca, estudando níveis de inclusão de 20, 40, 60 e 80% de concentrado na dieta, sendo que o valor médio de eficiência alimentar encontrado foi de 0,140 kg de ganho/kg de matéria seca consumida, inferior ao deste experimento.

4.2 – Rendimentos e características físicas da carcaça dos animais

Na Tabela 4, são mostrados os resultados referentes às características: peso ao abate (PA), peso da carcaça quente (PCAR), rendimento de carcaça em relação ao peso vivo em jejum (RCARPVJ), rendimento de carcaça em relação ao peso de corpo vazio (RCARPCVZ), espessura de gordura subcutânea (EGS) e área de olho de lombo (AOL) em função dos tratamentos experimentais.

Houve efeito de interação ($P < 0,05$) do nível de concentrado e tipo de volumoso para as variáveis, peso ao abate e peso da carcaça. Nos animais que receberam cana-de-açúcar *in natura*, não houve diferença ($P > 0,05$) quanto ao peso ao abate e peso da carcaça entre os níveis de concentrado de 50 e 80%, observando-se as médias gerais para os dois níveis de concentrado de 430,29 kg e 237,35 kg para peso ao abate e peso da carcaça, respectivamente (Tabela 4). Entretanto, nos novilhos que receberam silagem de cana, verificou-se diferença entre os dois níveis de concentrado ($P < 0,05$), observando-se o peso ao abate e peso da carcaça 8,94% e 12,16% maiores, respectivamente, para o nível de 80% de concentrado.

Quando os volumosos foram comparados em cada nível de concentrado, verificou-se que, no nível de 50% de concentrado, a cana-de-açúcar proporcionou peso ao abate e peso da carcaça 6,87% e 9,01%, respectivamente superiores. Ao nível de 80% de concentrado, não houve diferença ($P > 0,05$) entre cana-de-açúcar e silagem (Tabela 4). Os animais que receberam silagem de cana no nível de 50% de concentrado, apesar de apresentarem um ganho satisfatório (Tabela 3), tiveram o peso ao abate e conseqüentemente o peso da carcaça foi menor em relação ao nível de 80%, devido ao menor consumo de matéria seca (Tabela 3).

O nível de concentrado e o tipo de volumoso não influenciaram ($P > 0,05$) os rendimentos de carcaça em relação ao peso vivo em jejum (RCARPVJ) e em relação ao peso de corpo vazio (RCARPCVZ). As médias observadas para RCARPVJ foram 55,15, 54,62, 54,34 e 55,43%, e para RCARPCVZ, foram 65,12, 64,35, 64,91 e 64,56%, para cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana, 50% de concentrado e 80% de concentrado, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2002 a, b), que não verificaram efeito do nível de concentrado sobre os rendimentos de carcaça de bovinos Nelore, obtendo valores médios de 57,4 e

64,3%, respectivamente, para os rendimentos em relação ao peso vivo e ao peso de corpo vazio.

Costa et al. (2005) também não encontraram efeito da adição de concentrado sobre os rendimentos de carcaça em relação ao peso vivo e ao peso de corpo vazio, observando os valores médios de 56,3 e 62,8%, respectivamente.

Di Marco (1998) afirmou que deve ser esperado menor rendimento de carcaça em animais alimentados com volumosos mais fibrosos, mas ressalta também que o nível de concentrado utilizado teria maior influência sobre o rendimento de carcaça, pelo seu efeito direto sobre o conteúdo do trato digestivo no momento da pesagem do animal ainda vivo, sendo que esta diferença tende a desaparecer com o avanço do tempo de jejum.

A espessura de gordura subcutânea (EGS) diferiu ($P < 0,05$) entre os níveis de concentrado. Os animais que receberam 80% de concentrado apresentaram maior espessura de gordura (40% a mais) em relação aos que receberam 50% de concentrado. Animais alimentados com rações contendo maiores níveis energéticos tendem a depositar maior quantidade de gordura, quando comparados a animais recebendo dietas com menores níveis de energia, o que está em concordância com o fato de que a maior deposição de gordura subcutânea é observada nos animais que receberam ração com 80% de concentrado.

Analisando-se a espessura de gordura nos diferentes tratamentos, observa-se que todos os animais apresentaram espessura de gordura entre 3 e 6 mm, intervalo considerado ideal pelos frigoríficos, a fim de evitar perdas por desidratação e escurecimento da carne durante o resfriamento, além de evitar o recorte de gordura excessiva e a conseqüente redução no peso de carcaça.

Costa et al. (2005) encontraram acréscimo na espessura de gordura em função do acréscimo de concentrado na dieta, com valor de 4,9 mm para o nível de 65% de concentrado.

De acordo com Luchiarri Filho (2000), a medida da área de olho de lombo (AOL) também é utilizada como indicador da composição da carcaça, existindo uma correlação positiva entre a AOL e a porção comestível da carcaça. Segundo o autor, à medida que aumenta a AOL, aumenta a porção comestível da carcaça e vice-versa.

No presente trabalho, não houve efeito ($P > 0,05$) do nível de concentrado e do tipo de volumoso sobre a AOL. Os animais que receberam silagem de cana ao nível

de 50% de concentrado apresentaram os valores numéricos mais baixos, possivelmente, devido ao menor peso ao abate e ao menor peso da carcaça (Tabela 4).

O aumento da área de olho de lombo está negativamente correlacionado com a porcentagem de gordura da carcaça, visto que, no momento em que se inicia o período de intensa deposição de gordura, o tecido muscular sofre desaceleração em seu desenvolvimento (BERG E BUTTERFIELD, 1976; MARPLE, 1983). Além disso, outro fator que parece ter contribuído para as semelhanças encontradas nesta medida é o fato de o músculo *Longissimus dorsi* ser de desenvolvimento mais tardio (OWENS et al., 1993).

Jorge et al. (1999) obtiveram média de 57,95 cm² de AOL, com animais zebuínos não castrados e abatidos com 450 kg. Por sua vez, Pereira (2006) verificou AOL para animais da raça Nelore de 58,65 cm², recebendo alto nível de concentrado. De forma semelhante, Duarte (2010) encontrou valores de AOL de 58,76 cm² para animais recebendo dietas com 80% de concentrado, resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Tabela 4 - Médias e erro-padrão para as variáveis, peso ao abate (PA), peso da carcaça (PCARC), rendimento de carcaça em relação ao peso vivo em jejum (RCARPVJ), rendimento de carcaça em relação ao peso de corpo vazio (RCARPCVZ), espessura de gordura subcutânea (EGS) e área de olho de lombo (AOL), de animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de cana, em associação com dois níveis de concentrado (50% ou 80%)

Variável	Nível de concentrado		Média
	50%	80%	
PA, Kg			
Cana	427,66 ± 7,03aA	432,92 ± 7,03aA	430,29 ± 4,97a
Silagem de Cana	400,16 ± 7,03bA	435,92 ± 7,03aB	418,04 ± 4,97a
Média	413,92 ± 4,97A	434,42 ± 4,97B	
PCAR, Kg			
Cana	234,64 ± 4,01aA	240,05 ± 4,01aA	237,35 ± 2,83a
Silagem de Cana	215,24 ± 4,01bA	241,42 ± 4,01aB	228,34 ± 2,83b
Média	224,95 ± 2,83A	240,74 ± 2,83B	
RCARPVJ, %			
Cana	54,87 ± 0,57	55,43 ± 0,57	55,15 ± 0,40a
Silagem de Cana	53,81 ± 0,57	55,44 ± 0,57	54,62 ± 0,40a
Média	54,34 ± 0,40A	55,44 ± 0,40A	
RCARPCVZ, %			
Cana	65,50 ± 0,49	64,73 ± 0,49	65,12 ± 0,34a
Silagem de Cana	64,32 ± 0,49	64,38 ± 0,49	64,35 ± 0,34a
Média	64,91 ± 0,34A	64,56 ± 0,34A	
EGS, mm			
Cana	3,83 ± 0,69	5,33 ± 0,69	4,58 ± 0,48a
Silagem de Cana	3,67 ± 0,69	5,17 ± 0,69	4,42 ± 0,48a
Média	3,75 ± 0,48A	5,25 ± 0,48B	
AOL, cm²			
Cana	56,50 ± 2,32	55,66 ± 2,32	56,08 ± 1,64a
Silagem de Cana	48,50 ± 2,32	55,67 ± 2,32	52,08 ± 1,64a
Média	52,5 ± 1,64A	55,67 ± 1,64A	

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas, são estatisticamente semelhantes ($P < 0,05$) pelo teste F.

4.3 – Composição química corporal e do ganho

Não se verificou efeito de interação do nível de concentrado e tipo de volumoso ($P>0,05$) quanto ao ganho diário de proteína corporal dos animais, verificando-se ganhos médios de proteína de cerca de 170 g/dia para ambos os volumosos. Todavia, observou-se efeito significativo ($P<0,05$) para esta variável, quando se considerou o nível de concentrado da dieta. Os animais alimentados com dietas contendo 80% de concentrado apresentaram ganhos de proteína de 37,97% maiores ($P<0,05$) que aqueles alimentados com dietas contendo 50% de concentrado (Tabela 5).

Em sistemas de produção de bovinos de corte de alto desempenho, a proteína microbiana, produzida no rúmen, que atinge o intestino delgado pode ser insuficiente para atender às necessidades de proteína metabolizável do animal (NRC, 1996). Assim, ocorre um aumento no requerimento de proteína dietética que escape da fermentação ruminal e que possa ser digerida no intestino. O suprimento de proteína de escape não deve, entretanto, comprometer o atendimento da proteína degradável requerida no rúmen para a otimização da síntese microbiana.

Santos (2006) salientou que não é apenas a quantidade de proteína microbiana e de proteína alimentar que escapa da fermentação ruminal são importantes, mas também a qualidade dessa última, que deve suprir os aminoácidos essenciais (AAE) mais limitantes, em relação ao total de AA.

Os aminoácidos originários da proteína não degradada no rúmen podem ser absorvidos no intestino delgado e utilizados pelo tecido animal, principalmente para síntese de proteínas. Entretanto, uma porção considerável destes aminoácidos pode também ser utilizada pelo fígado para síntese de glicose pelo processo de gliconeogênese. Os aminoácidos podem ainda ser convertidos em lipídeos e outros compostos de grande importância, como hormônios e neurotransmissores (WILLEY et al. 1991). Os aminoácidos que não participam desses processos podem ser deaminados, dando origem à amônia e esqueletos de carbono que, por sua vez, podem ser oxidados a água e CO_2 com produção de energia (SANTOS, 2006).

Os ganhos de músculo e proteína na carcaça, reflexo do acréscimo das proteínas musculares, são o saldo líquido entre a síntese e a degradação proteica, que são processos que ocorrem de forma simultânea e contínua, sendo

influenciados por diversos fatores, dentre os quais, o aporte nutricional (MARTINEZ et al., 1984). Em face do exposto, pode-se concluir que as dietas com alto nível de concentrado possibilitaram aumentar os ganhos de proteína e gordura e, conseqüentemente, o ganho de energia nos animais deste experimento.

Tabela 5 - Médias e erro-padrão para as variáveis, ganho diário de proteína (GDPROT), ganho diário de gordura (GDGOR), ganho diário de energia (GDENER) de animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de cana, em associação com dois níveis de concentrado (50% ou 80%)

Variável	Nível de concentrado		Média
	50%	80%	
GDPROT, Kg			
Cana	0,159 ± 0,013	0,183 ± 0,012	0,171 ± 0,009a
Silagem de Cana	0,136 ± 0,013	0,204 ± 0,013	0,170 ± 0,009a
Média	0,147 ± 0,009A	0,194 ± 0,009B	
GDGOR, Kg			
Cana	0,318 ± 0,016aA	0,334 ± 0,016aA	0,326 ± 0,011a
Silagem de Cana	0,242 ± 0,016bA	0,331 ± 0,016aB	0,286 ± 0,011b
Média	0,280 ± 0,011A	0,333 ± 0,011B	
GDENER, Mcal/kg			
Cana	3,88 ± 0,187aA	4,17 ± 0,187aA	4,03 ± 0,132a
Silagem de Cana	3,04 ± 0,187bA	4,26 ± 0,187aB	3,65 ± 0,132b
Média	3,46 ± 0,132A	4,22 ± 0,132B	

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas, são estatisticamente semelhantes ($P < 0,05$) pelo teste F

Houve efeito de interação ($P < 0,05$) do nível de concentrado e tipo de volumoso para as variáveis, ganho diário de gordura (GDGOR) e ganho diário de energia (GDENER). Os animais que receberam cana-de-açúcar não diferiram ($P > 0,05$) quanto ao GDGOR e GDENER em função dos níveis de 50 e 80% de concentrado na dieta, verificando-se, para os dois níveis, o ganho médio de 326 g para gordura, e 4,03 Mca/kg para energia, respectivamente. Entretanto, nos novilhos que receberam silagem de cana, verificou-se diferença ($P < 0,05$) nos ganhos de

gordura e energia, em função do nível de concentrado da dieta, verificando-se ganhos 36,78% e 40,13% maiores para GDGOR e GDENER, respectivamente, no nível de 80% de concentrado. Ao comparar os volumosos, em cada nível de concentrado, verificou-se que, no nível de 50%, a cana-de-açúcar possibilitou ganhos de 31,40% e 27,63% superiores ($P < 0,05$) que a silagem de cana para GDGOR e GDENER, respectivamente; e, no nível de 80% de concentrado, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os volumosos, observando-se os valores médios de 333 g, para gordura, e 4,22 Mcal/kg, para energia (Tabela 5).

Com o objetivo de descrever as mudanças da composição corporal e da composição do ganho dos animais, com a elevação do peso corporal, foram ajustadas equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína e gordura, em kg, em função do logaritmo do peso de corpo vazio (PCVZ) dos animais (Tabela 6).

O teste de identidade de modelos (GRAYBILL, 1976), aplicado às quatro equações de regressão obtidas, para os tratamentos correspondentes aos dois níveis de concentrado e dois volumosos, indicou não haver diferença ($P > 0,05$) entre os mesmos, portanto, para se estimarem os conteúdos de proteína e gordura no PCVZ, adotaram-se equações gerais comuns aos tratamentos.

Os conteúdos corporais totais de proteína e gordura, bem como os conteúdos de proteína e gordura por kg de peso de corpo vazio foram estimados, utilizando-se as equações da Tabela 6, para animais com pesos de corpo vazio de 200 a 400 kg, são apresentados na Tabela 7.

Os coeficientes de determinação das equações de regressão (R^2) foram altos, 0,98 para proteína e 0,96 para gordura, mostrando o bom ajustamento das equações aos dados.

Tabela 6 - Parâmetros das equações de regressão do logaritmo do peso de proteína (kg) e gordura (kg), em função do logaritmo do peso corporal vazio (PCVZ), em kg

Componente	Parâmetros das equações de regressão		
	Intercepto	β	R ²
Proteína	- 0,437265	0,879921	0,98
Gordura	- 3,100392	1,906646	0,96

Na Tabela 7, são mostrados os conteúdos estimados de proteína e gordura por kg de PCVZ em animais com PCVZ na faixa de 200 a 400 kg, bem como as respectivas relações de gordura/proteína (G/P). Observa-se que os conteúdos totais de proteína e gordura aumentam à medida que o peso de corpo vazio se eleva. Entretanto, em termo de concentração, ou seja, em g/kg de PCVZ, houve decréscimo de proteína e aumento na concentração de gordura e aumento da relação G/P, com a elevação do peso corporal. Estes resultados são consistentes com a sequencia de desenvolvimento dos tecidos corporais, estando de acordo com Lana et al. (1992), Freitas (1995), Fontes (1995) e Paulino (1996).

As mudanças na relação G/P indicam desaceleração do crescimento muscular e desenvolvimento do tecido adiposo, com a elevação do PCVZ, em razão de ter este último tecido maior impulso de crescimento em idade mais avançada (BERG E BUTTERFIELD, 1976).

Valores um pouco mais elevados, de gordura corporal foram relatados por Fontes (1995), ao fazer uma análise conjunta de vários experimentos, envolvendo animais não castrados da raça Nelore, com ganhos de 1,0 a 1,2 kg durante a fase de engorda. Para animais de 200, 300 e 400 kg de PCVZ, o citado autor encontrou concentrações de gordura de 96, 154, e 216 g por kg de PCVZ, respectivamente. Paulino (1996) estimou conteúdo de proteína e gordura, para animais de 200 kg de PCVZ, de 190 g e 86 g por kg de PCVZ, resultados bem próximos aos encontrados neste trabalho.

Tabela 7 – Conteúdos corporais totais de proteína (PT) e gordura (GT) e conteúdos de proteína (P) e gordura (G), por kg de peso corporal vazio (PCVZ), e relação entre conteúdos de gordura e proteína (G/P), para animais com peso de corpo vazio de 200 a 400 kg

PCVZ (kg)	PT (kg)	GT (kg)	g/kg de PCVZ		G/P
			P	G	
200	38,7	19,4	194	97	0,50
250	47,1	29,6	188	118	0,63
300	55,3	41,9	184	140	0,76
350	63,3	56,3	181	161	0,89
400	71,2	72,6	178	182	1,02

Ao se derivarem as equações de regressão do logaritmo dos conteúdos corporais de proteína e gordura, em função do logaritmo do PCVZ, obtiveram-se as equações de predição dos acréscimos de proteína e gordura por kg de ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), em função do PCVZ (Tabela 8).

Os acréscimos estimados de proteína e gordura por kg ganho de PCVZ e a relação entre gordura e proteína (G/P) no ganho, para animais com pesos de corpo vazio de 200 a 400 kg, encontram-se na Tabela 9.

Tabela 8 – Equações de predição de ganho de proteína e gordura, por kg ganho de peso do corpo vazio (kg/kg de GPCVZ) para animais Nelore

Componente	Equações de Predição
Proteína	$Y' = 0,321498 * PCVZ^{-0,120079}$
Gordura	$Y' = 0,001513 * PCVZ^{0,906646}$

Tabela 9 – Conteúdos de proteína e gordura, por kg de GPCVZ, e relação entre gordura e proteína (G/P) no ganho, para animais com peso de corpo vazio de 200 a 400 kg

PCVZ (kg)	Proteína	Gordura	G/P
	g/kg de GPCVZ		
200	171	185	1,08
250	166	226	1,36
300	162	267	1,65
350	159	307	1,93
400	157	346	2,21

Observam-se ganhos mais elevados de gordura, associados a decréscimo no ganho de proteína, por kg de GPCVZ, à medida que os pesos se elevam. Estes resultados concordam com as observações de Lana et al. (1992), Freitas (1995), Fontes (1995) e Paulino (1996).

Os dados encontrados por Fontes (1995), referentes a animais Nelore, não castrados, com 200, 300 e 400 kg de PCVZ e ganhos diários de 1,0 a 1,2 kg, são de 208, 334 e 467 g de ganho de gordura por kg de GPCVZ, superiores aos encontrados neste trabalho, explicado pela maior idade dos animais utilizados pelo citado autor, em relação aos animais deste trabalho, que apresentavam apenas a primeira muda incompleta (pinças) ao abate.

A relação G/P no ganho foi baixa quando comparada aos resultados encontrados por Paulino (1996), que variaram de 1,27 a 3,63 para animais com 200 e 400 kg de PCVZ. A menor proporção de gordura em relação aos músculos, nos animais da presente pesquisa, em comparação aos animais de mesmo peso utilizados por Paulino (1996), sugere que, na presente pesquisa, os animais, que eram mais jovens, teriam atingidos menor proporção do peso à maturidade, com mesmos pesos, que aqueles utilizados pelo citado autor, o que poderia ser atribuído a um potencial genético para peso à maturidade mais elevado nos presentes animais ou a um nível nutricional mais adequado durante a recria, possibilitando-lhes expressar peso adulto potencial mais elevado.

4.4 – Qualidade de carne

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) do nível de concentrado e tipo de volumoso para as variáveis, perdas por descongelamento (PDESC), por cocção (PCOC) e totais (PTOT), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e comprimento de sarcômero (COMSAR), sendo, desta forma, as comparações feitas entre médias para volumoso e médias para nível de concentrado (Tabela 10).

Houve efeito do nível de concentrado e tipo de volumoso ($P<0,05$) para perdas por descongelamento (Tabela 10), tendo os animais que receberam silagem de cana apresentado maiores perdas (23,74%) em relação aos animais que receberam cana-de-açúcar *in natura* e aqueles que receberam 50% de concentrado apresentaram maiores perdas (23,33%) que os animais que consumiram dietas com 80% de concentrado.

Para perdas por cocção (PCOC) e totais (PTOT), não houve efeito ($P>0,05$) de nível de concentrado, verificando-se as médias de PCOC de 26,16 e 27,06 para 50% e 80%, e PTOT de 33,40% e 32,82% para 50% e 80%, respectivamente. Houve efeito ($P<0,05$) do tipo de volumoso, tendo os animais alimentados com silagem de cana apresentado perdas por cocção e totais, 23,52% e 21,99% superiores, respectivamente, que aqueles alimentados com cana-de-açúcar (Tabela 10).

Entre os atributos qualitativos mais observados pelos consumidores destaca-se a exsudação de suco. A perda de líquido durante o processamento da carne está negativamente relacionada com a suculência, e positivamente relacionada com a perda de substâncias que promovem o “*flavor*” do alimento. A capacidade de retenção de água define-se como a capacidade de a carne reter sua água durante a aplicação de forças externas, tais como, cortes, aquecimento, trituração e prensagem. Sendo que, durante a cocção, não há perda somente de água, mas de gordura e íons.

A capacidade de retenção de água pode ser elevada por diversos fatores, entre eles, lenta glicólise *post mortem* e pH alto, resfriamento rápido da carcaça, antes do estabelecimento do *rigor mortis*, armazenamento a temperaturas próximas a 0°C. O pH ideal da carne situa-se entre 5,6 a 5,8, sendo que pH elevado, em torno de 7,0 que causa retenção excessiva de água, influenciando negativamente na cor e

nas qualidades organolépticas da carne. Além disso, os músculos que possuem alto conteúdo em gordura intramuscular podem ter maior capacidade de retenção de água. É possível que a gordura intramuscular afrouxe a microestrutura da carne, permitindo, desta forma, a retenção de uma maior quantidade de água.

A água localiza-se mais nos músculos que na gordura e desta forma, carcaças com mais gordura apresentam menor quantidade de água. Isto porque a água é a substância que mais se liga à proteína e a carne é o constituinte da carcaça mais rico em proteína.

Durante o desenvolvimento do *rigor mortis*, ocorre o encurtamento do sarcômero, reduzindo o espaço disponível para a água dentro da miofibrila. Segundo Honikel et al. (1986), a perda do descongelamento pode aumentar linearmente com a diminuição do comprimento de sarcômero, passando a água mobilizada no espaço intramiofibrilar para o espaço extramiofibrilar proporcionando aumento das perdas.

A maior perda de água, principalmente no descongelamento, nos animais que receberam silagem de cana está possivelmente relacionada com o maior encurtamento de sarcômero (menor comprimento de sarcômero), verificado nesses animais, os quais apresentaram menor espessura de gordura subcutânea em relação aos animais que receberam cana-de-açúcar *in natura*, o que poderia predispor suas carcaças ao encurtamento pelo frio.

Os valores de força de cisalhamento (FC) verificados para os dois níveis de concentrados foram semelhantes ($P > 0,05$), com médias de 4,47 e 4,01 kgf/cm² para 50 e 80% de concentrado. Entretanto houve diferença ($P < 0,05$) para os tipos de volumosos, tendo a silagem de cana apresentado valor superior, 4,88 kgf/cm² contra 3,61 kgf/cm² da cana-de-açúcar *in natura* (tabela 10). A força de cisalhamento tem relação direta com maciez da carne, sendo que uma maior FC indica maior dureza na carne. No presente trabalho, os valores de FC encontrados para os tratamentos contendo cana caracterizam a carne como macia, de acordo com Shackelford et al. (1991), que consideram carne com boa maciez aquela com valores inferiores a 4,6 kgf/cm². Felício (1998), por sua vez, considera a carne de boa maciez aquela com valor para FC abaixo de 5,0 kgf/cm², sendo que todos os tratamentos, no presente trabalho, apresentaram valores inferiores a este.

Avaliando dietas para confinamento contendo cana-de-açúcar nas proporções de 40% e 60%, Oliveira et al. (2007) verificaram que os animais Nelore alimentados

com a dieta contendo 60% de cana, apresentaram carne com menores valores de FC que os alimentados com dieta com 40% de cana. A dieta com 60% de volumoso proporcionou maior capacidade de retenção de água e menores perdas, observando também que estes animais apresentaram carne com pH mais alto.

Não houve efeito ($P>0,05$) do nível de concentrado e tipo de volumoso em relação ao índice de fragmentação miofibrilar (IFM) (Tabela 10).

Dentre os fatores que influenciam a maciez da carne bovina, a proteólise *post mortem* tem sido estudada intensivamente por meio de inúmeras técnicas, dentre elas, o IFM que, por sua vez, mede a intensidade da proteólise das miofibrilas (HOPKINS et. al., 2000). Segundo Koohmarie (1990), o IFM apresenta uma relação inversa com a força de cisalhamento, já que à medida que se aumentam os valores de IFM, normalmente, diminuem-se os valores obtidos pela força de cisalhamento.

Culler et al. (1978) relataram que valores de IFM acima de 60% caracterizam uma carne muito macia: valores entre 50 e 60%, uma maciez moderada: e valores abaixo de 50, ausência de maciez. No presente estudo, a carne de todos os animais apresentou valor médio para IFM igual a 35,32%, o que a classificaria como uma carne com ausência de maciez. Entretanto, com relação à FC, o valor obtido foi abaixo do limite superior para que, segundo Shackelford (1991), a carne seja caracterizada como macia ($4,6 \text{ kgf/cm}^2$). A divergência encontrada quanto à classificação da maciez da carne pelo IFM e pela FC torna evidente, neste trabalho, a não correlação entre essas características. Deve-se ainda considerar que a FC é uma medida objetiva, específica para maciez, enquanto o IFM seria uma medida correlacionada com maciez, mas que não guarda uma relação de causa/efeito com a maciez.

Outro fator que interfere indiretamente na maciez da carne é o comprimento de sarcômero, a menor unidade contrátil do músculo. Após o abate, a fibra muscular continua capaz de se contrair até o esgotamento das reservas de ATP. Quando isto ocorre, há encurtamento dos sarcômeros devido à formação de ligações permanentes entre os filamentos de actina e miosina, fenômeno conhecido como *rigor mortis*. O nível do encurtamento dos sarcômeros influencia a maciez. Assim quanto menor for o comprimento de sarcômero, menor será a maciez.

Normalmente, a temperatura da câmara de resfriamento é mantida entre 0 e 2°C. Se a carcaça for resfriada muito rapidamente, ocorrerá o fenômeno “encurtamento pelo frio”, provocando, assim, encurtamento excessivo do sarcômero,

podendo atingir 50% (HERTZMAN et al., 1993) e, conseqüentemente, aumento da “dureza” da carne. Para evitar o “encurtamento pelo frio”, a temperatura do músculo não deve cair abaixo de 10°C, antes de o pH cair a 6,2. Para tal, a temperatura interna não deve ser inferior a 10°C com menos de 10 horas, após o abate (FELÍCIO, 1993; HANNULA E POULANE, 2004).

Na Tabela 10, verificou-se que o comprimento de sarcômero foi semelhante para os dois níveis de concentrado ($P>0,05$), apresentando médias de 1,73 e 1,76 μm para os níveis de 50 e 80% de concentrado, respectivamente. Entretanto, houve diferença ($P<0,05$) entre o tipo de volumoso, tendo os animais que receberam silagem de cana apresentado valores menores, 1,66 μm ($P<0,05$), em relação aos que receberam cana-de-açúcar *in natura*, 1,83 μm , resultados estes em consonância com os valores observados para força de cisalhamento.

Tabela 10- Médias e erro-padrão para as variáveis, perdas por descongelamento (PDESC), cocção (PCOC) e totais (PTOT), força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e comprimento de sarcômero (COMSAR) da carne de animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de cana, em associação com dois níveis de concentrado (50% ou 80%)

Variável	Nível de concentrado		Média
	50%	80%	
PDESC, %			
Cana	9,20 ± 0,71	6,63 ± 0,71	7,92 ± 0,50a
Silagem de Cana	10,36 ± 0,71	9,23 ± 0,71	9,80 ± 0,50b
Média	9,78 ± 0,50A	7,93 ± 0,50B	
PCOC, %			
Cana	24,96 ± 2,48	22,66 ± 2,48	23,81 ± 1,75a
Silagem de Cana	27,36 ± 2,48	31,45 ± 2,48	29,41 ± 1,75b
Média	26,16 ± 1,75A	27,06 ± 1,75A	
PTOT, %			
Cana	31,85 ± 2,13	27,81 ± 2,13	29,83 ± 1,50a
Silagem de Cana	34,95 ± 2,13	37,82 ± 2,13	36,39 ± 1,50b
Média	33,40 ± 1,50A	32,82 ± 1,50A	
FC, kgf/cm²			
Cana	3,95 ± 0,45	3,26 ± 0,45	3,61 ± 0,32a
Silagem de Cana	4,99 ± 0,45	4,76 ± 0,45	4,88 ± 0,32b
Média	4,47 ± 0,32A	4,01 ± 0,32A	
IFM, %			
Cana	37,43 ± 1,74	33,98 ± 1,74	35,71 ± 1,23a
Silagem de Cana	35,40 ± 1,74	34,47 ± 1,74	34,94 ± 1,23a
Média	36,42 ± 1,23A	34,23 ± 1,23A	
COMSAR, μm			
Cana	1,84 ± 0,05	1,81 ± 0,05	1,83 ± 0,04a
Silagem de Cana	1,62 ± 0,05	1,70 ± 0,05	1,66 ± 0,04b
Média	1,73 ± 0,04A	1,75 ± 0,04A	

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas, são estatisticamente semelhantes ($P < 0,05$) pelo teste F.

Em relação à coloração da carne, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para a faixa L^* (luminosidade), a faixa a^* (intensidade de vermelho) e para a faixa b^* (intensidade de amarelo) entre os níveis de concentrado e o tipo de volumoso (Tabela 11).

As diferenças na coloração da carne são influenciadas pelo comportamento pré-abate (desde o jejum até o abate), período em que os animais poderiam apresentar maior depleção de glicogênio muscular, devido à atividade física intensa e ao estresse, diminuindo, assim, o potencial glicolítico do músculo. Ocorrendo depleção das reservas de glicogênio, o pH final da carne permaneceria elevado, ocorrendo o fenômeno da carne escura (*dark meat*) em função da associação da água do músculo às proteínas musculares, apresentando-se, assim, como uma barreira para difusão da luz (LAWRIE 1985). Contudo, no presente trabalho, foram verificados valores semelhantes ($P>0,05$) entre os níveis de concentrado e o tipo de volumoso, não influenciando na coloração da carne.

Quanto mais próximo de zero o valor L^* (luminosidade) a carne é mais escura. Nesse estudo, o valor médio de luminosidade obtido no músculo LD foi de 40,23 entre os níveis de concentrado e tipo de volumoso. Estes resultados foram próximos aos descritos na literatura para bovinos de corte que fica entre 34 e 39 (PURCHAS, 1988).

Segundo Cruz (1997), a carne pode apresentar-se escura quando o pH situa-se acima de 6,0, devido à maior atividade enzimática, maior retenção de água e menor penetração de oxigênio.

O valor de a^* , intensidade da cor vermelha, está relacionado ao pigmento mioglobina e situa-se entre 18 e 22 (Pereira, 2002). Sabe-se que 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 maior quantidade de mioglobina no músculo, que é responsável pela retenção de oxigênio na célula. Deve-se, entretanto, ressaltar que a carne dos animais pertencentes aos tratamentos experimentais, deste trabalho, foram inferiores aos acima citados, apresentando-se cor clara, indicando baixa concentração de mioglobina, em função do abate precoce (primeira muda incompleta). O valor médio da faixa a^* , no presente estudo, foi de 7,30, sendo que a^* varia de zero a +100. Fernandes et al. (2008) avaliaram fêmeas jovens e obtiveram valor de a^* igual a 15,76, que ainda está na faixa de coloração vermelho cereja,

apreciada pelo consumidor. Animais jovens apresentam carne menos vermelha, concordante com o mecanismo fisiológico acima descrito.

Segundo Reis (2009), a faixa b^* (intensidade de amarelo) é influenciada pela coloração da gordura, sendo mais pronunciada quanto mais tempo os animais utilizem o pasto como fonte principal de alimentação, por ocorrer maior deposição de carotenóides na gordura oriundos de plantas forrageiras. No presente trabalho o valor médio encontrado foi de 4,75 entre os tratamentos experimentais, correspondendo a valores baixos, uma vez que o valor de b^* pode variar de zero a +70, correspondente ao amarelo.

Oliveira et al. (2007), avaliando as características da carne de tourinhos Nelore terminados em confinamento com peso médio de 300 kg, alimentados com cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado, nas proporções de 40% e 60%, não encontraram diferenças para cor da carne, obtendo valores médios de 33,97, 13,94 e 4,34 para faixa L^* , a^* e b^* , respectivamente. Observa-se que os valores de L e b encontrados pelos citados autores aproximam-se muito dos observados no presente trabalho.

Sob o ponto de vista dos consumidores mais exigentes, a textura da carne é um dos fatores mais importantes na determinação de sua qualidade. O tecido conjuntivo intramuscular atua de forma significativa na determinação da textura da carne e a estabilidade mecânica aumenta progressivamente com o crescimento do animal. No tecido conjuntivo típico, os elementos de maior importância para a ciência da carne, são a presença de colágeno, do tropocolágeno e da elastina, responsáveis pela variação da maciez da carne (LUCHIARI, 2000). De acordo com o mesmo autor, o colágeno é a proteína presente em maior quantidade no organismo animal e o elemento mais fibroso do tecido conjuntivo. As fibras de colágeno podem ser encontradas na pele, ossos, tendões e paredes arteriais, assim como no epimísio, perimísio e endomísio dos tecidos musculares dos mamíferos.

Não houve diferença ($P>0,05$) no percentual total de colágeno (COLTOTALP), na quantidade de colágeno total em mg/g (COLTOTAL) e colágeno solúvel % (COLSOLP) entre os tratamentos experimentais (Tabela 11). 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 tornam-se mais resistentes e estáveis, conferindo à carne maior resistência ao corte.

Estudos mostram que várias propriedades do colágeno, como tamanho da fibra, tipo genético, conteúdo total e solubilidade estão intimamente relacionados com a natureza e a integridade de suas ligações cruzadas que são importantes para determinar a contribuição desta proteína para a textura da carne (BAILEY, 1985).

Com o aumento da idade do animal, aumenta o número de ligações cruzadas, que conferem maior estabilidade às moléculas de colágeno, aumentando sua insolubilidade, tornando a carne mais dura.

Sabe-se que, em animais que apresentam a mesma quantidade de colágeno, diferenças na maciez ocorrem devido a diferenças na solubilidade do colágeno (LAWRIE, 1985). Com o avanço da maturidade do animal, aumentam as ligações intra e inter moleculares, resultando em uma diminuição na solubilidade do colágeno.

A coloração da carne e os níveis de colágeno dos animais dos quatro tratamentos são características de animais jovens (primeira muda incompleta).

A ausência de efeitos dos tratamentos experimentais ($P > 0,05$), sobre a coloração da carne e quantidade de colágeno (total e solúvel), deve-se ao fato de que, em todos os tratamentos, os animais foram abatidos com peso e grau de acabamento da carcaça semelhantes.

Tabela 11- Médias e erro-padrão para as variáveis, coloração da carne, faixa L*, faixa a* e faixa b*, colágeno total % (COLTOTALP), colágeno total mg/g (COLTOTAL) e colágeno solúvel % (COLSOLP) da carne dos animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagem de cana, em associação com dois níveis de concentrado (50% ou 80%)

Variável	Nível de concentrado		Média
	50%	80%	
Faixa L*			
Cana	41,73 ± 1,63	40,69 ± 1,79	41,21 ± 1,21a
Silagem de Cana	38,67 ± 1,63	39,83 ± 1,63	39,25 ± 1,15a
Média	40,20 ± 1,15A	40,26 ± 1,21A	
Faixa a*			
Cana	7,28 ± 0,82	6,78 ± 0,91	7,03 ± 0,61a
Silagem de Cana	7,54 ± 0,83	7,60 ± 0,83	7,57 ± 0,58a
Média	7,41 ± 0,58A	7,19 ± 0,61A	
Faixa b*			
Cana	4,98 ± 0,51	4,52 ± 0,55	4,75 ± 0,38a
Silagem de Cana	4,68 ± 0,51	4,80 ± 0,51	4,74 ± 0,36a
Média	4,83 ± 0,36A	4,66 ± 0,38A	
COLTOTALP, %			
Cana	0,76 ± 0,07	0,74 ± 0,07	0,75 ± 0,05a
Silagem de Cana	0,87 ± 0,07	0,83 ± 0,07	0,85 ± 0,05a
Média	0,81 ± 0,05A	0,78 ± 0,05A	
COLTOTAL, mg/g			
Cana	7,56 ± 0,71	7,38 ± 0,71	7,47 ± 0,51a
Silagem de Cana	8,71 ± 0,71	8,28 ± 0,71	8,50 ± 0,51a
Média	8,13 ± 0,51A	7,83 ± 0,51A	
COLSOLP, %			
Cana	10,51 ± 1,59	9,79 ± 1,59	10,15 ± 1,12a
Silagem de Cana	11,07 ± 1,59	12,07 ± 1,59	11,57 ± 1,12a
Média	10,79 ± 1,12A	10,93 ± 1,12A	

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas, são estatisticamente semelhantes ($P < 0,05$) pelo teste F.

5 - CONCLUSÕES

A silagem de cana-de-açúcar, com o uso de aditivos CaO e *Lactobacillus buchneri*, associada com 80% de concentrado, pode ser utilizada sem comprometer o desempenho animal, a composição corporal e a qualidade da carne.

A silagem de cana-de-açúcar associada com 50% de concentrado, na engorda em confinamento, resulta em desempenho animal mais baixo que o proporcionado pelo nível de 80% de concentrado e por ração contendo cana-de-açúcar *in natura* e níveis de concentrado de 50 e 80%.

A elevação do nível de concentrado na dieta promove maior ganho diário de peso, maior peso ao abate, maior peso de carcaça e maior espessura de gordura subcutânea.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. **The nutrient requirements of ruminants livestock**: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1993. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International. 159p.

AMSA, **Guidelines for cookery and sensory evaluation of meat**, Chicago: National Livestock and Meat Board, 1978, 24p

ALLEONI, G. F. **Avaliação da gravidade específica da carcaça, da composição química e física, dos cortes da costela para estimar a composição corporal de novilhos Nelore na fase de acabamento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1995. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1995 .

ALMEIDA, M. I. V.; FONTES, C. A. A. Deposição de proteína e gordura em componentes corporais de novilhos mestiços Holandês-Gir durante o ganho compensatório. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais ...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.380.

ALLI, I.; BAKER, B. E. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v. 7, p. 411-417, 1982.

ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B. E. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v.9, p.291-299, 1983.

ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1013-1022, 1998.

BACKES, A. A.; SANCHEZ, L. M. B.; GONÇALVES, M. B. F. et al. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína para ganho de peso de novilhos Santa Gertrudis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.2307-2313, 2002.

- BAILEY, A. J. The role of collagen in the development of muscle and its relationship to eating quality. **Journal of Animal Science**, v.60, p.1580-1587, 1985.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. New York: Sydney University, 1976. 240p.
- BOAKYE, K.; MITTAL, G. S. Changes in colour of beef *M. longissimus dorsi*. Muscle during ageing. **Meat Science**, v.42, p.347-354, 1996.
- BOIN, C., LANNA, D. P. D., ALLEONI, G. F. et al. Tourinhos Nelore em crescimento e acabamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, Maringá, 1994. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994, p.485.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, 1995. p.457-465.
- BOIN, C. TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 107-126.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa no. 3, de 07 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. S.D.A./M.A.A. Diário Oficial da União, Brasília, p.14-16, 24 de janeiro de 2000, Seção I. (Internet: [www.agricultura.gov.br / das/dipoa/Anexo%20Abate.htm](http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/Anexo%20Abate.htm))
- BULLE, M. L. M.; RIBEIRO, F. G.; LEME, P. R. et al. Exigências líquidas de energia e proteína de tourinhos de dois grupos genéticos alimentados com dietas de alto teor de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1S, p.436-443, 2002.
- CARVALHO, D. R. **Composição corporal e exigências nutricionais de macroelementos inorgânicos de bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 84p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- CARVALHO, P. A.; SANCHEZ, L. M. B.; PIRES, C. C. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bezerros machos de origem leiteira do nascimento aos 110 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1484-1491, 2003.

- CHARMLEY, E. Towards improved silage quality – A review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.81, n.2, p. 157 – 168, 2001.
- CIA, G.; CORTE, O. O. Influência da velocidade de resfriamento na maciez da carne bovina. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ARMAZENAGEM, 3., 1978. **Anais...** Curitiba: 1978.
- COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba; Livrocetes, 1979. 380p.
- COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F. et al. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.268-279, 2005.
- 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.
- CROSS, H. R.; WEST, R. L.; DUTSON, T. R. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef *semitendinosus* muscle. **Meat Science**, v.5, p. 261-266, 1981.
- CRUZ, G. M. Avaliação qualitativa e quantitativa da carcaça de bovinos. In: ESTEVES, S.N. **Intensificação da bovinocultura de corte: estratégias de alimentação e terminação**. São Carlos:Embrapa-CPPSE, 1997, p. 58- 75, (Documentos, 27).
- CULLER, R. D.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, p.1177, 1978.
- DI MARCO, O. N. **Crecimiento y respuesta animal**. Balcarce: Asociación Argentina de Producción Animal, 1994. 129p.

- DI MARCO, O. N. **Crecimiento de vacunos para carne**. 1.ed. Buenos Aires: Oscar N. DiMarco. 1998. 246p.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; SPOELSTRA, S. F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v.87, p. 583-594, 1999.
- ESTRADA, L. H. C. **Composição corporal e exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), características da carcaça e desempenho do nelore e mestiços em confinamento**. Viçosa: UFV, 1996. 129p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- ESTRADA, L. H. C., FONTES, C. A. A., JORGE, A. M. et al. 1997. Exigências nutricionais de bovinos não-castrados em confinamento. 1. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 26(3):575-583.
- EZEQUIEL, J. M. B.; QUEIROZ, M. A. Á.; GALATI, R. L. et al. Processamento da cana-de-açúcar: Efeito sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**; v.34, n.5, p.1704-1710, 2005.
- FAO. Disponível em : <http://www.fao.org>. Acesso em julho/2013
- FELICIO, P. E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne vermelha. In: SIMPÓSIOS DA REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Niterói: SBZ, 1993. p.43-52.
- 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.
- FELÍCIO, P. E. de. Simpósio sobre Produção Intensiva de Gado de Corte, 1998, Campinas, **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), p.92-99, 1998.
- FERNANDES, A. M.; QUEIROZ, A. C.; LANA, R. P. et al. Estimativas da produção de leite por vacas holandesas mestiças, segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1350-1357, 2001.

- FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.139-147, 2008.
- FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO DA SILVA, J. F. 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, 1999.
- FERRO, L. A. **Efeito de alguns herbicidas sobre a fermentação alcoólica realizada por leveduras *Saccharomyces cerevisiae***. 1994. 82p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- 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, MG. **Anais...Viçosa**, 1995, p.419-455.
- FONTES, C. A. A. ; OLIVEIRA, R. C. ; ERBESDOBLER, E. D. et al. Uso do abate comparativo na determinação da exigência de energia de manutenção de gado de corte pastejando capim-elefante: descrição da metodologia e dos resultados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1721-1729, 2005
- FREITAS, J. A. **Composição corporal e exigência de energia e proteína de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- GARRETT, W. N. 1980. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal Animal Science.**, 51(6):1434-40.
- GEAY, Y. 1984. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal Animal Science.**, 58(3):766-778.
- GOMES JR., P.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; ZERVOUDAKIS, J. T.; LANA, R. P. Desempenho de novilhos na fase de crescimento suplementados durante a época seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 31, n.1, p. 139-147, 2002.

- GONÇALVES, L. C.; SILVA, J. F. C.; CASTRO, A. C. G. et al. Exigências de proteína para novilhos de cinco grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.430-438, 1991a.
- GONÇALVES, L. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Exigências de energia para cinco grupos genéticos de novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.421-429, 1991b.
- GRAYBILL, F. A. **Theory and application of the linear model**. 1976. Massachusetts, Duxburg Press. 704 p.
- HADLICH, J. C. **Metodologias de análise de maciez como parâmetro de qualidade de carne de bovinos de diferentes grupos genéticos e idades**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. 2006. 98p. Dissertação em Zootecnia (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 2006.
- HANNULAT, T. PUOLANNE, E. The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7 °C. **Meat Science**, V. 67, n.3, p 403–408, 2004.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington, D.C., 1946. (Tech. Bulletin – USDA, 926).
- HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; OLIVEIRA, E. A. DE. et al. Consumo de nutrientes e desempenho de tourinhos Canchim e Nelore terminados em confinamento e alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44., 2007. Jaboticabal. **Anais ... Jaboticabal**: SBZ. 2007.
- HENRIQUE, D. S.; VIEIRA, R. A. M.; MALAFAIA, P. A .M. et al. Estimation of the total efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance and growth by cattle in tropical conditions. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 1006-1016, 2005.
- HERNANDEZ, M. R. **Avaliação de variedades de cana-de-açúcar através de estudos de desempenho e digestibilidade aparente com bovinos**. 1998. 78p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

- HERTZMAN, C., OLSSON, U., TORNBERG, E. The influence of high temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor, ageing and tenderness of beef muscles. **Meat Science**, Oxford, v.35, p.119-141, 1993.
- HONIKEL, K. O.; KIM, C. J.; HAMM, R. et al. Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss. **Meat Science**, v.16, n.4, p.267-282, 1986.
- HOPKINS, D. L.; LITTLEFIELD, P. J.; THOMPSON, J. M. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. **Meat Science**, v.56, n.1, p.19-22, 2000.
- HUNTERLAB. **Applications note: CIE L* a* b* color scale**. Virginia, v.8, n.7, 1996.
- IBGE. Disponível em: <http://ibge.gov.br>. Acesso em julho 2013
- JACKSON, M. G. The alkali treatments of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v.2, n.2, p.105-130, 1977.
- JONES, S. D .M., ROMPALA, R. E., JEREMIAH, L. E. 1985. Growth and composition of the empty body in steers of different maturity types fed concentrate or forage diets. **Journal Animal Science**, 60(2):427-433
- JORGE, A. M.; FONTES, C. A. A.; PAULINO, M. F. et al. Desempenho produtivo de animais de quatro raças zebuínas, abatidos em três estádios de maturidade 2. Características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.28, p.381-387, 1999.
- JUNQUEIRA, M. C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais**. 2006. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- KENNEDY, P. M. Particle Dynamics. **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism, 2nd Edition**. Eds. J. Dijkstra, J.M. Forbes and J. France. p. 123-156, 2005.
- KOCK, S. W., PRESTON, R. L. 1979. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. **Journal Animal Science.**, 48(2):319-27.

- KOOHMARAIE, M. Inhibition of postmortem tenderization in ovine carcasses through infusion of zinc. **Journal of Animal Science**, v.68, n.5, p.1476-83, 1990.
- KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D. Beef tenderness: regulation and prediction. Nebraska:US **Meat Animal Research Center**, 1994. 11p.
- KUNG Jr., L.; STANLEY, R. W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v.54, p.689-696, 1982.
- KUNG Junior. L. Preparation of silage water extracts for chemical analyses. **Standard operating procedure** – 001 6.03.96. Ed. University of Delaware – Ruminant Nutrition Lab. – Warrilow 309. 1996.
- LANA, R. P. **Composição corporal e exigências de energia, proteína e macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de 5 grupos raciais, em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- LANA, R. P.; FONTES, C. A. A.; PERON, A. J. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K), de novilhos de cinco grupos raciais. 2. exigências de energia e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.528-537, 1992.
- LAWRIE, R. A. **Meat science**. 4.ed. New York: Pergamon Press, 1985. 451p.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; Van SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- LIMA, M. L. M.; MATTOS, W. R. S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 77-105.
- 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, n.3, p.793-806, 1968

- LUCHIARI FILHO, A.; MOURA, A. C. Situação atual e tendências da pecuária de corte no Brasil relacionada à qualidade da carne. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1., 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 1997. p.42-44.
- LUCHIARI FILHO, **A Pecuária da Carne Bovina**. São Paulo, 2000.
- MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.
- MARGON, A. L. **Requerimentos de macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para engorda de novilhos zebu**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1981.
- MARI, L. J. **Desempenho de bovinos de corte alimentados com ração contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*) fresca ou ensilada e o padrão de fermentação e a estabilidade aeróbica das silagens aditivadas**. 2008. 315p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba
- MARPLE, D. N. **Principles of growth an development**. In: GROWTH MANAGEMENT CONFERENCE, 1983, Indiana. *Proceedings...* Indiana: IMC, 1983. p.1-6.
- MARTINEZ, J. A.; BUTTER, P. J.; PEARSON, J. T. The mode of action of anabolic agents: the effect of testosterone on muscle protein metabolism in the female rat. **British Journal of Nutrition**, v.52, n.3, p.515-521, 1984.
- MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H. P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. n. 5, Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993.p. 17-35.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2 ed. Marlow: Chalcomb Publ., 1991. 340p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C. 158p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, D.C., 242p, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 2001. 381p.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; PAZIANI, S. F. et al. Volumosos suplementares estratégica de decisão e utilização. In: EVANGELISTA, A. R. et al. (Ed.). **Forragicultura e pastagens: temas em evidência**. Lavras: Editora UFLA, 2002. p. 193-232.

OLIVEIRA, E. A.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; HENRIQUE, W. et al. Características qualitativas da carne de tourinhos Nelore e Canchim, terminados em confinamento e recebendo dietas com cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Unesp – Jaboticabal, 24 a 27 de julho 2007.

PÁDUA, F. T. **Avaliação de variedades de cana-de-açúcar *in natura* e ensilada com aditivos, para alimentação de ruminantes**. 2009. 135p. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

PAULINO, M. F. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastagens. In: CONEZ-98 – CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.173-188.

PAULINO, M. F. **Composição corporal e exigências de energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas em confinamento**. Viçosa: UFV, 1996, 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

PAULINO, M. F.; FONTES, C. A. A.; JORGE, A. M. et al. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.627-633, 1999

PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F. et al. Eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências energéticas de novilhos anelados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Infovia, 2003. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.

- PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PEDROSO, A. F. et al. Performance of holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.649-654, abr. 2006.
- PEREIRA, A. S. C. **Qualidade da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E**. 2002. 83f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.
- PEREIRA, A. S. C **Características qualitativas da Carcaça e da carne das progênes de Touros representativos da Raça Nelore (*Bos indicus*) e De Diferentes Grupos Genéticos** . 2006. 114f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos / Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- PIRES, C. C., FONTES, C. A. A., GALVÃO, J. G. et al.. Exigências nutricionais de bovinos de corte em acabamento. I. Composição corporal e exigências de proteína para ganho de peso. **R. Soc. Bras. Zootec.**, 22(1):110-120, 1993.
- POPPI, D. P., HENDRICKSEN, R. E., MINSON, D. J. 1985. The relative resistance to escape of leaf and stem particles from the rumen of cattle and sheep. **Journal Agric. Sci.**, 105(1):9-14.
- PRESTON, T. R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugar cane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, v.1, p.120-126, 1976.
- PRESTON, T. R.; LENG. R. A. **Utilization of tropical feeds by ruminants**. In: RUCKBUSH, T.; THIVELAND, P. (Ed.). **DIGESTIVE PHYSIOLOGY AND METABOLISM IN RUMINANTS**. Westport, AVI, p. 620-640, 1980.
- PRESTON, T. R., WILLIS, M. B. 1974. **Intensive beef production**. 2.ed. Oxford: Pergamon Press. 546p.

- PURCHAS, R. W. Some experiences with dark-cutting beef in New Zealand. In: AUSTRALIAN WORKSHOP. AUSTRALIAN MEAT AND LIVE-STOCK RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION, 1988, Sydney. **Anais...** Sydney, 1988. p.42-51.
- ROBELIN, J.; GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. **Herbivore nutrition in the subtropical and tropics**. p.525-547, 1984.
- 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 em Zootecnia (Mestrado em Nutrição e Produção de Ruminantes) Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- ROCHA, C. E. **Fatores que influenciam características e valor da carcaça em um rebanho de bovinos da raça Nelore**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1999. 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1999.
- ROCHA, et al. Composição Corporal, Composição do Ganho de Peso e Exigências Nutricionais de Novilhos de Origem Leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 159-168, 1999.
- RODRIGUES, A. A. et al. Efeito da uréia e sulfato de cálcio na digestibilidade da cana-de-açúcar por ruminantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 10, p. 1421-1427, 1992.
- RODRIGUES, A. A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, S. N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.12, p.1333-1338, 1997.
- RODRIGUES, A. A.; BARBOSA, P. F. Efeito do teor protéico do concentrado no consumo de cana-de-açúcar com uréia e ganho de peso de novilhas em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 421-424, 1999.
- RODRIGUES, A. A. et al. Efeito da qualidade de quatro variedades de cana-de-açúcar no ganho de peso de novilhas canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Pernambuco: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.

- ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.828-868.
- SALVADOR, M. **Exigências de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- SANTOS, F. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIREZ, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: [s.n], 2006. 583p.
- SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G. Produção e utilização de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: Novas demandas. In: Simpósio Internacional em Bovinocultura de Leite, 2, Lavras, 2004. **Anais...** UFLA: SINLEITE, p.57-109, 2004.
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagem de cana-de-açúcar**. 2006. 228f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- SEIDEMAN, S. C.; CROSS, H.R.; SMITH, G.C. et al. Color in the meat ageing. **Journal of Food Quality**, v.6, p.211, 1984.
- 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.
- SIGNORETTI, R. D.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C. et AL Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.195-204, 1999.
- SILVA, D. J. ; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p
- SILVA, F. A. M. et al. Determinação de ácidos orgânicos de baixo peso molecular na rizosfera de cafeeiro por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). **Ciência Agrotécnica**, Lavras. Edição Especial, p.1391-1395, dez., 2002.

- SILVA, B. C.; PEREIRA, O. G.; PEREIRA, D. H. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de *Brachiaria brizantha* e concentrado em diferentes proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1060-1069, 2005.
- SILVA, F. F.; VALADARES FILHO, S. C.; ÍTAVO, L. C. V. et al. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrintestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1849-1864, 2002.
- SILVA, F. F.; Valadares FILHO, S. C.; ÍTAVO, L. C. V. et al. Desempenho Produtivo de Novilhos Nelore, na Recria e na Engorda, Recebendo Dietas com Diferentes Níveis de Concentrado e Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.492-502, 2002a (suplemento)
- SILVA, F. F.; VALADARES FILHO, S. C.; ÍTAVO, L. C. V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1S, p.503-513, 2002b
- SILVA, F. F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L. C. V. et al. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macromelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.776-792, 2002c.
- SILVA, S. C. A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: **Volumosos para bovinos**. FEALQ, 1993. p. 59-74.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOESTE, P. J. al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n.10, p.3562-3577, 1992.
- SOARES, J. E. **Composição corporal e exigências de macromelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) para ganho de peso em bovinos (zebúinos e taurinos) e bubalinos**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- SOUZA, L. M. **Qualidade e Identidade das Cachaças Produzidas na Região Norte Fluminense – RJ**. 2008. 125p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

- TEDESCHI, L. O.; BOIN, C.; FOX, D. G. et al. Energy requirement of maintenance and growth of Nelore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1671 – 1682, 2002.
- 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. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: PIGDEN, W.J.; BALCH, C.C.; GRAHAM, M. (Eds.) **Standardization of analytical methodology for feeds**. 1.ed. Ottawa: International Development Research Centre, 1980. p.49.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell. 476p.
- VELOSO, C. M.; VALADARES FILHO, S. C.; GESUALDI JR., A. et al. Composição corporal e exigências energéticas e protéicas de bovinos F1 Limousin x Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1273-1285, 2002.
- VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO DA SILVA, J. F. 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.6, p.2379-2389, 2000 (Supl. 2).
- WEISS, W. P. 1993. Predicting energy values of feeds. In: Symposium: prevailing concepts in energy utilization by ruminants. **Journal of Dairy Science**, 76:1802-1811.
- WELLINGTON, G. H.; STOUFFER, J. R. **Beef marbling: its estimation and influence on tenderness and juiciness**. New York: State College of Agriculture - Cornell University, 1959. 30p.

WILLEY, J. S., PETERSEN, M. K., ANSOTEGUI, R. P., BELLOWS, R. A. Production from first-calf beef heifers fed a maintenance or low level of prepartum nutrition and ruminally undegradable or degradable protein postpartum. **Journal of Animal Science**, v. 69, n.11, p.4279-4293, 1991.

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.