

RENIUS DE OLIVEIRA MELLO

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA, CARACTERÍSTICAS DA
CARÇA E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS MISTIÇOS
CONFINADOS E ABATIDOS COM DIFERENTES PESOS CORPORAIS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M527e
2007

Mello, Renius de Oliveira, 1978-

Eficiência produtiva e econômica, características da
carcaça e qualidade da carne de bovinos mestiços
confinados e abatidos com diferentes pesos corporais /
Renius de Oliveira Mello. – Viçosa, MG, 2007.
xi, 147f. : il. ; 29cm.

Orientador: Augusto César de Queiroz.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bovino de corte - Criação. 2. Bovino de corte -
Desempenho. 3. Alimentos - Consumo. 4. Bovino de
corte - Aspectos econômicos. 5. Bovino de corte - Abate.
6. Carne - Qualidade. 7. Ácidos graxos. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.213

RENIUS DE OLIVEIRA MELLO

**EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA, CARACTERÍSTICAS DA
CARÇA E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS MISTIÇOS
CONFINADOS E ABATIDOS COM DIFERENTES PESOS CORPORAIS**

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

APROVADA: 07 de dezembro de 2007.

Flávio Dutra de Resende

Douglas Sampaio Henrique

Marcelo Henrique de Faria
(Co-orientador)

Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino
(Co-orientador)

Prof. Augusto César de Queiroz
(Orientador)

Aos meus pais, Protazio da Costa Mello e Plotilde de Oliveira Mello

Aos meus irmãos, Liziani, Tatiana, Elton e Jefferson

À minha esposa, Fernanda Cristina Breda Mello

Ao meu filho, Heitor Breda Mello (pré-natal)

Dedido e ofereço.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, por dar-me força e iluminar meus caminhos.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão parcial da bolsa de estudos.

Ao professor Augusto César de Queiroz pela orientação, confiança, amizade e que à luz de sua sabedoria transmite os conhecimentos necessários para mostrar que somos eternos aprendizes, e, que na vida não basta juntar ciências e títulos, mas dividir com aqueles que estão ao nosso redor.

Aos pesquisadores Flávio Dutra de Resende, Marcelo Henrique de Faria, Pedro Veiga Rodrigues Paulino, Douglas Sampaio Henrique, Guilherme Fernando Alleoni, Rosana Aparecida Possenti, Dante Pazzanese Duarte Lanna, Eduardo da Costa Eifert, Clóvis Andrade Neves, Lúcio Alberto de Miranda Gomide e José Laerte Nörnberg pela valiosa colaboração.

Aos colegas Fabiana Maldonado, Patrícia Barcellos Costa, Geraldo Fábio Vianna Bayão, André Soares de Oliveira, Karina Zorzi, Filipe Bicalho, Márcio de Silva Duarte, Rodrigo Rocha Gomes, Weskley da S. Cotrim, Juliana Silva de Oliveira pela prestimosa colaboração.

Aos funcionários do Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (APTA Colina), Laboratório de Bromatologia e Análises Minerais (IZ Nova Odessa), Laboratório de Classificação e Análises de Carcaças (IZ Nova Odessa) e Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal (ESALQ) pela inestimável ajuda.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

Aos colegas de trabalho na Universidade Federal de Roraima pela concessão do afastamento para conclusão do doutorado.

Aos amigos e colegas de pós-graduação pelo agradável convívio.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	IX
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7
CAPÍTULO I - EFICIÊNCIA BIONUTRICIONAL DE BOVINOS MESTIÇOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO E ABATIDOS COM PESOS DISTINTOS	10
RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
INTRODUÇÃO	12
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
CONCLUSÕES	34
LITERATURA CITADA.....	35
CAPÍTULO II - ECONOMICIDADE DA FASE DE TERMINAÇÃO EM CONFINAMENTO DE BOVINOS MESTIÇOS ABATIDOS COM PESOS DISTINTOS.....	38
RESUMO.....	38
ABSTRACT	39
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS.....	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
CONCLUSÕES	70
LITERATURA CITADA.....	70
CAPÍTULO III - EFEITOS DE GRUPO GENÉTICO E PESO DE ABATE NAS CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E FÍSICO-QUÍMICAS DA CARÇA DE BOVINOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO	73

RESUMO.....	73
ABSTRACT	74
INTRODUÇÃO	75
MATERIAL E MÉTODOS.....	77
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84
CONCLUSÕES	104
LITERATURA CITADA.....	105
CAPÍTULO IV - INFLUÊNCIA DO GRUPO GENÉTICO DE BOVINOS JOVENS TERMINADOS EM CONFINAMENTO E ABATIDOS COM PESOS DISTINTOS SOBRE A QUALIDADE DA CARNE	107
RESUMO.....	107
ABSTRACT	108
INTRODUÇÃO	109
MATERIAL E MÉTODOS.....	111
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	118
CONCLUSÕES	142
LITERATURA CITADA.....	143
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	147

RESUMO

MELLO, Renius de Oliveira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2007. **Eficiência produtiva e econômica, características da carcaça e qualidade da carne de bovinos mestiços confinados e abatidos com diferentes pesos corporais.** Orientador: Augusto César de Queiroz. Co-orientadores: Marcelo Henrique de Faria e Pedro Veiga Rodrigues Paulino.

Objetivou-se avaliar a eficiência bionutricional (capítulo I), a economicidade da fase de terminação em confinamento (capítulo II), as características quantitativas e físico-químicas da carcaça (capítulo III), e as características qualitativas da carne (capítulo IV) de tourinhos mestiços F1 Red Angus x Nelore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) e F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N) abatidos com 480, 520 e 560 kg de peso corporal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos x três pesos de abate) com seis repetições. No primeiro capítulo, observou-se que os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N tiveram maior ($P<0,05$) gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI, kg e % PV); menor ($P<0,05$) índice nutricional multivariado biológico (INMB) e consumo alimentar residual que os tourinhos $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N. Os tourinhos abatidos mais pesados tiveram incremento ($P<0,05$) na área de olho de lombo (cm^2), espessura de gordura subcutânea, gordura de cobertura na garupa, GRPI (kg e % PV), consumo de matéria seca (CMS, kg/d), consumo de energia líquida (MJ/d) e proteína metabolizável (g/d), e INMB em relação aos abatidos mais leves. Além disso, os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N abatidos com 480 kg tiveram menor ($P<0,05$) conversão alimentar que os demais. Por outro lado, o ganho médio diário de peso (kg/d), CMS (% PV e g/UTM), eficiência alimentar e relação de Kleiber não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos. No segundo capítulo, verificou-se que os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N abatidos com 480 kg apresentaram maior ($P<0,05$) ganho de carcaça (kg/dia), eficiência alimentar, valor de produção (R\$/dia), saldo de alimentação (R\$/dia), custo de nivelamento da dieta (@/t MS) e relação benefício:custo. Os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N apresentaram maior ($P<0,05$) rendimento de carcaça que os

tourinhos $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N. À medida que se elevou o peso de abate, o rendimento de carcaça, conversão alimentar, custo de alimentação (R\$/@ e R\$/dia) e ponto de nivelamento (kg/dia) aumentaram ($P < 0,05$); ao passo que o saldo de alimentação (R\$/@) diminuiu ($P < 0,05$). O índice nutricional multivariado bioeconômico demonstrou melhor associação com a rentabilidade da fase de terminação de bovinos em confinamento. A análise de sensibilidade não influenciou nos resultados obtidos. O benefício foi menor que o custo de alimentação a partir da relação de troca de 4 @/t MS da dieta. No terceiro capítulo, constatou-se que houve efeito ($P < 0,05$) de grupo genético e peso de abate sobre as características de carcaça. Porém, a interação entre ambos não foi significativa ($P > 0,05$) para todas as características mensuradas. Os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N tiveram maior ($P < 0,05$) ganho diário de carcaça (GDC), gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI) relativa, proporção de músculo, rendimento absoluto de miolo da alcatra e filé mignon; e menor ($P < 0,05$) proporção de osso na carcaça que os tourinhos $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N. Os tourinhos abatidos mais pesados tiveram incremento ($P < 0,05$) no peso de carcaça, rendimento de carcaça, índice de compactidade da carcaça (ICC), espessura de gordura subcutânea relativa, GRPI relativa, proporção de gordura, rendimento absoluto dos cortes comerciais; e redução ($P < 0,05$) no GDC e proporção de osso na carcaça em relação aos abatidos mais leves. Além disso, os animais mais pesados e com melhores conformações de carcaça (valor de ICC maior) também tiveram velocidade de resfriamento mais lenta e taxa de queda de pH mais rápida na carcaça quando comparados aos mais leves. Por outro lado, as proporções de dianteiro, ponta de agulha e traseiro especial (cortes primários) não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos. No quarto capítulo, notou-se que a maciez, perdas por cocção, índices L^* , a^* , b^* e c^* de cor, frequência relativa das fibras musculares tipo I e IIA, e a composição centesimal do tecido muscular não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelo grupo genético, peso de abate e interação de ambos. Todavia, os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N produziram carne com maiores ($P < 0,05$) teores de 18:1 *cis*-9 *trans*-11 (CLA) e ácidos graxos monoinsaturados; e com menores ($P < 0,05$) relações n -6: n -3 que os tourinhos $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N. Por outro lado, os tourinhos abatidos mais leves produziram carne com menores ($P < 0,05$) valores de pH, índices h^* de cor, relações n -6: n -3 e teores de gordura no tecido adiposo; e com maiores ($P < 0,05$) proporções de

fibras IIB, teores de umidade, cinzas e proteínas no tecido adiposo, CLA e *n*-3 nas gorduras intramuscular e subcutânea quando comparados aos tourinhos abatidos mais pesados. Além disso, os coeficientes de correlação entre as características avaliadas, em geral, foram de baixa magnitude e não significativos. Assim, conclui-se que os tourinhos F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore e os animais abatidos mais leves foram mais eficientes biológica e economicamente, e produzem carne de melhor qualidade na fase de terminação em confinamento que os demais.

ABSTRACT

MELLO, Renius de Oliveira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2007. **Productive and economical efficiency, carcass traits and meat quality of confined crossbred beef cattle and slaughtered with different body weights.** Adviser: Augusto César de Queiroz. Co-advisers: Marcelo Henrique de Faria and Pedro Veiga Rodrigues Paulino.

The objective in this trial was to assess the bionutritional efficiency (chapter I), economicity of the finishing phase on feedlot (chapter II), quantitative and physical-chemical features of carcass (chapter III), and qualitative traits of meat (chapter IV) from crossbred F1 Red Angus x Nellore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) and F1 Blond D'Aquitaine x Nellore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N) young bulls slaughtered with 480, 520 and 560 kg of body weights. A completely randomized experimental design in a 2 x 3 (2 genetic groups x 3 slaughter weights) factorial arrangement with six replicates was used. In the first chapter, it was observed that the $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls had higher ($P < 0.05$) kidney, pelvic and inguinal fat (KPIF, kg and % BW), lower ($P < 0.05$) biologic multivariate nutritional index (BMNI) and residual feed intake than $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N young bulls. The heavier young bulls had greater ($P < 0.05$) ribeye area (cm^2), subcutaneous fat thickness, rump fat thickness, KPIF (kg and % BW), dry matter intake (DMI, kg/d), net energy intake (MJ/d) and metabolizable protein intake (g/d), and BMNI in relation to the lighter young bulls. Furthermore, the $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls slaughtered with 480 kg had lower ($P < 0.05$) feed:gain ratio than the others. On the other hand, the average daily weight gain (kg/d), DMI (% BW and $\text{g/BW}^{0.75}$), feed efficiency and Kleiber ratio didn't differ ($P > 0.05$) between treatments. In the second chapter, it was verified that the $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls slaughtered with 480 kg had the highest ($P < 0.05$) carcass gain (kg/day), feed efficiency, gross income (R\$/day), gross profit of feed (R\$/day), break-even cost of the diet (@/t DM) and cost:benefit ratio. The $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls also had higher ($P < 0.05$) dressing percentage than $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N young bulls. As the slaughter weight rised the dressing percentage, feed:gain

ratio, feed cost (R\$/@ and R\$/day) and break-even point (kg/day) increased ($P < 0.05$); while the gross profit of feed (R\$/@) decreased ($P < 0.05$). The bioeconomic multivariate nutritional index had better association with the profitability of the finishing phase of beef cattle on feedlot. Sensitivity analysis did not influence on the results obtained. The benefit was lower than the feed cost from exchange relationship of 4 @/t DM of the diet. In the third chapter, it was verified that there was detected effect ($P < 0.05$) of genetic group and slaughter weight on carcass characteristics. However, the interactions between both were not significant ($P > 0.05$) for all measured traits. The $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls had higher ($P < 0.05$) daily carcass gain (DCG), relative kidney, pelvic and inguinal fat (KPIF), muscle proportion, rump heart and tenderloin absolute yield; and had lower ($P < 0.05$) bone proportion in the carcass than $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N young bulls. The heavier young bulls slaughtered had increment ($P < 0.05$) in the carcass weight, dressing percentage, carcass compactness index (CCI), relative subcutaneous fat thickness, relative KPIF, fat proportion, commercial cuts absolute yield; and had reduction ($P < 0.05$) of the DCG and bone proportion in the carcass in relation to the lighter young bulls slaughtered. Besides, the heavier animals slaughtered and the ones with a better conformation (greater CCI value) also had slower cooling rate and faster rate of pH fall in the carcass compared to lighter weight animals. On the other hand, the forequarter, plate and hindquarter (primal cuts) didn't differ ($P > 0.05$) between treatments. In the fourth chapter, it was verified that tenderness, cooking losses, L^* a^* b^* and c^* color indexes, relative frequency of type I and IIA muscle fibers, and the centesimal composition of muscle tissue were not influenced ($P > 0.05$) by genetic group, slaughter weight and the interaction of both. However, the $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls produced meat with higher ($P < 0.05$) proportions of *cis*-9 *trans*-11 18:1 (CLA) and monounsaturated fatty acids; and with lower ($P < 0.05$) *n*-6:*n*-3 ratios when compared with the meat of $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N young bulls. Nevertheless, young bulls slaughtered lighter produced meat with lower ($P < 0.05$) pH values, h^* color index, *n*-6:*n*-3 ratios and ether extract content in the adipose tissue; and higher ($P < 0.05$) type IIB fibers proportions, humidity, ashes and protein contents in the adipose tissue, CLA and *n*-3 in the intramuscular and subcutaneous fat when compared to the heavier young bulls slaughtered. Besides, the coefficients of correlation between the characteristics

evaluated, in general, had low magnitude and were non-significant. According to the results, it's possible to conclude that crossbred F1 Blond D'Aquitaine x Nellore young bulls and the lighter animals slaughtered are more biologic and economical efficient, and produce meat with better quality in the finishing phase on feedlot than others.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, com aproximadamente 207 milhões de cabeças (MAPA, 2007; IBGE, 2007), apresenta taxa média de abate de 22%, produz 9,2 milhões de toneladas de equivalente carcaça (CNPQ, 2007) e exporta 2,6 milhões de toneladas de equivalente carcaça (ABIEC, 2007), correspondendo em torno de 28% da produção total e sendo considerado o maior exportador mundial de carne bovina. As exportações de carne bovina ultrapassaram os US\$ 3,9 bilhões em 2006 (ABIEC, 2007), gerando enorme saldo positivo na balança comercial nacional. Entretanto, para consolidar essa posição de destaque no cenário global, há necessidade de garantir a competitividade com os grandes *players* do mercado internacional. Considerando o contexto da economia globalizada, as oportunidades para expansão do mercado de carne bovina estão intimamente associadas à capacidade competitiva do setor produtivo e, nesse aspecto, a qualidade é ponto fundamental. Além disso, a cadeia produtiva da carne bovina tem sofrido grandes mudanças na atualidade, entre elas, a maior exigência do consumidor final por carne de melhor qualidade, estimulando o consumo seletivo. Assim, a carne deve corresponder às expectativas do consumidor, principalmente no que se refere aos seus atributos organolépticos.

Os novos paradigmas da pecuária brasileira exigem sistemas de produção precoces e com rápido giro de capital. O confinamento tem sido amplamente utilizado em todo o mundo como alternativa tecnológica e estratégica para aumento da produtividade e para romper a sazonalidade produtiva, ou seja, produzir carne em condições adversas.

A terminação de animais inteiros tem-se mostrado uma alternativa economicamente viável ao produtor, em função da maior taxa de ganho de peso e eficiência biológica quando comparada à terminação de animais castrados (Restle et al., 1994; Restle et al., 1996; Restle et al., 1999). Adicionalmente, verifica-se que as carcaças de animais inteiros apresentam maiores pesos e rendimentos de músculo em comparação a gordura (Restle et al., 2000), obtendo-se carne classificada como macia a muito macia (Costa et

al., 2002c; Brondani, 2002). A superioridade na produção de carne magra pelos animais inteiros em relação aos castrados é atribuída aos maiores níveis de testosterona, os quais aumentam o anabolismo de nitrogênio endógeno e, conseqüentemente, a produção de massa muscular em detrimento a deposição de gordura na carcaça, podendo também diminuir a concentração de gordura saturada e colesterol no músculo.

O desempenho, a eficiência nutricional, a qualidade da carcaça e da carne dos bovinos confinados são influenciados, dentre outros fatores, pelo potencial genético dos animais e pelo manejo adotado. As diferenças genéticas entre as raças bovinas são significativas para a maioria dos atributos de qualidade da carne, principalmente a maciez, em que as diferenças entre raças podem ser mais facilmente exploradas do que dentro das próprias raças, visto que é muito mais fácil identificar raças excepcionais do que animais excepcionais para esta característica (Restle et al., 1995).

A escolha da genética a ser utilizada na terminação em confinamento é fundamental para o sucesso do sistema de produção, pois os diferentes genótipos podem influenciar na taxa de crescimento, eficiência nutricional, composição corporal (Ferrell & Jenkins, 1998) e qualidade da carne (Chambaz et al., 2003). As raças diferem quanto às curvas de crescimento e desenvolvimento dos tecidos, permitindo distinguir tipos biológicos. Os tipos biológicos são classificados quanto ao tamanho à maturidade (*frame size*), intimamente associado ao peso e idade adulta, e quanto ao grau de musculatura (Tabela 1).

Tabela 1. Tipos biológicos de algumas raças bovinas quanto ao tamanho corporal adulto e musculabilidade

Tamanho à maturidade	Grau de musculatura		
	Fina	Moderada	Grossa
Pequeno porte	Gir leiteiro, Jersey, Pitangueiras, Red Poll, Sahiwal	Gir corte, Senepol, Aberdeen e Red Angus	
Médio porte	Caracu, Ayrshire, Lincoln Red, Shorthorn	Brahman, Brangus, Canchim, Hereford, Nelore, Devon	Belgian Blue, Limousin, Piemontês
Grande porte	Holandês	Marchigiana, Pardo Suíço, Simental, Indubrasil	Blonde D'Aquitaine, Charolês, Chianina, Fleckvieh

Fonte: Minish & Fox (1982).

O peso à maturidade é considerado o ponto no qual a massa muscular atinge o máximo crescimento, ou seja, a máxima hipertrofia das células do tecido muscular, com conseqüente aumento do tecido adiposo (Owens et al., 1993). Assim, quanto ao tamanho à maturidade os bovinos podem ser classificados como de pequeno, médio ou grande porte, e quanto ao grau de musculatura podem ser classificados em fina, moderada e grossa (NRC, 1996), conforme apresentado na Tabela 1. Animais de raças de grande porte e musculatura grossa (continentais) têm taxas de crescimento maiores, mas iniciam a deposição de gordura em pesos mais elevados, por isso são considerados mais tardios (Tabela 2). Por outro lado, as raças de pequeno porte e musculatura moderada (britânicas) têm taxas de crescimento menores, porém com acabamento mais precoce (Berg & Butterfield, 1976; BIF, 1996).

Os sistemas de produção predominantes no país baseiam-se na criação de raças zebuínas, pois a utilização de raças européias puras, as quais reconhecidamente possuem carne mais macia, é limitada pelo clima essencialmente tropical. As raças de origem indiana (zebuínas) são tolerantes a parasitas e resistentes a elevadas temperaturas, porém são mais tardias que as raças de origem européia, sendo que, dentro dessas, também há variação. Animais de raças européias britânicas (pequeno porte) caracterizam-se pelas elevadas taxas reprodutivas e níveis de gordura na carcaça, mas com menores taxas de crescimento e peso corporal adulto quando comparados aos animais de raças européias continentais (grande porte). Dessa forma, animais de raças zebuínas puras têm sido cruzados com animais de raças européias britânicas, tidas como precoces e de menor peso ao abate, ou de raças européias continentais, tidas como tardias e de maior peso ao abate. Logo, os produtos do cruzamento entre *Bos taurus* e *Bos indicus* combinam a maior precocidade, potencial de crescimento e melhor acabamento de carcaça do *Bos taurus*, com a melhor adaptabilidade, habilidade materna e maior resistência aos parasitas do *Bos indicus*. Por isso, o cruzamento é uma estratégia que os produtores dispõem para introdução rápida de características desejáveis no rebanho, permitindo explorar a complementaridade entre raças e, principalmente, os efeitos da heterose.

Os efeitos da heterose podem estar relacionados não só ao aspecto produtivo (ganho de peso, peso de carcaça, precocidade, eficiência biológica), como também à qualidade da carcaça (acabamento) e da carne (marmoreio e maciez), visto que os bovinos F1 apresentam melhor desempenho, qualidade da carcaça e da carne que animais de raças zebuínas puras (Perobelli et al., 1995; Restle et al., 2001), fato este atribuído à heterose. A raça Nelore tem como característica depositar precocemente gordura subcutânea (precocidade expressa em relação ao peso e não à idade) e, geralmente, não apresenta alto grau de marmoreio quando comparada ao F1 Angus x Nelore (Berndt et al., 2001). Porém, diante das inúmeras opções de raças européias disponíveis, os produtores necessitam de informações sobre qual(is) combinação(ões) racial(is) proporciona(m) melhor(es) resultado(s) na produção de carne (Padua et al., 2004).

Além de diferenças genéticas, um mesmo genótipo pode ser utilizado em diferentes sistemas de produção visando produzir carne para atender aos distintos mercados. A Austrália, Coréia e Japão possuem exigências bastante distintas de idade, peso e acabamento. Os pesos de abate de 390 kg, 500 kg e 550 kg, e porcentagem de gordura intramuscular no *Longissimus dorsi* (contrafilé) de 2,1; 2,6 e 3,3% são exigidos, respectivamente, para os três nichos de mercado descritos acima (Hunter et al., 2001). Por conseguinte, a definição dos pontos finais de abate também é importante para a busca da melhor eficiência na produção de carne. Esses pontos de abate têm se baseado em idades ou pesos fixos ao invés de níveis de acabamento determinado, pois estes são mais difíceis de serem obtidos.

A otimização do ponto final de abate, seja pela idade, grau de acabamento, peso corporal ou peso de carcaça, também exerce efeitos diretos sobre a resposta biológica dos animais (Berg & Butterfield, 1976). O peso de abate tem grande influência no desempenho, consumo, eficiência alimentar (Costa et al., 2002a; Arboitte et al., 2004a), nas características da carcaça (Costa et al., 2002b; Arboitte et al., 2004b) e na qualidade da carne produzida (Costa et al., 2002c; Arboitte et al., 2004c), pois os tecidos corporais crescem e se desenvolvem em ondas específicas, começando com o tecido nervoso, seguido do ósseo, muscular e por último, o adiposo (Owens et al., 1993).

O peso de abate dos animais representa um ponto crucial na eficiência comercial dos estabelecimentos rurais, visto que o mecanismo que rege a comercialização dos bovinos baseia-se no pagamento pelo peso da carcaça quente. Todavia, dados da literatura evidenciam que avaliações dos genótipos são prejudicadas quando o ponto de abate é definido por um peso fixo, haja vista que a expressão das diferenças entre raças é limitada (Euclides Filho et al., 1997). Além disso, as raças diferem quanto ao tamanho adulto e precocidade em relação a deposição de gordura, conforme mencionado anteriormente e sugerido na Tabela 2. Desse modo, e considerando os aspectos administrativos e de estrutura do rebanho dentro da propriedade, torna-se interessante investigar os pesos de abate dos diferentes grupos genéticos com o intuito de aliar melhores respostas entre eficiência técnico-econômica e qualidade de carcaça e da carne produzida.

Tabela 2. Descrição de bovinos com diferentes tamanhos à maturidade para abate em grau de acabamento idêntico

Tamanhos à maturidade (<i>frame size</i>)	Códigos	Peso corporal com 28% de gordura (kg)	
		Inteiros	Castrados
Pequeno porte	1	480	400
	2	520	438
	3	560	487
Médio porte	4	600	500
	5	640	533
	6	680	567
Grande porte	7	720	600
	8	760	633
	9	800	667

Fonte: Fox et al. (1992).

Nesse contexto, e levando-se em consideração que a cadeia produtiva da carne bovina emprega sete milhões de pessoas de forma direta, é preciso gerar tecnologias e conhecimentos para garantir a produção de carne com qualidade sem perder em eficiência econômica no sistema produtivo, gerando saldos positivos ainda maiores para a balança comercial brasileira e justificando a realização desta pesquisa. Assim, a presente tese foi dividida em quatro capítulos com o objetivo de avaliar a eficiência bionutricional (Capítulo I), a economicidade na fase de terminação em confinamento (Capítulo II), as

características quantitativas e físico-químicas da carcaça (Capítulo III) e a qualidade da carne (Capítulo IV) de bovinos jovens, machos inteiros, mestiços F1 entre raça britânica (Red Angus) ou continental (Blonde D'Aquitaine) com raça indiana (Nelore), terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos corporais. Os capítulos foram redigidos de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Características da carcaça de novilhos de 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.969-977, 2004b.
- ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos de 5/8 Nelore - 3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.959-968, 2004c.
- ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Desempenho em confinamento de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.947-958, 2004a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES – ABIEC. **Estatísticas: relatórios detalhados sobre as exportações de carne brasileira.** Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/index.asp>>. Acesso em: 1 dez. 2007.
- BEEF IMPROVEMENT FEDERATION - BIF. **Guidelines for uniform beef improvement programs.** 7.ed. Reno: University of Nevada, 1996. 153p.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth.** Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- BERNDT, A.; CRUZ, G.M. da; LANNA, D.P.D. et al. Composição física da 9-11^a costelas de tourinhos de diferentes grupos genéticos em confinamento em relação ao status nutricional na fase de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, ESALQ, 2001. CD-ROM.
- BRONDANI, I.L. **Desempenho e características de carcaça de bovinos jovens.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista – Campus de Jaboticabal, 2002. 133p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista - Campus de Jaboticabal. 2002.
- CHAMBAZ, A.; SCHEEDER, M.R.L.; KREUZER, M. et al. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. **Meat Science**, v.63, p.491-500, 2003.
- CONSELHO NACIONAL DE PECUÁRIA DE CORTE – CNPC. **Balanco da pecuária bovina de corte.** Disponível em: <<http://www.cnpc.org.br>> Acesso em: 1 dez. 2007.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em

- confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31(suplemento), n.1, p.417-428, 2002c.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; PASCOAL, L.L. et al. Desempenho de novilhos Red Angus superprecoces, confinados e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.129-138, 2002a.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.119-128, 2002b.
- EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B; FIGUEIREDO, G.R. et al. Avaliação de animais Nelore e de seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. 2. Características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.73-79, 1997.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3578-3596, 1992.
- HUNTER, R.A.; BURROW, H.M.; McCRABB, G.J. Sustained growth promotion, carcass and meat quality of steers slaughtered at three liveweights. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.1033-1040, 2001.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA: banco de dados agregados**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 1 dez. 2007.
- MINISH, G.L.; FOX, D.G. **Beef production and management**. 2.ed. Reston: Reston Publishing Company, 1982. 470p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Dados estatísticos para o segmento pecuária**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 1 dez. 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.
- PADUA, J.T.; MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D. et al. Genótipo e condição sexual no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33(supl.3), n.6, p.2330-2342, 2004.
- PEROBELLI, Z.V.; RESTLE, J.; MÜLLER, L. Estudo das carcaças de vacas de descarte das raças Charolês e Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.3, p.409-412, 1995.

- RESTLE, J.; FELTEN, H.G.; VAZ, F.N. et al. Efeito da raça e heterose para qualidade da carcaça e da carne de novilhos terminados em confinamento. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 14, 1995, Mar del Plata. **Memorias...** Balcare: Associación Latinoa-mericana de Producción Animal, n.3-4, p.854-856.1995.
- RESTLE, J.; GRASSI, C.; FEIJÓ, G.L.D. Características das carcaças e da carne de bovinos inteiros ou submetidos a duas formas de castração, em condições de pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.334-344, 1996.
- RESTLE, J.; GRASSI, C.; FEIJÓ, G.L.D. Características de carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados em diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.10, p.1603-1607, 1994.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; ALVES FILHO, D.C. Machos não-castrados para a produção de carne. In: RESTLE, J. (Ed.) **Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Imprensa Universitária, p.215-231, 1999.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; FEIJÓ, G.L.D. et al. Características da carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes composições raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1371-1379, 2000.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; ROSO, C. et al. Terminação em confinamento de vacas e novilhas sob dietas com ou sem monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1801-1812, 2001.

CAPÍTULO I

Eficiência bionutricional de bovinos mestiços terminados em confinamento e abatidos com pesos distintos

RESUMO: Objetivou-se avaliar a eficiência bionutricional de tourinhos mestiços F1 Red Angus x Nelore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) e F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N) terminados em confinamento e abatidos com 480, 520 e 560 kg de peso corporal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos x três pesos de abate) com seis repetições. Os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N tiveram maior ($P < 0,05$) gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI, kg e % PV); e menor ($P < 0,05$) índice nutricional multivariado biológico (INMB) e consumo alimentar residual que os tourinhos $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N. Os tourinhos abatidos mais pesados tiveram incremento ($P < 0,05$) na área de olho de lombo (cm^2), espessura de gordura subcutânea, gordura de cobertura na garupa, GRPI (kg e % PV), consumo de matéria seca (CMS, kg/d), consumo de energia líquida (MJ/d) e proteína metabolizável (g/d), e INMB em relação aos abatidos mais leves. Além disso, os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N abatidos com 480 kg tiveram menor ($P < 0,05$) conversão alimentar que os demais. Por outro lado, o ganho médio diário de peso (kg/d), CMS (% PV e g/UTM), eficiência alimentar e relação de Kleiber não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Assim, conclui-se que os tourinhos F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore e os animais abatidos mais leves são mais eficientes bionutricionalmente na fase de terminação em confinamento.

Palavras-chave: consumo alimentar residual, conversão alimentar, desempenho animal, eficiência alimentar, índice nutricional multivariado biológico, relação de Kleiber

CHAPTER I

Bionutritional efficiency of crossbred beef cattle finished on feedlot and slaughtered with distinct body weights

ABSTRACT: The objective in this trial was to assess the bionutritional efficiency of F1 Red Angus x Nellore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) and F1 Blond D'Aquitaine x Nellore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N) crossbred young bulls finished on feedlot and slaughtered with 480, 520 and 560 kg of body weight. A completely randomized experimental design in a 2 x 3 (2 genetic groups x 3 slaughter weights) factorial arrangement with six replicates was used. The $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls had higher ($P<0.05$) kidney, pelvic and inguinal fat (KPIF, kg and % BW) and had lower ($P<0.05$) biologic multivariate nutritional index (BMNI) and residual feed intake than $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N young bulls. The heavier young bulls had greater ($P<0.05$) ribeye area (cm^2), subcutaneous fat thickness, rump fat thickness, KPIF (kg and % BW), dry matter intake (DMI, kg/d), net energy intake (MJ/d) and metabolizable protein intake (g/d), and BMNI in relation to the lighter young bulls. Furthermore, the $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls slaughtered with 480 kg had lower ($P<0.05$) feed:gain ratio than the others. On the other hand, the average daily weight gain (kg/d), DMI (% BW and $\text{g/BW}^{0.75}$), feed efficiency and Kleiber ratio didn't differ ($P>0.05$) between treatments. Thus, F1 Blond D'Aquitaine x Nellore crossbred young bulls and lighter animals are more bionutritionally efficient in the finishing phase on feedlot than F1 Red Angus x Nellore and heavier animals.

Key Words: animal performance, biologic multivariate nutritional index, feed efficiency, feed to gain ratio, Kleiber ratio, residual feed intake

Introdução

O confinamento tem sido amplamente utilizado em todo o mundo como alternativa tecnológica e estratégica para aumento da produtividade e para romper a sazonalidade produtiva, ou seja, produzir carne em condições adversas. Porém, o desempenho e a eficiência nutricional dos bovinos confinados são influenciados, dentre outros fatores, pelo potencial genético dos animais e pelo manejo adotado. A otimização do ponto final de abate, quer pela idade, grau de acabamento, peso corporal ou peso de carcaça, também exercem efeitos diretos sobre a resposta biológica dos animais (Berg & Butterfield, 1976).

As diferenças nas características de produção das raças são importantes para melhoria da eficiência nutricional, composição da carcaça e qualidade da carne (Wheeler et al., 2001). O rebanho bovino nacional é composto principalmente por raças zebuínas, sejam puras ou mestiças, com destaque para a raça Nelore, a qual tem como característica depositar gordura subcutânea precocemente em relação ao peso e não à idade, mas sem apresentar alto grau de marmoreio quando comparado ao F1 Angus x Nelore (Berndt et al., 2001).

Os cruzamentos de touros europeus (*Bos taurus taurus*) com vacas zebuínas (*Bos taurus indicus*) têm sido utilizados para obtenção de mestiços F1, visando a heterozigose e o aproveitamento dos benefícios gerado pela heterose e complementariedade entre raças (Barbosa, 2000; Wheeler et al., 2001), permitindo, desse modo, que os animais possam ser abatidos mais jovens e pesados. Todavia, dados da literatura reportam que avaliações dos genótipos são prejudicadas quando o ponto final de abate é definido por um peso fixo, pois a expressão das diferenças entre raças é limitada (Euclides Filho et al., 1997).

O peso de abate dos animais representa um ponto crucial na eficiência comercial dos estabelecimentos rurais e dos frigoríficos, uma vez que o mecanismo que rege a comercialização dos bovinos baseia-se no pagamento pelo peso da carcaça quente. Além disso, o peso de abate tem grande influência no desempenho, consumo e eficiência alimentar dos bovinos (Costa et al., 2002; Arboitte et al., 2004), já que a taxa de crescimento dos diferentes tecidos tem ímpetus em fases distintas da vida do animal. Assim, torna-se interessante investigar os pesos de abate dos diferentes grupos genéticos para aliar as melhores respostas biológicas entre desempenho e consumo alimentar, com o intuito de aumentar a eficiência bionutricional e potencializar os índices zootécnicos.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o desempenho, o consumo e a eficiência alimentar de bovinos mestiços F1 *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus* terminados em confinamento e abatidos com pesos distintos.

Material e Métodos

Os animais foram confinados no Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (APTA), situado no município de Colina/SP, e abatidos no frigorífico Minerva[®], localizado em Barretos/SP. A composição química da dieta foi determinada no Laboratório de Bromatologia e Análises Mineraias do Instituto de Zootecnia, localizado em Nova Odessa/SP, e pertencente à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). O experimento foi conduzido no período de agosto de 2005 a novembro de 2006.

O local onde os animais foram confinados está fisiograficamente situado na região norte do estado de São Paulo, à altitude de 602 m, paralelo de 20° 42' 57'' latitude sul e meridiano de 48° 34' 23'' longitude oeste de Greenwich. O clima da região é Aw

(tropical úmido), conforme classificação de Köppen, com estação seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março, tendo temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio superior a 18°C.

Foram utilizados trinta e seis bovinos, machos inteiros, mestiços, sendo dezoito F1 Red Angus x Nelore (½ RA ½ N) e dezoito F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore (½ BA ½ N), com 20 meses de idade média inicial. O peso vivo médio inicial dos F1 Red Angus foi de 447,7±5,8 kg e dos F1 Blonde foi de 444,3±6,5 kg.

Os tratamentos consistiram-se por dois grupos genéticos (GG): ½ RA ½ N e ½ BA ½ N e por três pesos de abate (PA): 480, 520 e 560 kg de peso corporal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos x três pesos de abate) com seis repetições, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + b_1(X_{ijk} - \bar{X}) + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = valor observado no i -ésimo grupo genético, j -ésimo peso de abate e k -ésima repetição; μ = média geral da variável resposta; α_i = efeito do i -ésimo grupo genético; β_j = efeito do j -ésimo peso de abate; $\alpha\beta_{ij}$ = efeito da interação entre o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; b_1 = coeficiente angular da reta de Y_{ijk} em função do peso vivo inicial (PVI) em jejum; X_{ijk} = peso vivo inicial do k -ésimo animal sob o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; \bar{X} = média geral do peso vivo inicial dos animais; ε_{ijk} = efeito aleatório associado à observação Y_{ijk} , pressuposto $\varepsilon_{ijk} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$.

Os animais utilizados nesse estudo foram desmamados com sete a oito meses de idade e mantidos em pastagem de *Panicum maximum* CV Tanzânia, adubada com 250

kg de N/ha, sob manejo de pastejo rotacionado. Previamente ao início do experimento, permaneceram por dois meses em pastagem de capim braquiária sob manejo de pastejo contínuo. Após, foram alocados em baias individuais de 12 m² com piso cimentado, cocho coberto, bebedouro automático e submetidos a um período de adaptação à dieta, instalações e manejo de 21 dias.

A duração do período experimental foi definida pelo tempo necessário para que os animais atingissem os pesos meta de abate, sendo subdividida em períodos de 21 a 28 dias para controle da evolução de peso, nos quais os animais foram pesados após jejum prévio de sólidos de 18 horas.

A alimentação era fornecida *ad libitum* uma vez ao dia, às 9 horas, sendo efetuado o ajuste diário através da pesagem da quantidade ofertada e das sobras do dia anterior, obtendo-se o consumo voluntário. A dieta experimental foi formulada de acordo com o NRC (1996) para atender às exigências de manutenção de um bovino com 420 kg de peso corporal e ganho de 1,3 kg/dia (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção dos ingredientes na dieta experimental, em percentagem da matéria seca

Ingredientes	Proporção (% MS)
Volumoso	(43,26)
Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	43,26
Concentrado	(56,74)
Polpa cítrica	33,29
Farelo de algodão	22,10
Uréia	0,75
Mistura mineral ¹	0,60
Total	100,00

¹ Composição por kg: 130 g de Ca, 80 g de P (solubilidade mín. de 90% em ácido cítrico à 2%), 10 g de S, 140 g de Na, 1600 mg de Cu, 1500 mg de Mn, 5000 mg de Zn, 150 mg de I, 100 mg de Co, 30 mg de Se e 800 mg máx. de F.

Duas vezes por semana foram coletadas amostras representativas das sobras da dieta ofertada e efetuada amostras compostas por tratamento; bem como, a cada período

de avaliação, foram retiradas amostras dos alimentos fornecidos. As amostras das sobras da dieta e do volumoso foram secas em estufa com circulação de ar forçado a $55\pm 5^{\circ}\text{C}$ até peso constante. As amostras pré-secas e os componentes do concentrado foram moídos em peneira com crivos de um milímetro, utilizando moinho estacionário do tipo Wiley e, posteriormente, submetidos às análises laboratoriais em triplicata.

As análises laboratoriais foram realizadas conforme os procedimentos analíticos descritos por Silva & Queiroz (2002), sendo a composição dos ingredientes e da dieta ofertada apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição bromatológica média dos ingredientes e da dieta experimental utilizada na terminação em confinamento de bovinos inteiros mestiços F1 *Bos taurus* x *Bos indicus* abatidos com diferentes pesos

Itens (% MS)	Ingredientes			Dieta	
	Volumoso (cana)	Polpa	Concentrado Far. algodão		Mistura
MS	29,73	90,30	89,26	91,45	62,65
MO	97,83	94,05	95,01	93,25	95,38
PB	3,34	7,84	30,72	22,39	12,96
NIDN (% PB)	27,59	27,30	8,20	9,88	22,84
NIDA (% PB)	24,20	8,71	6,71	5,81	14,85
EE	0,72	3,04	1,93	2,07	1,75
FDN	57,38	24,02	58,04	36,74	45,64
FDNcp	56,45	21,88	55,52	34,53	42,69
FDA	35,80	18,97	37,69	24,23	30,13
LDA	5,43	3,10	12,42	6,55	6,12
CHOT ¹	93,77	83,17	62,36	68,79	80,67
CNF	37,32 ²	61,29 ²	6,84 ²	38,20 ³	40,24 ³
DIVMS	58,34	90,92	51,94	79,22	-
NDT _{1x} ⁴	62,32	75,48	52,11	68,78	66,22
NDT _{1,96x} ⁴	60,39	73,61	52,11	66,88	64,30

MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; NIDN= nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDNcp= fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA= fibra em detergente ácido; LDA= lignina em detergente ácido; CHOT= carboidratos totais; CNF= carboidratos não fibrosos; DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca; NDT= nutrientes digestíveis totais estimados em nível de manutenção (1x) e ganho (1,96x).

¹ CHOT = MO – (PB + EE).

² CNF = CHOT – FDNcp.

³ Hall (2000).

⁴ NRC (2001).

A composição dos ingredientes da dieta ofertada, o consumo voluntário observado, o peso médio e o ganho médio diário de peso dos animais foram utilizados como entradas (*inputs*) no modelo matemático desenvolvido por Henrique (2007) para avaliação e diagnóstico da dieta fornecida.

O abate dos animais transcorreu conforme o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) e seguiu o fluxo normal do frigorífico. As gorduras renal, pélvica e inguinal (GRPI) foram removidas e pesadas na linha de abate durante a toailete da carcaça. Após o abate, as meia-carcaças foram lavadas e conduzidas à câmara fria ($T_{\text{inicial}} = 5 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{final}} = 0 \pm 2^{\circ}\text{C}$) para resfriamento por 24 horas. Decorrido o resfriamento, as meia-carcaças esquerdas foram seccionadas na região dorso-lombar entre a 12^a e a 13^a costelas para avaliação da área transversal (AOL) e da espessura de gordura subcutânea (EGS) do músculo *Longissimus dorsi* (LD). A AOL (cm²) foi determinada utilizando lâmina plástica com grade quadriculada especialmente destinada para este fim, enquanto a EGS (mm) foi calculada pela média aritmética de três mensurações executadas com o auxílio de paquímetro. Durante a desossa, foi mensurada também a gordura de cobertura na região da garupa (PIC, mm), entre o íleo e o ísqueo e sobre o músculo *Biceps femoris* (BF: picanha), com o auxílio de paquímetro.

A eficiência biológica foi avaliada pela conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (EA), índice nutricional multivariado biológico (INMB), relação de Kleiber (RK) e consumo alimentar residual (CAR). A CA e EA foram calculadas pela combinação não linear entre variáveis aleatórias contínuas normais e correlacionadas, como segue:

$$CA = \frac{x_{ijk}}{y_{ijk}}; \quad CA > 1$$

$$EA = \frac{y_{ijk}}{x_{ijk}}; \quad 0 < EA < 1$$

$\forall i=1, \dots, GG; \forall j=1, \dots, PA$ e $\forall k=1, \dots, r_i$ (repetições); tal que $x_{ijk} > y_{ijk} > 0$

em que, x_{ijk} e y_{ijk} são, respectivamente, consumo voluntário de matéria seca (CMS, kg/dia) e ganho médio diário de peso (GMD, kg/dia) da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate.

Para o cálculo do INMB foi utilizada a análise de variância multivariada – MANOVA (Johnson & Wichern, 1998; Khattree & Naik, 1999; Khattree & Naik, 2000), complementada pela primeira função discriminante canônica de Fisher (Mardia et al., 1997). Logo, as variáveis GMD (kg/d) e CMS (kg/d) foram submetidas a MANOVA em delineamento inteiramente casualizado, desconsiderando-se o arranjo fatorial, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu_k + \alpha_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = valor observado da k -ésima variável, sob o i -ésimo tratamento na j -ésima repetição; μ_k = média geral da k -ésima variável; α_{ik} = efeito do i -ésimo tratamento na k -ésima variável; e ε_{ijk} = efeito aleatório associado à observação Y_{ijk} pressuposto NIID $(0, \sigma^2)$; $\forall i = 1, 2, \dots, 6$; $\forall j = 1, 2, \dots, 6$ e $\forall k = 1, 2$.

A partir da MANOVA calcularam-se os autovalores determinando as raízes características da equação (Harris, 1975):

$$|E^{-1}H - \lambda I| = 0$$

em que, E^{-1} = inversa comum da matriz das somas de quadrados e de produtos residuais; H = matriz das somas de quadrados e de produtos referente a tratamentos; λ_1 e λ_2 = autovalores da matriz $E^{-1}H$; e I = matriz identidade de ordem $p = 2$.

Após, estimou-se o autovetor não-normalizado associado ao maior autovalor por meio da solução do sistema de equações:

$$(E^{-1}H - \lambda_1 I) \underset{\sim}{v} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow (E^{-1}H - \lambda_1 I) \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

em que, λ_1 = maior autovalor; $\underset{\sim}{v}$ = autovetor não-normalizado associado ao maior autovalor; a e b = coeficientes canônicos; e E^{-1} , H e I = como definidos anteriormente.

Posteriormente, efetuou-se a normalização do autovetor pela solução do sistema linear, conforme a restrição:

$$\underset{\sim}{\ell}' \frac{E}{n_e} \underset{\sim}{\ell} = 1 \Rightarrow [a' \ b'] \frac{E}{n_e} \begin{bmatrix} a' \\ b' \end{bmatrix} = 1$$

em que, $\underset{\sim}{\ell}$ = autovetor normalizado associado ao maior autovalor; $\underset{\sim}{\ell}'$ = transposta do autovetor normalizado; E = matriz das somas de quadrados e de produtos residuais; n_e = número de graus de liberdade do resíduo; a' e b' = coeficientes canônicos.

Em seguida, procedeu-se o cálculo da função discriminante linear de Fisher (FDLF) ou primeira variável canônica (VC₁), definida por:

$$Z = a'Y + b'X$$

em que, Z = função discriminante linear de Fisher ou primeira variável canônica; Y = transformação animal (GMD, kg/d); X = consumo alimentar (CMS, kg/d); a' e b' como definidos anteriormente. Os valores dessa função foram denominados de índice nutricional multivariado biológico – INMB (Guidoni, 1994) ou eficiência bionutricional – EBN (Euclides Filho et al., 2001; Detmann et al., 2005).

A relação de Kleiber - RK (Kleiber, 1936) foi calculada pela seguinte fórmula:

$$RK = \frac{Y_{ijk}}{PVMM_{ijk}}$$

$$\forall \ i=1, \dots, GG; \ \forall \ j=1, \dots, PA \ \text{e} \ \forall \ k=1, \dots, r_i \ (\text{repetições})$$

em que, $PVMM_{ijk}$ = peso vivo médio metabólico ($PVM^{0,75}$) da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; e y_{ijk} = como definido anteriormente.

O consumo alimentar residual – CAR (Koch et al., 1963) foi obtido através de regressão linear múltipla, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 X_{1ij} + \beta_2 X_{2ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = consumo voluntário de matéria seca (CMS, kg/d) da k -ésima repetição, sob o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; β_0 = intercepto ou constante de regressão; β_1 e β_2 = coeficientes de regressão; X_{1ij} = ganho médio diário de peso (GMD, kg/d) no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; X_{2ij} = peso vivo médio metabólico ($PVMM$, $kg^{0,75}$) no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; ε_{ijk} = erro, representando o consumo alimentar residual (CAR) da observação ijk , pressuposto $\varepsilon_{ijk} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$. Os parâmetros do modelo considerado foram estimados pelo procedimento REG do SAS[®].

Os dados foram sujeitos a investigação de *outliers* através do resíduo estudentizado, testados quanto à normalidade do erro pelo teste de Shapiro-Wilk e quanto à homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância univariada pelo procedimento GLM do SAS[®], sendo suas médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos ordinários com o comando LSMEANS (*Least Squares Means*) do SAS[®] e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. O valor probabilístico do grupo genético foi suficiente para detectar diferenças entre suas médias. Além disso, independente da significância dos efeitos fixos, foi efetuada análise de regressão polinomial para cada grupo genético com o intuito de investigar as alterações nas variáveis dependentes em função do PA, sendo

o coeficiente de determinação (r^2) expresso em relação à fonte tratamentos (regressão + falta de ajuste). Adicionalmente, também foi realizada análise de correlação simples entre as variáveis estudadas.

Devido a variável EGS não ter apresentado distribuição normal e a ocorrência de heterocedasticidade para as variáveis GRPI, CA, EA e RK; as mesmas foram analisadas pelo método dos Modelos Lineares Generalizados (MLG), utilizando o procedimento GENMOD do SAS[®], pressupondo distribuição gama e função de ligação logarítmica.

As análises estatísticas foram executadas no aplicativo SAS[®] *System for Windows*[™] versão 9.0 (SAS Institute Inc., Cary - NC, USA).

Resultados e Discussão

O peso vivo final (PVF) não diferiu ($P>0,05$) entre os grupos genéticos, mas sim ($P<0,05$) entre os pesos de abate (Tabela 3), os quais foram preliminarmente estabelecidos. Os coeficientes angulares da regressão do PVF em função do PA não diferiram ($P>0,05$) de um (1,0), comprovando que o controle dos pesos ao abate foi efetivo. O período de permanência no confinamento (TC) não foi pré-determinado (Tabela 3), mas consequência dos pesos meta de abate. Observa-se que o período de confinamento para os animais atingirem 480 kg foi curto, em razão do elevado peso inicial dos animais, já que no início do confinamento os animais estavam com aproximadamente 80% do peso final. Comportamento semelhante foi evidenciado por Arboitte et al. (2004) na terminação em confinamento de novilhos 5/8 Nelore 3/8 Charolês abatidos com 425, 467 e 510 kg de peso corporal. Entretanto, salienta-se que períodos curtos de alimentação em confinamento são economicamente importantes (capítulo II), pois representam menor dispêndio com consumo de energia para

Tabela 3. Peso vivo final (PVF), tempo de alimentação em confinamento (TC), ganho médio diário de peso (GMD), gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI), espessura de gordura subcutânea (EGS), gordura de cobertura na garupa (PIC) e área de olho de lombo (AOL) de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) abatidos com três pesos

Grupo Genético (GG)	Peso de Abate (PA)			Média ou equação	Valor probabilístico			
	480	520	560		GG	PA	GGxPA	
		PVF, kg				0,5219	0,0001	0,3127
½ RA ½ N	477,2	523,0	560,4	$\hat{y} = 1,00PA$	$(r^2=0,99)$			
½ BA ½ N	481,5	516,3	572,3	$\hat{y} = 1,00PA$	$(r^2=0,99)$			
Média	479,4 ^c	519,7 ^b	566,4 ^a		CV ¹ = 2,8	EPM ² = 7,3		
		TC ³ , dias				-	-	-
½ RA ½ N	21	50	78	-				
½ BA ½ N	21	50	78	-				
Média	-	-	-		CV ¹ = -	EPM ² = -		
		GMD, kg/d				0,2294	0,4458	0,1635
½ RA ½ N	1,459	1,543	1,468	$\bar{y} = 1,490$				
½ BA ½ N	1,813	1,407	1,621	$\bar{y} = 1,614$				
Média	1,636	1,475	1,544		CV ¹ = 18,8	EPM ² = 0,050		
		GRPI ⁴ , kg				0,0001	0,0001	0,3010
½ RA ½ N	3,706	5,569	8,234	$\hat{y} = -23,61 + 0,057PA$	$(r^2=0,99)$			
½ BA ½ N	5,115	8,187	9,561	$\hat{y} = -22,40 + 0,058PA$	$(r^2=0,93)$			
Média	4,411 ^c	6,878 ^b	8,898 ^a		CV ¹ = 19,7	EPM ² = 0,402		
		GRPI ⁴ , kg/100 kg PV				0,0001	0,0001	0,2045
½ RA ½ N	0,765	1,070	1,477	$\hat{y} = -3,52 + 0,009PA$	$(r^2=0,99)$			
½ BA ½ N	1,068	1,577	1,682	$\hat{y} = -2,81 + 0,008PA$	$(r^2=0,89)$			
Média	0,917 ^c	1,324 ^b	1,580 ^a		CV ¹ = 19,7	EPM ² = 0,068		
		EGS ⁴ , mm				0,2915	0,0001	0,2764
½ RA ½ N	2,2	2,3	4,2	$\hat{y} = 134,7 - 0,53PA + 0,0005PA^2$	$(r^2=0,99)$			
½ BA ½ N	2,0	3,0	4,7	$\hat{y} = -14,18 + 0,0335PA$	$(r^2=0,90)$			
Média	2,1 ^c	2,7 ^b	4,4 ^a		CV ¹ = 25,3	EPM ² = 0,2		
		PIC, mm				0,2287	0,0240	0,6799
½ RA ½ N	3,1	3,7	3,8	$\bar{y} = 3,5$				
½ BA ½ N	2,7	3,2	3,8	$\bar{y} = 3,2$				
Média	2,9 ^b	3,4 ^{ab}	3,8 ^a		CV ¹ = 23,0	EPM ² = 0,1		
		AOL, cm ²				0,4188	0,0026	0,8066
½ RA ½ N	74,0	79,2	87,3	$\hat{y} = 0,15PA$	$(r^2=0,99)$			
½ BA ½ N	71,7	79,2	83,2	$\bar{y} = 78,0$				
Média	72,9 ^b	79,2 ^{ab}	85,2 ^a		CV ¹ = 9,7	EPM ² = 1,5		
		AOL, cm ² /100 kg PV				0,3293	0,9391	0,5841
½ RA ½ N	15,5	15,1	15,6	$\bar{y} = 15,4$				
½ BA ½ N	14,9	15,3	14,5	$\bar{y} = 14,9$				
Média	15,2	15,2	15,0		CV ¹ = 9,8	EPM ² = 0,24		

As médias com letras distintas diferem (P<0,05) entre pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹CV (%)= coeficiente de variação; ²EPM= erro padrão da média; ³Não analisado estatisticamente; ⁴Pr > χ^2 = valor probabilístico pelo teste da razão de verossimilhança com aproximação dada por estatística qui-quadrado.

manutenção, maior rotatividade de animais e giro de capital; desde que propiciem carcaças que atendam às exigências mínimas preconizadas pelos frigoríficos.

Não houve efeito ($P>0,05$) de grupo genético, peso de abate e interação de ambos no ganho médio diário de peso (GMD) dos animais (Tabela 3). Todavia, os animais abatidos com 560 kg tiveram taxa de ganho 5,6% inferior aos abatidos com 480 kg e 4,7% superior aos abatidos com 520 kg, sugerindo que os animais ainda estavam em crescimento. Nota-se ainda que os F1 Blonde obtiveram taxa média de ganho 8,3% superior aos F1 Red Angus. Contudo, os tourinhos F1 Blonde tiveram maiores ($P<0,05$) teores de gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI), tanto absolutos (kg) quanto relativos ao peso corporal (kg/100 kgPV), e suas quantidades depositadas aumentaram ($P<0,05$) à medida que se elevou o peso de abate (Tabela 3). Observa-se que a taxa de deposição da GRPI absoluta (coeficiente angular da equação) foi levemente superior nos F1 Blonde (Tabela 3), provavelmente, devido ao maior ímpeto de crescimento das raças européias continentais (grande porte) em relação às raças européias britânicas (pequeno porte). Por outro lado, a taxa de deposição da GRPI relativa (coeficiente angular da equação) foi levemente superior nos F1 Red Angus (Tabela 3), justificada pelos grupos genéticos de maturação precoce (raças britânicas) apresentarem maior teor de gordura no ganho quando comparados aos grupos genéticos de maturação tardia (raças continentais) em pesos equivalentes (Garret et al., 1959). Por isso, as raças de pequeno porte, geralmente, apresentam menor ímpeto de crescimento e possuem maiores exigências de energia para ganho que as raças de grande porte.

A gordura de cobertura na região dorso-lombar entre a 12^a e 13^a costelas (EGS) e na região da garupa sobre a picanha (PIC) apresentaram comportamentos similares. Em ambos locais, a espessura de gordura aumentou ($P<0,05$) com a elevação do peso de abate (Tabela 3), obviamente devido ao tempo de alimentação em confinamento.

Ressalta-se, no entanto, que os animais abatidos com 480 e 520 kg não atingiram o nível mínimo de acabamento preconizado pelos frigoríficos. A regressão da EGS em função da PIC, considerando que o intercepto não diferiu ($P>0,05$) de zero, gerou a seguinte equação: $EGS = 0,90 \times PIC$ ($r^2 = 0,90$). Portanto, observou-se maior deposição na PIC que na EGS. Esses resultados corroboram com Tait et al. (2001), os quais mencionaram que a gordura depositada na região dorso-lombar é menor que na região da garupa até que esta atinja 4 a 5 mm de espessura, após espera-se que haja maior espessura de gordura na região dorso-lombar que na garupa. Pois, a deposição de gordura ocorre, primeiramente, nos quartos traseiro e dianteiro, avança em direção a coluna vertebral e, posteriormente, desce para a parte inferior das costelas (Berg & Butterfield, 1976).

Além disso, verifica-se que a EGS e a PIC não diferiram ($P>0,05$) entre os grupos genéticos (Tabela 3). Embora os grupos genéticos de maturação precoce depositem mais gordura no ganho, acredita-se que o maior ímpeto de crescimento dos grupos genéticos de maturação tardia tenha compensado tais diferenças, equiparando a gordura externa depositada nos distintos grupos genéticos. Adicionalmente, destaca-se a escassa gordura externa depositada (EGS e PIC) mesmo em pesos elevados, verossímil ao fato dos animais não serem orquiectomizados, predominando o crescimento muscular sobre a deposição de gordura.

A área de olho de lombo (AOL) não diferiu ($P>0,05$) entre grupo genético, mas teve acréscimo ($P<0,05$) aproximado de $0,15 \text{ cm}^2$ por kg de ganho de peso (Tabela 3), sugerindo que os animais abatidos mais pesados têm maior musculosidade que os abatidos mais leves. Porém, a AOL relativa ($\text{cm}^2/100 \text{ kg PV}$) não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos, inferindo que a taxa de ganho muscular não foi afetada pelo grupo genético, peso de abate e interação de ambos.

O grupo genético e a interação grupo genético x peso de abate não influenciaram ($P>0,05$) o consumo voluntário dos tourinhos (Tabela 4). Do mesmo modo, o consumo de matéria seca (CMS) percentual (% PV) e metabólico (g/UTM) não foram afetados ($P>0,05$) pelos tratamentos (Tabela 4). Todavia, o CMS absoluto (kg/d), energético (CEL, MJ/d) e protéico (CPM, g/d) aumentaram ($P<0,05$) à medida que se elevou o peso de abate (Tabela 4), provavelmente, em decorrência da maior demanda energética e protéica para manutenção dos animais mais pesados (NRC, 1996).

Tabela 4. Consumo de matéria seca (CMS), de energia líquida total (CEL) e de proteína metabolizável (CPM) de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) abatidos com três pesos

Grupo Genético (GG)	Peso de Abate (PA)			Média ou equação	Valor probabilístico		
	480	520	560		GG	PA	GGxPA
	CMS, kg/d				0,2569	0,0216	0,6776
½ RA ½ N	10,2	10,8	11,6	$\bar{y} = 10,8$			
½ BA ½ N	10,1	10,0	11,1	$\bar{y} = 10,4$			
Média	10,1 ^b	10,4 ^{ab}	11,4 ^a		CV ¹ = 9,5	EPM ² = 0,2	
	CMS, % PV				0,3621	0,8016	0,7139
½ RA ½ N	2,19	2,22	2,23	$\bar{y} = 2,21$			
½ BA ½ N	2,18	2,08	2,18	$\bar{y} = 2,15$			
Média	2,18	2,15	2,20		CV ¹ = 9,1	EPM ² = 0,03	
	CMS, g/UTM				0,2129	0,3452	0,7123
½ RA ½ N	101,7	104,2	108,6	$\bar{y} = 104,8$			
½ BA ½ N	101,2	97,6	103,7	$\bar{y} = 100,8$			
Média	101,5	100,9	106,1		CV ¹ = 8,9	EPM ² = 1,5	
	CEL ³ , MJ/d				0,2610	0,0074	0,6486
½ RA ½ N	52,97	55,93	59,36	$\bar{y} = 56,09$			
½ BA ½ N	52,98	52,86	57,71	$\bar{y} = 54,52$			
Média	52,97 ^b	54,39 ^{ab}	58,54 ^a		CV ¹ = 7,2	EPM ² = 0,87	
	CPM ³ , g/d				0,2556	0,0116	0,6785
½ RA ½ N	827,1	875,4	940,9	$\bar{y} = 881,1$			
½ BA ½ N	826,5	820,7	907,1	$\bar{y} = 851,4$			
Média	826,8 ^b	848,1 ^{ab}	924,0 ^a		CV ¹ = 8,7	EPM ² = 15,4	

As médias com letras distintas diferem ($P<0,05$) entre pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ CV (%)= coeficiente de variação.

² EPM= erro padrão da média.

³ Estimado segundo Henrique (2007).

Os dados de CMS, composição nutricional da dieta e ganho de peso corporal observados foram usados como entradas (*inputs*) no modelo matemático desenvolvido por Henrique (2007) para avaliação nutricional da dieta ofertada. A partir da análise das respostas obtidas (*outputs*) verificou-se que o consumo voluntário foi máximo e definido pela satisfação energética, pois não houve efeito de repleção da massa de fibra no rúmen. Porém, observa-se na Tabela 6 que a correlação entre CMS e GMD foi de baixa magnitude (coeficiente de Pearson) ou não significativa (coeficiente de Spearman). Dessa forma, infere-se que os animais possivelmente não tenham expressado todo seu potencial para ganho, e que algum nutriente da dieta possa ter limitado o mesmo, acreditando-se ter sido a proteína. Pois, a maior parte dos animais obtiveram balanço energético positivo e balanço protéico negativo, conforme se visualiza na Figura 1. Além disso, os interceptos das equações de regressão do balanço energético e protéico dos animais, ajustadas em função de seus GMD, demonstraram que a dieta ofertada continha energia suficiente para ganhar 1,743 kg/d e proteína suficiente para ganhar 1,324 kg/d.

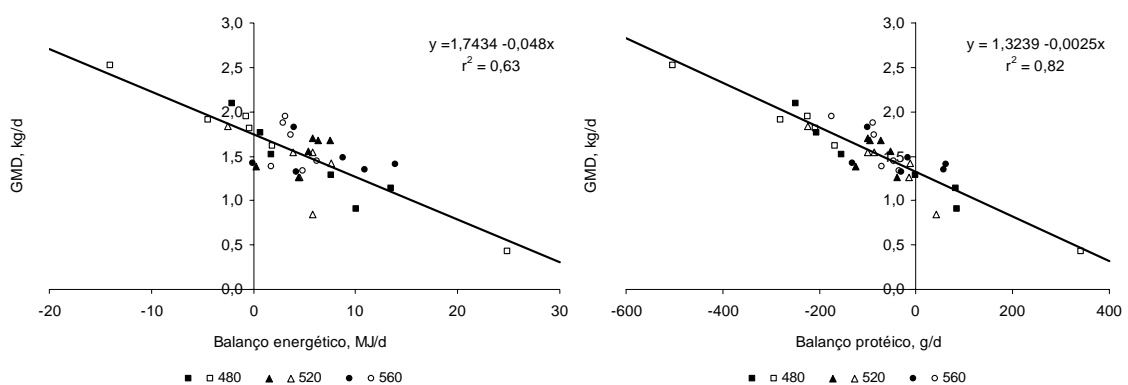


Figura 1. Balanço de energia líquida total e de proteína metabolizável (consumido - exigido) da dieta utilizada na terminação em confinamento de tourinhos F1 Red Angus (hachurado) ou Blonde D'Aquitaine (vazado) versus Nelore abatidos com 480 (quadrados), 520 (triângulos) e 560 kg (círculos) de peso corporal

Analisando o *output* gerado pelo modelo de Henrique (2007), observou-se ainda que o balanço de peptídeos (BALPEP) médio foi de 11,9 g/d, enquanto o balanço de nitrogênio amoniacal ruminal (BNAR) médio foi de -5,1 g/d. Portanto, como as bactérias que degradam os carboidratos não fibrosos (CNF) utilizam preferencialmente os aminoácidos e peptídeos como fonte de N e as bactérias que degradam os carboidratos fibrosos (CF) utilizam exclusivamente a amônia como fonte de N (Russel et al., 1992; Fox et al., 2004), constata-se que houve inibição do crescimento microbiano celulolítico.

Em relação aos índices de eficiência biológica (Tabela 5), os tourinhos F1 Blonde abatidos com 480 kg tiveram melhor ($P<0,05$) conversão alimentar (CA), ou seja, consumiram menos por kg de ganho de peso. Da mesma forma, os F1 Blonde obtiveram menor ($P<0,05$) CA (melhor) e a CA tendeu ($P<0,06$) a piorar (maior valor) nos animais abatidos mais pesados. A eficiência alimentar (EA) não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 5), mas os tourinhos F1 Blonde tenderam ($P<0,09$) a ser mais eficientes e os animais abatidos mais pesados tenderam ($P<0,08$) a ser menos eficientes, ou seja, respectivamente, a ganhar mais e menos peso por kg de matéria seca consumida. Esses resultados podem ser explicados pelo maior ímpeto de crescimento muscular e pelas menores exigências de energia para ganho dos grupos genéticos de maturação tardia (raças de grande porte).

O fato da hipótese de nulidade não ser rejeitada nas análises univariadas não significa que deve ser aceita, pois na análise multivariada essa mesma hipótese poderá ser rejeitada. O índice nutricional multivariado biológico (INMB) tem relevância por atender aos pressupostos do modelo linear ordinário normal de Gauss-Markov, por aproveitar a informação conjunta das variáveis envolvidas e pelo caráter discriminatório (Guidoni, 1994). Assim, o mesmo foi definido a partir da seguinte equação: $INMB = (-$

3,25 × GMD) + (0,99 × CMS). Nesse estudo, portanto, tanto pior (menos eficiente) será o animal quanto maior for seu valor de INMB, pois o coeficiente canônico associado ao ganho foi negativo e o coeficiente associado ao consumo foi positivo. Salienta-se, no entanto, que a solução admite sinal contrário.

Tabela 5. Índices de eficiência biológica de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) *versus* Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos

Grupo Genético (GG)	Peso de Abate (PA)			Média ou equação	Valor probabilístico		
	480	520	560		GG	PA	GGxPA
		CA ³			0,0302	0,0558	0,0257
½ RA ½ N	7,6 ^{Aa}	7,0 ^{Aa}	7,7 ^{Aa}	$\bar{y} = 7,4$			
½ BA ½ N	5,2 ^{Bb}	7,4 ^{Aa}	6,9 ^{Aa}	$\hat{y} = -210,6+0,82PA-0,001PA^2$ ($r^2=0,59$)			
Média	6,4	7,2	7,3		CV ¹ = 17,2	EPM ² = 0,2	
		EA ³			0,0806	0,0736	0,1844
½ RA ½ N	0,141	0,144	0,132	$\bar{y} = 0,139$			
½ BA ½ N	0,181	0,139	0,147	$\hat{y} = 4,74-0,02PA+0,00002PA^2$ ($r^2=0,99$)			
Média	0,161	0,142	0,140		CV ¹ = 15,2	EPM ² = 0,005	
		INMB			0,0150	0,0026	0,4656
½ RA ½ N	5,32	5,66	6,65	$\bar{y} = 5,87$			
½ BA ½ N	4,12	5,37	5,74	$\hat{y} = 0,01PA$ ($r^2=0,98$)			
Média	4,72 ^b	5,51 ^{ab}	6,19 ^a		CV ¹ = 15,5	EPM ² = 0,21	
		RK ³ , g/UTM			0,2840	0,2244	0,1820
½ RA ½ N	14,4	15,0	13,8	$\bar{y} = 14,4$			
½ BA ½ N	18,2	13,7	15,2	$\hat{y} = 563,99-2,07PA+0,002PA^2$ ($r^2=0,99$)			
Média	16,3	14,4	14,5		CV ¹ = 17,9	EPM ² = 0,5	
		CAR			0,0288	0,7451	0,8562
½ RA ½ N	0,252	0,140	0,545	$\bar{y} = 0,312$			
½ BA ½ N	-0,408	-0,310	-0,265	$\bar{y} = -0,327$			
Média	-0,078	-0,085	0,140		CV ¹ = -	EPM ² = 0,134	

As médias com letras distintas diferem ($P<0,05$) entre pesos de abate pelo teste de Tukey.

CA (kg de MS consumida/kg de ganho de peso)= conversão alimentar.

EA (kg de ganho de peso/kg de MS consumida)= eficiência alimentar.

INMB (adimensional)= índice nutricional multivariado biológico.

RK (g de ganho de peso/kg^{0,75} de peso vivo médio)= relação de Kleiber.

CAR (adimensional)= consumo alimentar residual.

¹ CV (%) = coeficiente de variação.

² EPM = erro padrão da média.

³ $Pr > \chi^2$ = valor probabilístico pelo teste da razão de verossimilhança com aproximação dada por estatística qui-quadrado.

O INMB confirmou as tendências observadas e discutidas para a CA e a EA. Logo, os tourinhos F1 Blonde e os animais abatidos mais leves foram significativamente mais eficientes quando comparados aos tourinhos F1 Red Angus e os animais abatidos mais pesados (Tabela 5). Dessa forma, quando animais de tamanhos corporais distintos forem abatidos com pesos equivalentes, os animais de grande porte serão mais eficientes (Murdoch et al., 2005), pois depositam menos gordura no ganho. Entretanto, quando o abate for realizado para produção de carcaças com grau de acabamento semelhantes, pode-se inferir que os animais de pequeno porte serão mais eficientes, pois efetivamente são mais precoces, diluindo as exigências de manutenção (Lanna & Packer, 1998).

Em contrapartida, a seleção de animais mais eficientes através da CA, EA ou INMB implicaria em alteração do tamanho à maturidade, visto que estas variáveis estão correlacionadas com o peso vivo médio metabólico (Tabela 6). Dessa maneira, resultaria também em mudança nas exigências para manutenção (Murdoch et al., 2005), pois essas variáveis subentendem que todo o alimento seja destinado para ganho, desconsiderando as exigências para manutenção dos animais, além de serem afetadas pela composição do ganho (Arthur et al., 2001a). Por isso, convencionou-se investigar a eficiência dos animais por meio da relação de Kleiber (RK; Kleiber, 1936) e do consumo alimentar residual (CAR; Koch et al., 1963), as quais não implicariam em alteração do tamanho à maturidade, pois essas variáveis não estão correlacionadas com o peso vivo médio metabólico (Tabela 6), visto que a covariância entre as mesmas com o peso metabólico são baixas ou próximas a zero e porque essas variáveis levam em consideração as diferenças nas exigências para manutenção dos animais. Além disso, o CAR é independente do crescimento (Koch et al., 1963; Murdoch et al., 2005),

conforme se verifica pela ausência de correlação significativa deste com o GMD (Tabela 6).

Os maiores valores de RK apontam incrementos no ganho de peso com o mesmo peso metabólico ($PV^{0,75}$), ou seja, maior crescimento é obtido sem que o custo de energia para manutenção seja aumentado, indicando maior diluição das exigências de energia para manutenção (Tedeschi et al., 2006). Apesar disso, a RK não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 5).

Os menores valores de CAR (negativos = mais eficientes) designam que os animais consomem menos para produzir ganho de peso similar em dado tamanho metabólico ($PV^{0,75}$), significando que os animais exigem menos energia para manutenção e crescimento. Por outro lado, os maiores valores de CAR (positivos = ineficientes) sugerem que os animais excederam suas exigências previstas para manutenção e crescimento (Murdoch et al., 2005). Nesse estudo, a equação obtida para estimar o consumo voluntário de matéria seca (CMS) foi:

$$\hat{y} = -8,3645 + 1,4579 \times GMD + 0,1620 \times PVM^{0,75} \quad (R^2 = 0,58; EPE = 0,80),$$

sendo que a diferença entre o consumo observado e estimado equivale ao consumo residual (Basarab et al., 2003). O CAR não foi influenciado pelo peso de abate ($P>0,05$), embora se observe que, numericamente, os valores de CAR aumentaram com a elevação do peso de abate (Tabela 5). Todavia, os tourinhos F1 Blonde tiveram menores ($P<0,05$) valores de CAR, ou seja, foram mais eficientes que os tourinhos F1 Red Angus, confirmando a assertiva feita previamente de que animais com maior tamanho à maturidade são mais eficientes que os de menor tamanho à maturidade quando abatidos em pesos equivalentes.

Os valores de CAR oscilaram de -1,305 kg/d para o tourinho mais eficiente a 1,851 kg/d para o tourinho mais ineficiente, ou seja, houve diferença de 3,156 kg/d no

CAR. Assim, considerando o custo da dieta à R\$ 0,21/kg de MS (capítulo II), isto significa uma diferença de R\$ 0,66 no custo de alimentação por dia entre o tourinho mais eficiente e o menos eficiente, podendo representar o lucro ou o prejuízo do confinador.

Destaca-se que o CAR é independente do ganho de peso ao passo que a RK é dependente. Adicionalmente, nota-se que o CAR foi mais sensível em detectar diferenças nos tratamentos que a RK. Contudo, a RK tem a vantagem de poder ser determinada quando os animais são agrupados em lotes durante a terminação, pois não há necessidade de se conhecer o consumo individual dos animais; enquanto que para a determinação do CAR, obrigatoriamente, há necessidade de se saber o consumo individual dos animais.

Os coeficientes de correlação (r) indicam o grau de associação (baixo $< 0,40$ \geq médio $\leq 0,70$ $>$ alto) e a direção (positiva/negativa) do relacionamento entre duas variáveis aleatórias. As correlações de Pearson e Spearman (Tabela 6) do peso vivo médio metabólico (PM) e do peso vivo final (PVF) com o tempo de alimentação (TC) sugerem que a duração da fase de terminação em confinamento é diretamente relacionada ($P < 0,05$) aos pesos de carcaça. O ganho médio diário de peso (GMD) e o consumo de matéria seca percentual (CMSP) não tiveram ligação com o PM, PVF e o TC, pois não apresentaram correlação ($P > 0,05$) com as mesmas (Tabela 6). Ao contrário, a área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), gordura de cobertura na garupa (PIC), gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI), consumo de matéria seca (CMS) e o CMS metabólico (CMSM) foram moderadamente associados ($P < 0,05$) ao PM, PVF e TC (Tabela 6).

Tabela 6. Coeficientes de correlação fenotípica produto-momento de Pearson (acima da diagonal) ou por postos de Spearman (abaixo da diagonal) entre as variáveis estudadas

Variáveis	Variáveis ¹															
	PM	PVF	TC	GMD	AOL	EGS	PIC	GRPI	CMS	CMSP	CMSM	RK	CA	EA	INMB	CAR
PM		0,93***	0,55***	0,04 ^{ns}	0,53***	0,44**	0,38*	0,45**	0,69***	0,22 ^{ns}	0,36*	-0,21 ^{ns}	0,36*	-0,39*	0,63***	0,00 ^{ns}
PVF	0,88***		0,79***	0,14 ^{ns}	0,60***	0,65***	0,46**	0,64***	0,69***	0,24 ^{ns}	0,39*	-0,10 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	0,58***	0,04 ^{ns}
TC	0,53***	0,82***		-0,07 ^{ns}	0,54***	0,76***	0,45**	0,77***	0,40*	0,04 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	0,46**	0,05 ^{ns}
GMD	-0,07 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,10 ^{ns}		-0,04 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,38*	0,49**	0,47**	0,97***	-0,83***	0,81***	-0,42*	0,00 ^{ns}
AOL	0,52**	0,59***	0,52**	-0,06 ^{ns}		0,49**	0,53**	0,48**	0,40*	0,06 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,44*	0,05 ^{ns}
EGS	0,37*	0,62***	0,77***	0,13 ^{ns}	0,47**		0,51**	0,76***	0,31 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,09 ^{ns}
PIC	0,41*	0,51**	0,44**	-0,08 ^{ns}	0,54***	0,45**		0,43**	0,29 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,08 ^{ns}
GRPI	0,42*	0,69***	0,79***	0,11 ^{ns}	0,48**	0,75***	0,44**		0,29 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,00 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,09 ^{ns}
CMS	0,68***	0,68***	0,43**	0,34 ^{ns}	0,40*	0,31 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,32 ^{ns}		0,84***	0,92***	0,21 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,68***	0,65***
CMSP	0,26 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,46**	0,04 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,83***		0,98***	0,43*	0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,43*	0,86***
CMSM	0,35*	0,39*	0,21 ^{ns}	0,44*	0,16 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,91***	0,98***		0,38*	0,07 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,53**	0,82***
RK	-0,29 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	0,96***	-0,20 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,40*	0,34 ^{ns}		-0,89***	0,90***	-0,57***	0,00 ^{ns}
CA	0,47**	0,33 ^{ns}	0,30 ^{ns}	-0,83***	0,22 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,90***		-0,97***	0,79***	0,35*
EA	-0,43*	-0,28 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,83***	-0,16 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,00 ^{ns}	0,90***	-1,00***		-0,84***	-0,36*
INMB	0,68***	0,58***	0,40*	-0,36*	0,39*	0,06 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,70***	0,45**	0,55***	-0,51**	0,76***	-0,76***		0,63***
CAR	0,01 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,62***	0,83***	0,80***	0,02 ^{ns}	0,31 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,60***	

¹/ PM (kg) = peso vivo médio metabólico; PVF (kg) = peso vivo final; TC (dias) = tempo de alimentação em confinamento; GMD (kg/dia) = ganho médio diário de peso; AOL (cm²) = área de olho de lombo do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costelas; EGS (mm) = espessura de gordura subcutânea do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costelas; PIC (mm) = gordura de cobertura na região da garupa sobre o músculo *Biceps femoris* (picanha); GRPI (kg) = gordura renal, pélvica e inguinal; CMS (kg/dia) = consumo voluntário de matéria seca; CMSP (% PV) = consumo de matéria seca percentual; CMSM (g/UTM) = consumo de matéria seca metabólico; RK (g/UTM) = relação de Kleiber; CA = conversão alimentar; EA = eficiência alimentar; INMB = índice nutricional multivariado biológico; CAR = consumo alimentar residual.

^{ns} Não-significativo (P>0,05); * Significativo (P<0,05); ** Significativo (P<0,01); *** Significativo (P<0,001).

Os indicadores de desempenho animal (GMD, GRPI, EGS, PIC e AOL), à exceção do GMD, foram mediamente correlacionados ($P < 0,05$) entre si (Tabela 6), mas não foram correlacionados ($P > 0,05$) com os indicadores de consumo alimentar (CMS, CMSP, CMSM) e com os índices de eficiência biológica (CA, EA, INMB, RK, CAR). Apenas o GMD obteve média correlação ($P < 0,05$) com os indicadores de consumo alimentar, alta correlação positiva ($P < 0,05$) com a RK e a EA, alta correlação negativa ($P < 0,05$) com a CA, média correlação negativa com o INMB e não foi correlacionado ($P > 0,05$) com o CAR (Tabela 6). Salienta-se que os coeficientes de correlação do INMB com as demais variáveis podem assumir direção oposta mas com magnitude idêntica, uma vez que os coeficientes canônicos associados as variáveis preditoras (GMD e CMS) admitem solução com sinal contrário.

Os indicadores de consumo alimentar foram altamente correlacionados ($P < 0,05$) entre si, porém não apresentaram correlação significativa com o CA e a EA (Tabela 6). Da mesma forma, os índices de eficiência biológica, à exceção do CAR, foram média a altamente correlacionados ($P < 0,05$) entre si (Tabela 6). Dentre os indicadores produtivos, apenas o INMB teve correlação, tanto de Pearson quanto de Spearman, significativa com o CAR.

Não foram observados coeficientes de correlação fenotípica ($P > 0,05$) do CAR com o PM, PVF, GMD, AOL, EGS, PIC e a GRPI durante a fase de terminação em confinamento estudada, ratificando que o CAR é fenotipicamente independente do tamanho corporal e do crescimento. Esses resultados corroboram com Basarab et al. (2003). Contudo, dados da literatura reportam incertezas quanto à direção e magnitude das correlações genéticas entre o CAR e as características de crescimento (Murdoch et al., 2005).

As correlações fenotípicas entre CAR e CMS foram médias e positivas, semelhantes às relatadas por Herd & Bishop (2000; $r_p = 0,64$), Arthur et al. (2001a; $r_p = 0,64$), Arthur et al. (2001b; $r_p = 0,72$) e por Basarab et al. (2003; $r_p = 0,42$), ao passo que as correlações fenotípicas do CAR com o CMSP e CMSM foram altas e positivas (Tabela 6). Além disso, os estudos supracitados relataram correlações fenotípicas entre CAR e CA variando de 0,53 a 0,70, sendo superiores a correlação de Pearson de 0,35 encontrada entre as mesmas neste trabalho. Portanto, infere-se que a seleção para negativo ou baixo CAR resultaria em redução no CMS e melhoria da CA, sem nenhum efeito potencialmente adverso sobre o tamanho corporal e a taxa de crescimento.

Os coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman foram levemente diferentes, mas tais diferenças podem ser consideradas irrisórias e sem significado prático. Logo, infere-se que a correlação de Spearman fornece tanta informação quanto à correlação de Pearson, além de ter validade mais ampla, pois, ao contrário da correlação de Pearson, não requer nenhuma suposição sobre a distribuição de frequência das variáveis. Por isso, ela não deve ser preterida.

Conclusões

O uso de animais oriundos do cruzamento entre raças continental e zebuína na fase de terminação em confinamento proporciona maior eficiência bionutricional em comparação ao uso de animais oriundos do cruzamento entre raças britânica e zebuína.

Animais abatidos mais leves são mais eficientes bionutricionalmente na fase de terminação em confinamento quando comparados a animais abatidos mais pesados.

Animais de maior tamanho à maturidade são mais eficientes que os de menor tamanho à maturidade quando abatidos em pesos equivalentes.

O consumo alimentar residual é independente do crescimento e do tamanho à maturidade.

Literatura Citada

- ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Desempenho em confinamento de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.947-958, 2004.
- ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; JOHNSON, D.J. et al. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency and other postweaning traits in Angus cattle. **Journal Animal Science**, v.79, p.2805-2811, 2001b.
- ARTHUR, P.F.; RENAND, G.; KRAUSS, D. Genetic and phenotypic relationships among different measures of growth and feed efficiency in young Charolais bulls. **Livestock Production Science**, v.68, p.131-139, 2001a.
- BARBOSA, P.F. Bovinos – raças puras, novas raças, cruzamentos e compostos de gado de corte. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3, 2000, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, p.124-129, 2000.
- BASARAB, J.A.; PRICE, M.A.; AALHUS, J.L. et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal Animal Science**, v.83, p.189-204, 2003.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- BERNDT, A.; CRUZ, G.M. da; LANNA, D.P.D. et al. Composição física da 9-11^a costelas de tourinhos de diferentes grupos genéticos em confinamento em relação ao status nutricional na fase de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, ESALQ, 2001. CD-ROM.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; PASCOAL, L.L. et al. Desempenho de novilhos Red Angus superprecoces, confinados e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.129-138, 2002.
- DETMANN, E.; CECON, P.R.; ANDREOTTI, M.O. et al. Application of the first canonical variable in the evaluation of animal production trials. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34(supl.), n.6, p.2417-2426, 2005.
- EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B.; FIGUEIREDO, G.R. et al. Eficiência bionutricional de animais Nelore e seus mestiços com Simental e Aberdeen Angus, em duas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.77-82, 2001.
- EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B.; FIGUEIREDO, G.R. et al. Avaliação de animais Nelore e de seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. 2. Características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.73-79, 1997.

- FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P. et al. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, p.29-78, 2004.
- GARRET, W.N.; MEYER, J.H.; LOFGREEN, G.P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. **Journal of Animal Science**, v.18, n.2, p.528-547, 1959.
- GUIDONI, A.L. **Alternativas para comparar tratamentos envolvendo o desempenho nutricional animal**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1994, 105p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1994.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000. p.A25-A32 (Bulletin, 339).
- HARRIS, R.J. **A primer of multivariate statistics**. New York: Academic Press, 1975. 332p.
- HENRIQUE, D.S. **Desenvolvimento e avaliação de um modelo matemático para predição do valor nutricional de rações para bovinos sujeito às restrições da massa de fibra no rúmen**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 89p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- HERD, R.M.; BISHOP, S.C. Genetic variation in residual feed intake and its association with other production traits in British Hereford cattle. **Livestock Production Science**, v.63, p.111-119, 2000.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 816p.
- KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Applied multivariate statistical with SAS Software**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 338p.
- KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS Software**. North Carolina: SAS Institute, 2000. 558p.
- KLEIBER, M. Problems involved in breeding for efficiency of food utilization. In: AMERICAN SOCIETY ANIMAL PRODUCTION, 29, 1936, Madison, WI. **Proceedings...** Madison: Wisconsin University, p.247-258, 1936.
- KOCH, R.M.; SWIGER, L.A.; CHAMBERS, D. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.22, p.486-494, 1963.
- LANNA, D.P.D.; PACKER., I.U. Eficiência biológica e econômica de bovinos de corte In: WORKSHOP QUALIDADE DA CARNE E MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS DE CORTE, 1, 1998, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: Embrapa São Carlos e Campo Grande, Fundepec, p.83-104, 1998. 172p.
- MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. **Multivariate analysis**. 6.ed. London: Academic Press, 1997. 518p.
- MURDOCH, G.K.; OKINE, E.K.; DIXON, W.T. et al. Growth. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (eds.) 2.ed. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CABI, p.489-521, 2005. 734p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. ruminal fermentation. **Journal Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- TAIT, J.R.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E. **Comparison of ultrasound and carcass measures to predict the percentage of lean from four primal cuts**. Ames: Iowa State University, 2001. (Beef Research Report, A. S. Leaflet R1775).
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; BAKER, M.J. et al. Identifying differences in feed efficiency among group-fed cattle. **Journal Animal Science**, v.84, p.767-776, 2006.
- WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; SHACKELFORD, S.D. et al. Characterization of biological types of cattle (cycle V): carcass traits and *Longissimus* palatability. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1209-1222, 2001.

CAPÍTULO II

Economicidade da fase de terminação em confinamento de bovinos mestiços abatidos com pesos distintos

RESUMO: Objetivou-se verificar a economicidade da fase de terminação em confinamento de tourinhos mestiços F1 Red Angus x Nelore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) e F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N) abatidos com 480, 520 e 560 kg de peso corporal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos x três pesos de abate) com seis repetições. Os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N abatidos com 480 kg apresentaram maior ($P < 0,05$) ganho de carcaça (kg/dia), eficiência alimentar, valor de produção (R\$/dia), saldo de alimentação (R\$/dia), custo de nivelamento da dieta (@/t MS) e relação benefício:custo. Os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N apresentaram maior ($P < 0,05$) rendimento de carcaça que os tourinhos $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N. À medida que se elevou o peso de abate, o rendimento de carcaça, conversão alimentar, custo de alimentação (R\$/@ e R\$/dia) e ponto de nivelamento (kg/dia) aumentaram ($P < 0,05$); ao passo que o saldo de alimentação (R\$/@) diminuiu ($P < 0,05$). O índice nutricional multivariado bioeconômico demonstrou melhor associação com a rentabilidade da fase de terminação de bovinos em confinamento. A análise de sensibilidade não influenciou nos resultados obtidos. O benefício foi menor que o custo de alimentação a partir da relação de troca de 4 @/t MS da dieta. Portanto, tourinhos mestiços F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore abatidos com 480 kg apresentam melhor eficiência bioeconômica.

Palavras-chave: análise bioeconômica, análise de sensibilidade, rentabilidade, bovinos de corte, viabilidade econômica

CHAPTER II

Economicity of the finishing phase on feedlot from crossbred young bulls slaughtered with distinct body weights

ABSTRACT: The objective in this trial was to assess the economicity of the finishing phase on feedlot of F1 Red Angus x Nellore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) and Blond D'Aquitaine x Nellore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N) crossbred young bulls slaughtered with 480, 520 and 560 kg of body weight. A completely randomized design in a 2 x 3 factorial arrangement (2 genetic groups x 3 slaughter weights) with six replicates was used. The $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls slaughtered with 480 kg had the highest ($P<0.05$) carcass gain (kg/day), feed efficiency, gross income (R\$/day), gross profit of feed (R\$/day), break-even cost of the diet (@/t DM) and cost:benefit ratio. The $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls also had higher ($P<0.05$) dressing percentage than $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N young bulls. As the slaughter weight rised the dressing percentage, feed:gain ratio, feed cost (R\$/@ and R\$/day) and break-even point (kg/day) increased ($P<0.05$); while the gross profit of feed (R\$/@) decreased ($P<0.05$). The bioeconomic multivariate nutritional index had better association with the profitability of the finishing phase of beef cattle on feedlot. Sensitivity analysis did not influence on the results obtained. The benefit was lower than the feed cost from exchange relationship of 4 @/t DM of the diet. According to the results, it's possible to conclude that F1 Blond D'Aquitaine x Nellore crossbred young bulls slaughtered with 480 kg had the best bioeconomic efficiency.

Key Words: beef cattle industry, bioeconomic analysis, economic feasibility, sensitivity analysis, profitability

Introdução

O confinamento tem sido amplamente utilizado em todo o mundo como alternativa tecnológica e estratégica para aumento da produtividade e para romper a sazonalidade produtiva, ou seja, produzir carne em condições adversas. Contudo, o desempenho e a eficiência nutricional dos bovinos confinados são influenciados, dentre outros fatores, pelo potencial genético dos animais e pelo manejo adotado. A otimização do ponto final de abate, quer pela idade, pelo grau de acabamento, peso corporal ou peso de carcaça, também exerce efeito direto sobre a resposta biológica dos animais, além de estarem estreitamente relacionados com a rentabilidade da atividade.

Pesquisas reportam que as raças zebuínas, em geral, possuem menor ímpeto de crescimento e produzem carcaças mais leves, carne com qualidade inferior e maior variabilidade que as raças européias (Cruz et al., 2004; Menezes et al., 2005a; Menezes et al., 2005b). Desse modo, os cruzamentos entre zebuínos e taurinos têm demonstrado vantagens para os mestiços sobre os puros em várias características de importância econômica, sendo reflexo dos benefícios da heterose, da complementariedade e da incorporação rápida de material genético desejável. Adicionalmente, destaca-se que nos animais F1 a heterozigose é de 100% e a heterose é máxima.

Os frigoríficos têm dado grande ênfase ao peso e grau de acabamento das carcaças durante a comercialização dos bovinos, pois os mesmos são correlacionados com características importantes da carcaça e também com variáveis econômicas, tais como o custo operacional e a receita gerada por carcaça. Porém, dados da literatura evidenciam que avaliações dos genótipos são prejudicadas quando o ponto de abate é definido por um peso fixo, pois a expressão das diferenças entre raças é limitada (Amer et al., 1994; Williams & Bennett, 1995; Amer et al., 1997; Euclides Filho et al., 1997).

A análise econômica de sistemas de produção é essencial para auxiliar o produtor na tomada de decisões. Segundo Faturi et al. (2003), a avaliação econômica dos custos com alimentação na terminação de bovinos em confinamento, os quais representam mais de 70% do custo total de produção quando desconsiderado o custo de aquisição dos animais (Pacheco et al., 2006), é um aspecto fundamental, pois nem sempre a melhor resposta biológica consiste na melhor resposta econômica. Amer et al. (1994) mencionaram que a maximização do lucro é um critério de abate mais apropriado para comparar genótipos do que pontos finais de abate pela idade, peso ou grau de acabamento constantes. Assim, estudos que avaliam a relação da resposta biológica com a resposta econômica entre diferentes grupos genéticos (Pacheco et al., 2006) e entre diferentes pesos de abate (Restle et al., 2007), visando o incremento na rentabilidade da atividade, seja pelo aumento da eficiência técnica, seja pela redução dos custos produtivos, são importantes para potencializar os índices zootécnicos e evitar frustrações econômicas aos pecuaristas.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a economicidade da fase de terminação em confinamento de tourinhos mestiços F1 *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus* abatidos com pesos distintos.

Material e Métodos

Os animais foram confinados no Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana, situado no município de Colina, estado de São Paulo, e pertencente à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). O experimento foi conduzido no período de agosto de 2005 a novembro de 2006.

Foram utilizados trinta e seis bovinos, machos inteiros, com 20 meses de idade média inicial, mestiços F1, sendo 18 entre as raças Red Angus x Nelore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) e

18 entre as raças Blonde D'Aquitaine x Nelore (½ BA ½ N). Os dados avaliados no presente estudo foram obtidos de acordo com os procedimentos descritos no capítulo I.

Os tratamentos consistiram-se por dois grupos genéticos (GG): ½ RA ½ N e ½ BA ½ N e por três pesos de abate (PA): 480, 520 e 560 kg de peso corporal em jejum. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos x três pesos de abate) com seis repetições, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = valor observado no i -ésimo grupo genético, j -ésimo peso de abate e k -ésima repetição; μ = média geral da variável resposta; α_i = efeito do i -ésimo grupo genético; β_j = efeito do j -ésimo peso de abate; $(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação entre o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; ε_{ijk} = efeito aleatório associado à observação Y_{ijk} , pressuposto $\varepsilon_{ijk} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$, sendo um modelo linear ordinário normal de Gauss-Markov (Graybill, 1976).

A dieta experimental foi formulada de acordo com o NRC (1996) para atender às exigências de manutenção de um bovino com 420 kg de peso corporal e ganho de 1,3 kg/dia, sendo a proporção e custo dos ingredientes apresentados na Tabela 1.

O valor de comercialização do boi gordo adotado para a análise econômica foi o preço médio de R\$ 55,00 por arroba em maio de 2007 (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA, 2007), em que uma arroba (@) equivale a 15 kg de carcaça.

O rendimento de carcaça (RC) foi expresso em relação ao peso de carcaça quente. O ganho total de carcaça (GTC) foi determinado como segue:

$$GTC_{ijk} = \left(PVF_{ijk} \times \left(\frac{RC_{ijk}}{100} \right) \right) - (PVI_{ijk} \times 0,5)$$

$$\forall i=1, \dots, GG; \quad \forall j=1, \dots, PA \quad e \quad \forall k=1, \dots, r_i \text{ (repetições)}$$

em que, GTC_{ijk} = ganho total de carcaça (kg) da k-ésima repetição, no i-ésimo grupo genético (GG) e j-ésimo peso de abate (PA); RC_{ijk} = rendimento de carcaça (%) da k-ésima repetição, no i-ésimo grupo genético e j-ésimo peso de abate; PVI_{ijk} e PVF_{ijk} são, respectivamente, peso vivo inicial e final em jejum (kg) da k-ésima repetição, no i-ésimo grupo genético e j-ésimo peso de abate. O ganho de carcaça também foi expresso por dia (GDC, kg/dia), bem como sua relação com o ganho de peso (RCP).

Tabela 1. Proporção e custo dos ingredientes na dieta experimental

Ingredientes (%)	Proporção (% na MS)	Custo (R\$/kg)	
		na MN ¹	na MS
Volumoso	(43,26)		
- cana-de-açúcar	43,26	0,036	0,127
Concentrado	(56,74)		
- polpa cítrica	33,29	0,185	0,210
- farelo de algodão	22,10	0,270	0,301
- uréia	0,75	1,200	1,200
- mistura mineral ²	0,60	1,000	1,000
Total	100,00	-	0,206

¹ Fonte: Scot Consultoria (2007).

² Composição por kg: 130 g de Ca, 80 g de P (solubilidade mín. de 90% em ácido cítrico à 2%), 10 g de S, 140 g de Na, 1600 mg de Cu, 1500 mg de Mn, 5000 mg de Zn, 150 mg de I, 100 mg de Co, 30 mg de Se e 800 mg máx. de F.

O desempenho nutricional ou eficiência alimentar foi mensurado pelos índices de quociente, os quais foram calculados pela combinação não linear entre variáveis aleatórias contínuas normais e correlacionadas, como segue:

$$\text{Conversão alimentar (CA)} = \frac{X_{ijk}}{Y_{ijk}}; \quad CA > 1$$

$$\text{Eficiência alimentar (EA)} = \frac{Y_{ijk}}{X_{ijk}}; \quad 0 < EA < 1$$

$\forall i=1,\dots,GG; \forall j=1,\dots,PA$ e $\forall k=1,\dots,r_i$ (repetições); tal que $x_{ijk} > y_{ijk} > 0$

em que, x_{ijk} e y_{ijk} são, respectivamente, consumo voluntário de matéria seca (CMS, kg/dia) e ganho diário de carcaça (GDC, kg/dia) da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate.

Do ponto de vista nutricional e econômico, os tratamentos foram discriminados pelo índice bioeconômico (IBE) e pelo índice nutricional multivariado bioeconômico (INMBE); obtidos pela combinação linear das variáveis aleatórias contínuas dependentes, correlacionadas e com distribuição normal de probabilidade, conforme a seguir:

$$IBE_{ijk} = y_{ijk} - W_{ij} \times x_{ijk} \Rightarrow IBE_{ijk} = y_{ijk} - \frac{PR_{ij}}{PV_{ij}} \times x_{ijk} \Rightarrow IBE_{ijk} = y_{ijk} - CRE_{ijk}$$

$\forall i=1,\dots,GG; \forall j=1,\dots,PA$ e $\forall k=1,\dots,r_i$ (repetições); tal que $0 < W_{ij} < 1$

em que, IBE_{ijk} = índice bioeconômico da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; y_{ijk} e x_{ijk} como definidos anteriormente; W_{ij} = relação de preços unitários entre a dieta e a transformação animal para cada tratamento envolvido no experimento; PR_{ij} e PV_{ij} são, respectivamente, preço da ração (R\$/kg de MS da dieta) e preço de venda (R\$/kg de carcaça) no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; CRE_{ijk} = consumo de ração equivalente da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate, expresso economicamente como uma parte da transformação animal. Nesse estudo, W_{ij} é constante, pois a composição da dieta é a mesma para todos os tratamentos. Dessa forma, $W = PR/PV = 0,21/3,67 = 0,0572$; implicando que $IBE = GDC - 0,0572 * CMS$.

Para o cálculo do INMBE foi utilizada a análise de variância multivariada (Johnson & Wichern, 1998; Khattree & Naik, 1999; Khattree & Naik, 2000)

complementada pela primeira função discriminante canônica de Fisher (Mardia et al., 1997). Assim, as variáveis GDC e CRE foram submetidas a MANOVA em delineamento inteiramente casualizado, desconsiderando-se o arranjo fatorial, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu_k + \alpha_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = valor observado da k -ésima variável, sob o i -ésimo tratamento na j -ésima repetição; μ_k = média geral da k -ésima variável; α_{ik} = efeito do i -ésimo tratamento na k -ésima variável; e ε_{ijk} = efeito aleatório associado à observação Y_{ijk} pressuposto NID $(0, \sigma^2)$; $\forall i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$; $\forall j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ e $\forall k = 1, 2$.

A partir da MANOVA calcularam-se os autovalores determinando as raízes características da equação (Harris, 1975):

$$|E^{-1}H - \lambda I| = 0$$

em que, E^{-1} = inversa comum da matriz das somas de quadrados e de produtos residuais; H = matriz das somas de quadrados e de produtos referente a tratamentos; λ_1 e λ_2 = autovalores da matriz $E^{-1}H$; e I = matriz identidade de ordem $p = 2$.

Após, estimou-se o autovetor não-normalizado associado ao maior autovalor por meio da solução do sistema de equações:

$$(E^{-1}H - \lambda_1 I) \underset{\sim}{v} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow (E^{-1}H - \lambda_1 I) \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

em que, λ_1 = maior autovalor; $\underset{\sim}{v}$ = autovetor não-normalizado associado ao maior autovalor; a e b = coeficientes canônicos; e E^{-1} , H e I = como definidos anteriormente.

Posteriormente, efetuou-se a normalização do autovetor pela solução do sistema linear, conforme a restrição:

$$\tilde{\ell}' \frac{E}{n_e} \tilde{\ell} = 1 \Rightarrow [a' \ b'] \frac{E}{n_e} \begin{bmatrix} a' \\ b' \end{bmatrix} = 1$$

em que, $\tilde{\ell}$ = autovetor normalizado associado ao maior autovalor; $\tilde{\ell}'$ = transposta do autovetor normalizado; E = matriz das somas de quadrados e de produtos residuais; n_e = número de graus de liberdade do resíduo; a' e b' = coeficientes canônicos.

Em seguida, procedeu-se o cálculo da função discriminante linear de Fisher (FDLF) ou primeira variável canônica (VC₁), definida por:

$$Z = a'Y + b'WX$$

em que, Z = função discriminante linear de Fisher ou primeira variável canônica; Y = transformação animal (GDC); WX = consumo de ração (CRE); a' e b' como definidos anteriormente. Os valores dessa função foram denominados de índice nutricional multivariado bioeconômico – INMBE (Guidoni, 1994).

A análise econômica foi efetuada com base nas seguintes variáveis: valores de produção por cabeça no período (VPP), por arroba (VPA) e por dia (VPD); custos de alimentação por cabeça no período (CAP), por arroba (CAA) e por dia (CAD); saldos de alimentação por cabeça no período (SAP), por arroba (SAA) e por dia (SAD); ponto de nivelamento (PN); custo de nivelamento da dieta (CND) e relação benefício:custo (RBC).

A função receita foi definida por:

$$VPP_{ijk} = PV_{ij} \times y_{ijk}$$

$$\forall i=1, \dots, GG; \quad \forall j=1, \dots, PA \quad \text{e} \quad \forall k=1, \dots, r_i \text{ (repetições)}$$

em que, VPP_{ijk} = valor de produção por cabeça no período (R\$/cabeça) da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; PV_{ij} e y_{ijk} como

definidos anteriormente. Os valores de produção também foram expressos por arroba (VPA, R\$/@) e por dia (VPD, R\$/dia).

A função despesa foi definida por:

$$CAP_{ijk} = PR_{ij} \times x_{ijk}$$

$$\forall i=1, \dots, GG; \quad \forall j=1, \dots, PA \quad e \quad \forall k=1, \dots, r_i \text{ (repetições)}$$

em que, CAP_{ijk} = custo de alimentação por cabeça no período (R\$/cabeça) da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; PR_{ij} e x_{ijk} como definidos anteriormente. Os custos de alimentação também foram expressos por arroba (CAA, R\$/@) e por dia (CAD, R\$/dia).

A função margem bruta foi definida pela combinação linear de variáveis aleatórias admitidas como normais, conforme a seguir:

$$SAP_{ijk} = (PV)_{ij} \times y_{ijk} - (PR)_{ij} \times x_{ijk}$$

$$\forall i=1, \dots, GG; \quad \forall j=1, \dots, PA \quad e \quad \forall k=1, \dots, r_i \text{ (repetições)}$$

em que, SAP_{ijk} = saldo de alimentação por cabeça no período (R\$/cabeça) da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate, expressando os valores observados de renda bruta na parcela ‘ijk’ inerente ao componente de produção “alimentação”; PV_{ij} , PR_{ij} , y_{ijk} e x_{ijk} como definidos anteriormente. Os saldos de alimentação também foram expressos por arroba (SAA, R\$/@) e por dia (SAD, R\$/dia).

A análise do ponto de equilíbrio foi definida por:

$$PN_{ijk} = \frac{CAD_{ijk}}{PV_{ij}}$$

$$\forall i=1, \dots, GG; \quad \forall j=1, \dots, PA \quad e \quad \forall k=1, \dots, r_i \text{ (repetições)}$$

em que, PN_{ijk} = ponto de nivelamento (kg de carcaça/dia) da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; CAD_{ijk} e PV_{ij} como definidos anteriormente.

$$CND_{ijk} = \frac{\left(\frac{VPD_{ijk}}{x_{ijk}} \right) \times 1000}{PV_{ij} \times 15}$$

$$\forall i=1, \dots, GG; \quad \forall j=1, \dots, PA \quad e \quad \forall k=1, \dots, r_i \text{ (repetições)}$$

em que, CND_{ijk} = custo de nivelamento da dieta (@/t de MS) da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; VPD_{ijk} , x_{ijk} e PV_{ij} como definidos anteriormente.

A rentabilidade foi definida por:

$$RBC_{ijk} = \frac{SAA_{ijk}}{CAA_{ijk}}$$

$$\forall i=1, \dots, GG; \quad \forall j=1, \dots, PA \quad e \quad \forall k=1, \dots, r_i \text{ (repetições)}$$

em que, RBC_{ijk} = relação benefício:custo (R\$) da k -ésima repetição, no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; SAA_{ijk} e CAA_{ijk} como definidos anteriormente.

Os dados foram sujeitos a investigação de *outliers* através do resíduo estudentizado, testados quanto à normalidade do erro pelo teste de Shapiro-Wilk e quanto à homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância univariada pelo procedimento de modelos lineares gerais (PROC GLM – *General Linear Models Procedures*), suas médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos ordinários (LSMEANS – *Least Squares Means*) e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Além disso, foi efetuada análise de correlação de Pearson e de Spearman entre as variáveis estudadas.

As variáveis CA, RCP, CAA e SAA não apresentaram distribuição normal, por isso foram analisadas pelo método dos Modelos Lineares Generalizados (MLG), utilizando o procedimento GENMOD do SAS[®]. Devido à ocorrência de heterocedasticidade para a variável CAP, analisou-se a mesma por meio dos quadrados mínimos ponderados (WLS – *Weighted Least Squares*), onde cada observação foi ponderada pela recíproca da variância do tratamento a qual ela pertencia (Hoffmann, 2006), sendo o melhor estimador linear imparcial (BLUE – *Best Linear Unbiased Estimator*).

A análise de sensibilidade da função margem bruta (SAA) e rentabilidade (RBC) foi realizada por meio de oscilações na relação de troca da dieta em equivalentes arrobas de boi (RT, @ de boi/t MS da dieta), ou seja, englobando variações nos preços de venda do quilograma de carne de boi e nos preços de compra dos ingredientes da dieta, mantendo-se as demais condições constantes (*ceteris paribus*).

Após a análise de sensibilidade, realizou-se análise de regressão do SAA e da RBC em função da variação na relação de troca (RT), para cada tratamento, segundo os modelos estatísticos:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = variável dependente saldo de alimentação por arroba (SAA) da k -ésima repetição, sob o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; β_0 = intercepto ou constante de regressão, representando o VPA quando $RT = 0$; β_1 = coeficiente de regressão ou coeficiente angular da reta, expressando a taxa de redução do SAA com o aumento da RT; X_{ij} = variável independente relação de troca (RT) no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; ε_{ijk} = erro experimental da observação ijk ,

pressuposto $\varepsilon_{ijk} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$. Os parâmetros do modelo considerado foram estimados pelo procedimento REG do SAS[®].

$$Y_{ijk} = \theta_1 e^{\theta_2 X_{ij}} + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = variável dependente relação benefício:custo (RBC) da k -ésima repetição, sob o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; θ_1 = constante, representando o valor da RBC quando RT = 0; e = exponencial; θ_2 = taxa de redução da RBC com o aumento da RT; X_{ij} = variável independente relação de troca (RT) no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; ε_{ijk} = erro experimental associado a cada observação, pressuposto $\varepsilon_{ijk} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$. Os parâmetros do modelo considerado foram estimados pelo algoritmo de Gauss-Newton modificado inserido no procedimento NLIN do SAS[®]. Em ambos os modelos de regressão linear e não-linear, o coeficiente de determinação (r^2) foi expresso em relação à fonte tratamentos (regressão + falta de ajuste).

No caso do modelo linear (SAA), aplicou-se o teste F com a finalidade de verificar a igualdade dos parâmetros e a identidade dos modelos de regressão linear ajustados para grupo genético, peso de abate e combinação de ambos, conforme Regazzi (1999). As hipóteses testadas foram as seguintes:

$H_0^{(1)} : \beta_{01} = \dots = \beta_{0H}$, isto é, as “H” equações têm uma constante de regressão comum;

$H_0^{(2)} : \beta_{11} = \dots = \beta_{1H}$, isto é, as “H” equações têm coeficientes de regressão iguais;

$H_0^{(3)} : \beta_{\sim 1} = \dots = \beta_{\sim H}$, isto é, as “H” equações são idênticas, em que $\beta_{\sim h} = \begin{bmatrix} \beta_{0h} \\ \beta_{1h} \end{bmatrix}$.

Assim, para testar as hipóteses utilizou-se a estatística F, dada por:

$$F_{calc} (H_0) = \frac{[SQRes(W) - SQRes(\Omega)] / [t(H-1)]}{SQRes(\Omega) / (N - Hp)} \underset{sob H_0}{\sim} F_{tab} [\alpha; t(H-1); N - Hp]$$

em que, $SQRes(\Omega)$ = soma de quadrados residual do modelo completo; $SQRes(W)$ = soma de quadrados residual do modelo reduzido (sob restrição); N = número total de observações; H = número de equações a serem testadas; p = número total de parâmetros do modelo; t = número de parâmetros a serem testados em cada equação.

Aplicou-se também o teste da razão de verossimilhança com o propósito de verificar a igualdade de parâmetros e a identidade dos modelos de regressão não-linear (RBC) ajustados para grupo genético, peso de abate e combinação de ambos, conforme Regazzi & Silva (2004). As hipóteses testadas foram as seguintes:

$H_0^{(1)} : \theta_{11} = \dots = \theta_{1H}$, isto é, as “H” equações têm uma constante comum;

$H_0^{(2)} : \theta_{21} = \dots = \theta_{2H}$, isto é, as “H” equações têm taxas de decréscimo iguais;

$H_0^{(3)} : \theta_{\sim 1} = \dots = \theta_{\sim H}$, isto é, as “H” equações são idênticas, em que $\theta_{\sim h} = \begin{bmatrix} \theta_{1h} \\ \theta_{2h} \end{bmatrix}$.

Assim, para testar as hipóteses utilizou-se o teste da razão de verossimilhança com aproximação pela estatística F, dada por:

$$F_{calc} (H_0) = \frac{(S_p - S_f) / v_e}{S_f / v_f} \underset{sob H_0}{\sim} F_{tab} (\alpha; v_e; v_f)$$

em que, S_f = soma de quadrados residuais do modelo completo; S_p = soma de quadrados residuais do modelo reduzido (sob restrição); v_f = número de graus de liberdade do resíduo do modelo completo; v_e = número de graus de liberdade do resíduo do modelo reduzido menos o número de graus de liberdade do resíduo do modelo completo.

As análises estatísticas foram realizadas no programa *Statistical Analysis System - SAS*[®] (SAS, 2002).

Resultados e Discussão

Os resultados referentes ao desempenho dos animais em confinamento encontram-se sumarizados na Tabela 2. O peso vivo inicial (PVI) não exerceu influência sobre os tratamentos ($P>0,05$), pois os animais pertenciam ao mesmo grupo de contemporâneos e eram homogêneos. O peso vivo final (PVF) não diferiu ($P>0,05$) entre os grupos genéticos, mas sim ($P<0,05$) entre os pesos de abate, os quais foram previamente estipulados. Evidentemente, o período de alimentação em confinamento (PC) não foi pré-estabelecido, mas consequência dos pesos de abate preliminarmente determinados.

O rendimento de carcaça (RC) diferiu significativamente entre os grupos genéticos e pesos de abate (Tabela 2). Os animais F1 Blonde apresentaram maior ($P<0,05$) RC que os F1 Red Angus, provavelmente, devido ao maior ímpeto de crescimento das raças européias continentais (grande porte) em relação às raças européias britânicas (pequeno porte). Do mesmo modo, os animais abatidos com 560 kg apresentaram maior ($P<0,05$) RC que os abatidos com 520 ou 480 kg. Uma possível explicação para o melhor RC nos animais mais pesados pode ser atribuída ao grau de acabamento mais adiantado, com maior deposição de gordura subcutânea e de marmoreio na carcaça, além de menor proporção relativa das partes não integrantes da carcaça, principalmente, couro, cabeça e patas (Galvão et al., 1991).

Dados da literatura reportam variações no RC entre animais de diferentes grupos genéticos (Perotto et al., 1999; Vaz & Restle, 2001; Menezes et al., 2005a). Parte destas variações é real e se corrobora. Contudo, às vezes, os efeitos de grupo genético, peso de abate e demais fatores que afetam o RC podem estar confundidos, pois, quando animais de grupos genéticos que diferem quanto ao tamanho à maturidade são abatidos em peso

Tabela 2. Peso vivo inicial (PVI) e final (PVF), período de alimentação em confinamento (PC), rendimento de carcaça (RC), ganho total (GTC) e diário (GDC) de carcaça, e relação ganho de carcaça:ganho de peso (RCP) de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) *versus* Nelore (N) abatidos com três pesos

Peso de Abate (PA)	Grupo Genético (GG)				Média	Valor-P ¹		
	½ RA	½ N	½ BA	½ N		GG	PA	GGxPA
PVI, kg						0,7191	0,9486	0,8541
480	453,3		442,8		448,1			
520	444,5		446,0		445,3			
560	445,2		444,2		444,7			
Média	447,7		444,3			CV ² = 6,2	EPM ³ = 4,3	
PVF, kg						0,6133	0,0001	0,9920
480	483,8		478,7		481,3 ^c			
520	521,7		516,3		519,0 ^b			
560	559,7		556,8		558,2 ^a			
Média	521,7		517,3			CV ² = 5,0	EPM ³ = 6,7	
PC, dias ⁵						-	-	-
480	21		21		21			
520	50		50		50			
560	78		78		78			
Média	50		50			CV ² = -	EPM ³ = -	
RC, %						0,0425	0,0002	0,1458
480	52,1		54,0		53,0 ^b			
520	53,0		54,9		53,9 ^b			
560	56,2		55,9		56,1 ^a			
Média	53,8 ^B		54,9 ^A			CV ² = 2,8	EPM ³ = 0,3	
GTC, kg						0,0809	0,0001	0,2875
480	22,2		36,8		29,5 ^c			
520	54,3		60,1		57,2 ^b			
560	92,0		91,8		91,9 ^a			
Média	56,2		62,9			CV ² = 18,1	EPM ³ = 4,7	
GDC, kg/dia						0,0009	0,0002	0,0076
480	1,244 ^{Ba}		1,910 ^{Aa}		1,577			
520	1,087 ^{Aa}		1,202 ^{Ab}		1,144			
560	1,179 ^{Aa}		1,246 ^{Ab}		1,213			
Média	1,170		1,452			CV ² = 16,5	EPM ³ = 0,06	
RCP ⁴						0,2372	0,0532	0,2588
480	0,92		0,99		0,95			
520	0,70		0,88		0,79			
560	0,81		0,77		0,79			
Média	0,81		0,88			CV ² = 21,7	EPM ³ = 0,03	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ Pr > F = valor probabilístico; ² CV (%) = Coeficiente de variação; ³ EPM = Erro padrão da média; ⁴ Pr > χ^2 = valor probabilístico por meio do teste da razão de verossimilhança com aproximação pela estatística qui-quadrado; ⁵ Não analisado estatisticamente.

semelhante, os animais de menor tamanho à maturidade estarão com maior grau de acabamento, o qual também afeta o RC, prejudicando a comparação entre os grupos genéticos. Por outro lado, quando os animais são abatidos em pesos diferentes, o efeito de grupo genético confunde-se com o efeito do peso corporal sobre o rendimento de carcaça (Galvão et al., 1991). Assim, deve-se ter cautela na interpretação do rendimento de carcaça.

Houve diferença ($P < 0,05$) do ganho total de carcaça (GTC) entre os diferentes pesos de abate e tendência ($P < 0,09$) a maior GTC para os animais F1 Blonde em relação aos F1 Red Angus (Tabela 2). Indubitavelmente, maior será o ganho total de carcaça à medida que se eleva o peso de abate, como consequência do maior tempo de alimentação em confinamento e do aumento no rendimento de carcaça. A tendência de maior GTC para os F1 Blonde pode ser atribuída ao maior ímpeto de crescimento dos grupos genéticos de maturação tardia (raças continentais), confirmado pelo maior ($P < 0,05$) ganho diário de carcaça (GDC) dos F1 Blonde em relação aos F1 Red Angus.

Observou-se efeito da interação grupo genético x peso de abate ($P < 0,05$) sobre o GDC, que oscilou entre 1,087 e 1,910 kg/dia (Tabela 2). Os animais F1 Blonde abatidos com 480 kg apresentaram maior GDC que os demais, provavelmente em razão das raças continentais terem maior taxa de crescimento muscular e atingirem a maturidade fisiológica em pesos mais elevados que as raças britânicas. O alto GDC observado nesses animais pode ser justificado pela elevada relação ganho de carcaça:ganho de peso (RCP).

Os dados sobre a eficiência bioeconômica dos animais terminados em confinamento são apresentados na Tabela 3. Houve efeito ($P < 0,05$) do peso de abate e tendência ($P < 0,12$) do grupo genético sobre a conversão alimentar (CA), a qual variou de 6,3 a 10 kg de MS/kg de ganho de carcaça.

Tabela 3. Conversão alimentar (CA, MS consumida/ganho de carcaça), eficiência alimentar (EA, ganho de carcaça/MS consumida), índice bioeconômico (IBE = $GDC - 0,0572 \times CMS$) e índice nutricional multivariado bioeconômico (INMBE = $2,3303 \times GDC - 5,2859 \times CRE$) de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) abatidos com três pesos

Peso de Abate (PA)	Grupo Genético (GG)		Média	Valor-P ¹		
	½ RA ½ N	½ BA ½ N		GG	PA	GGxPA
	CA ⁴					
480	7,6	6,3	6,9 ^a	0,1199	0,0082	0,8537
520	10,0	8,6	9,3 ^b			
560	9,6	9,0	9,3 ^b			
Média	9,1	7,9		CV ² = 23,7	EPM ³ = 0,4	
	EA					
480	0,122 ^{Ba}	0,196 ^{Aa}	0,159	0,0001	0,0001	0,0009
520	0,101 ^{Aa}	0,120 ^{Ab}	0,111			
560	0,107 ^{Aa}	0,112 ^{Ab}	0,110			
Média	0,110	0,143		CV ² = 15,2	EPM ³ = 0,01	
	IBE					
480	0,655 ^{Ba}	1,353 ^{Aa}	1,004	0,0001	0,0001	0,0029
520	0,473 ^{Aa}	0,628 ^{Ab}	0,550			
560	0,538 ^{Aa}	0,613 ^{Ab}	0,575			
Média	0,555	0,865		CV ² = 28,3	EPM ³ = 0,06	
	INMBE					
480	-0,214 ^{Ba}	1,509 ^{Aa}	0,648	0,0001	0,0001	0,0037
520	-0,714 ^{Aa}	-0,232 ^{Ab}	-0,473			
560	-0,642 ^{Aa}	-0,444 ^{Ab}	-0,543			
Média	-0,523	0,278		CV ² = -	EPM ³ = 0,15	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem ($P < 0,05$), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ $Pr > F$ = valor probabilístico;

² CV (%) = Coeficiente de variação;

³ EPM = Erro padrão da média;

⁴ $Pr > \chi^2$ = valor probabilístico por meio do teste da razão de verossimilhança com aproximação pela estatística qui-quadrado.

A CA foi melhor (menor valor) nos animais mais leves e tendeu a ser melhor nos F1 Blonde comparados aos F1 Red Angus. A tendência de melhor CA para os F1 Blonde pode ser resultado do alto potencial de crescimento muscular das raças de grande porte (continentais), reduzindo a quantidade de alimento requerida por kg de ganho, o que se comprovou pela sua maior ($P < 0,05$) eficiência alimentar (EA, Tabela 3), GDC e RC (Tabela 2). Como a conversão alimentar indica que todo o alimento consumido é usado para transformação, sendo as perdas para manutenção do animal

desconsideradas, a melhor CA dos animais abatidos mais leves pode ter sido em virtude da menor deposição de gordura e, conseqüentemente, exigências de energia para ganho de peso.

Verificou-se interação significativa para a eficiência alimentar (EA), índice bioeconômico (IBE) e índice nutricional multivariado bioeconômico (INMBE) (Tabela 3). Os animais F1 Blonde abatidos com 480 kg apresentaram maior EA, provavelmente, em função do menor consumo voluntário e alta taxa de ganho, verossímil ao fato de possuírem genes de raças européias continentais. Este grupo genético se caracteriza pelo elevado potencial de crescimento, menor deposição de gordura e menores exigências de energia para ganho. Considerando-se que o estimador pontual para CA é a média aritmética e para sua recíproca ($EA=1/CA$) é a média harmônica, bem como que a média aritmética é maior que a média harmônica; logo, ao se usar a CA a eficiência biológica é subestimada. Contudo, se for usada a EA, ela é superestimada. Além disso, os índices de quociente resultantes da combinação não linear entre transformação animal e consumo de ração, normalmente, não possuem distribuição normal de probabilidade (Guidoni, 1994). Dessa forma, não atendem aos pressupostos do modelo linear ordinário normal de Gauss-Markov (Graybill, 1976). Assim, convencionou-se utilizar o IBE e o INMBE.

O IBE representa a transformação líquida produzida pelo animal após descontar alimentação, expressa economicamente como uma parte da transformação, fornecida ao mesmo. Nesse desconto estão implicitamente embutidos os desperdícios, as perdas nas fezes, urina e gases; e a fração da dieta utilizada para a manutenção do organismo (Guidoni, 1994). Os F1 Blonde abatidos com 480 kg apresentaram maior IBE, justificado pelo maior GDC e EA desses animais e pelas menores exigências de manutenção e CA para os animais abatidos mais leves em relação aos mais pesados.

O INMBE tem caráter discriminatório dos tratamentos e possui como relevância o aproveitamento da informação conjunta entre as variáveis envolvidas. Portanto, quando elas são correlacionadas, o fato de não se rejeitar a hipótese de nulidade nas análises univariadas, não significa que deve ser aceita, pois na análise multivariada essa hipótese poderá ser rejeitada (Guidoni, 1994). Como os coeficientes canônicos (autovetores normalizados) admitem solução de sinal trocado, tanto o maior quanto o menor valor de INMBE podem ser benéficos e desejáveis. Se o coeficiente da variável transformação animal tiver sinal positivo e o da variável consumo tiver sinal negativo, quanto maior o valor de INMBE mais vantajoso será. Caso contrário, quanto maior o valor de INMBE menos vantajoso será. Nesse estudo, optou-se pela expressão da primeira forma. Os animais F1 Blonde abatidos com 480 kg apresentaram maior INMBE que os demais, fundamentados pelo maior IBE, comprovando sua superioridade e atestando-lhes melhor eficiência bioeconômica.

Os resultados das funções receita (VPP, VPA e VPD) e despesa (CAP, CAA e CAD) são descritos na Tabela 4. Os valores de VPP e CAP aumentaram ($P < 0,05$) com a elevação do peso de abate, obviamente em decorrência do maior período de permanência no confinamento. Nota-se que para elevar o peso de abate em 80 kg, ou seja, dos 480 aos 560 kg, houve um incremento de 211% no VPP ao passo que o CAP aumentou 316%. Por conseguinte, constata-se que à medida que se eleva o peso de abate os custos de alimentação aumentam em proporção maior que os valores de produção, aproximadamente numa relação de 1,5:1.

Na análise econômica foi considerado o preço fixo de R\$ 55,00 para venda da arroba de boi gordo (VPA), não representando a condição experimental. No entanto, flutuações sazonais no valor de comercialização da arroba ocorrem ao longo do ano.

Tabela 4. Valores de produção por cabeça no período (VPP), por arroba (VPA) e por dia (VPD), custos de alimentação por cabeça no período (CAP), por arroba (CAA) e por dia (CAD) de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) *versus* Nelore (N) abatidos com três pesos

Peso de Abate (PA)	Grupo Genético (GG)		Média	Valor-P ¹			
	½ RA	½ N		½ BA	½ N	GG	PA
VPP, R\$				0,0812	0,0001	0,2877	
480	81,40	135,06	108,23 ^c				
520	199,22	220,31	209,76 ^b				
560	337,33	336,60	336,97 ^a				
Média	205,98	230,65		CV ² = 18,1	EPM ³ = 17,3		
VPA, R\$/@ ⁵				-	-	-	
480	55,00	55,00	55,00				
520	55,00	55,00	55,00				
560	55,00	55,00	55,00				
Média	55,00	55,00		CV ² = -	EPM ³ = -		
VPD, R\$/dia				0,0009	0,0002	0,0077	
480	4,56 ^{Ba}	7,00 ^{Aa}	5,78				
520	3,98 ^{Aa}	4,40 ^{Ab}	4,19				
560	4,32 ^{Aa}	4,57 ^{Ab}	4,45				
Média	4,29	5,32		CV ² = 16,6	EPM ³ = 0,21		
CAP, R\$				0,1724	0,0001	0,5315	
480	44,56	43,58	44,07 ^a				
520	110,71	103,41	107,06 ^b				
560	188,78	178,09	183,43 ^c				
Média	114,68	108,36		CV ² = 1,8	EPM ³ = 9,88		
CAA, R\$/@ ⁴				0,1207	0,0082	0,8548	
480	23,39	19,44	21,41 ^a				
520	30,99	26,56	28,78 ^b				
560	29,79	27,81	28,80 ^b				
Média	28,05	24,60		CV ² = 23,7	EPM ³ = 1,19		
CAD, R\$/dia				0,1763	0,0334	0,8425	
480	2,12	2,07	2,10 ^a				
520	2,21	2,07	2,14 ^{ab}				
560	2,42	2,28	2,35 ^b				
Média	2,25	2,14		CV ² = 10,7	EPM ³ = 0,04		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ Pr > F = valor probabilístico;

² CV (%) = Coeficiente de variação;

³ EPM = Erro padrão da média;

⁴ Pr > χ^2 = valor probabilístico por meio do teste da razão de verossimilhança com aproximação pela estatística qui-quadrado;

⁵ Não analisado estatisticamente.

Nesse trabalho, os animais entraram no confinamento em agosto e foram abatidos em outubro (480 kg), novembro (520 kg) e dezembro (560 kg), justamente nos meses

em que se obtém, historicamente, as melhores cotações da arroba. Dessa forma, além do manejo eficiente, a gestão deve prever o momento ideal de saída dos animais do confinamento, almejando, dentre outros aspectos, comercializar os animais no período de melhor cotação. Adicionalmente, ressalta-se que a adequação as sazonalidades de cotação da *commodity* pode ser feita através de operações no mercado futuro (*hedge*) ou contratos de opção (compra e venda) na Bolsa de Valores.

Os animais F1 Blonde abatidos com 480 kg apresentaram maior ($P<0,05$) VPD (Tabela 4) e SAD (Tabela 5) que os demais, uma vez que tiveram maior GDC (Tabela 2) e EA (Tabela 3). O CAA e o CAD aumentaram ($P<0,05$) com a elevação do peso de abate, conjecturadamente pela alteração na composição do ganho, a qual foi evidenciada na CA (Tabela 3). Desse modo, salienta-se que a manutenção dos animais no confinamento em busca de receber diferencial de preço deve ser ponderada para garantir a renda e não ficar a mercê de oscilações do mercado, haja vista a redução na taxa de ganho e a elevação no custo de alimentação com o aumento no período de terminação, sob risco de causar prejuízos à atividade. Logo, deduz-se que períodos curtos de alimentação podem melhorar a rentabilidade do sistema de terminação em confinamento.

Os resultados da função margem bruta (SAP, SAA e SAD), do ponto de equilíbrio (PN, CND) e da rentabilidade (RBC) podem ser visualizados na Tabela 5. A margem bruta de alimentação ou saldo de alimentação no período (SAP) apresentou o mesmo comportamento elucidado previamente para o VPP e o CAP (Tabela 4), enquanto para o SAA foi contrário (Tabela 5). Todavia, as tendências observadas de maior ($P<0,09$) VPP e menor ($P<0,18$) CAP para os animais F1 Blonde se confirmaram através do maior ($P<0,05$) SAP nos mesmos, podendo ser atribuído às tendências de maior

($P < 0,09$) GTC (Tabela 2) e menor ($P < 0,12$) CA (Tabela 3) encontradas nesse grupo genético.

Tabela 5. Saldos de alimentação (valor de produção – custo de alimentação) por cabeça no período (SAP), por arroba (SAA) e por dia (SAD), ponto de nivelamento (PN), custo de nivelamento da dieta em base seca (CND) e relação benefício:custo (RBC) de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) abatidos com três pesos

Peso de Abate (PA)	Grupo Genético (GG)				Média	Valor-P ¹		
	½ RA	½ N	½ BA	½ N		GG	PA	GGxPA
SAP, R\$						0,0357	0,0001	0,8549
480	51,22		91,48		71,35 ^b			
520	88,51		116,90		102,70 ^b			
560	156,91		178,19		167,55 ^a			
Média	98,88 ^B		128,86 ^A			CV ² = 33,3	EPM ³ = 9,49	
SAA, R\$/@ ⁴						0,1143	0,0093	0,8793
480	31,61		35,56		33,59 ^a			
520	24,01		28,43		26,22 ^b			
560	25,21		27,19		26,20 ^b			
Média	26,94		30,40			CV ² = 21,9	EPM ³ = 1,19	
SAD, R\$/dia						0,0001	0,0001	0,0029
480	2,44 ^{Ba}		5,00 ^{Aa}		3,72			
520	1,77 ^{Aa}		2,34 ^{Ab}		2,05			
560	2,01 ^{Aa}		2,28 ^{Ab}		2,15			
Média	2,07		3,21			CV ² = 27,8	EPM ³ = 0,22	
PN, kg/dia						0,1737	0,0352	0,8512
480	0,579		0,566		0,572 ^a			
520	0,604		0,564		0,584 ^{ab}			
560	0,660		0,622		0,641 ^b			
Média	0,614		0,584			CV ² = 10,7	EPM ³ = 0,01	
CND, @/t						0,0001	0,0001	0,0009
480	8,2 ^{Ba}		13,1 ^{Aa}		10,6			
520	6,7 ^{Aa}		8,0 ^{Ab}		7,4			
560	7,2 ^{Aa}		7,4 ^{Ab}		7,3			
Média	7,4		9,5			CV ² = 15,1	EPM ³ = 0,4	
RBC						0,0001	0,0001	0,0009
480	1,17 ^{Ba}		2,48 ^{Aa}		1,83			
520	0,80 ^{Aa}		1,13 ^{Ab}		0,97			
560	0,91 ^{Aa}		0,99 ^{Ab}		0,95			
Média	0,96		1,54			CV ² = 27,6	EPM ³ = 0,11	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem ($P < 0,05$), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ Pr > F = valor probabilístico;

² CV (%) = Coeficiente de variação;

³ EPM = Erro padrão da média;

⁴ Pr > χ^2 = valor probabilístico por meio do teste da razão de verossimilhança com aproximação pela estatística qui-quadrado.

A amplitude observada para o saldo de alimentação por arroba (SAA) foi de R\$ 24,01 a R\$ 35,56 e, conforme mencionado preliminarmente, o SAA reduziu ($P < 0,05$) à proporção que se elevou o peso de abate, em virtude do aumento no CAA (Tabela 4). Tal constatação confirma a suposição feita anteriormente de que períodos curtos de alimentação melhoram a rentabilidade do sistema de terminação em confinamento.

O ponto de nivelamento (PN) representa a quantidade mínima que o animal deve produzir para igualar receita e custo, ou seja, significa o limite mínimo de produção para que não incorra em prejuízo, dando uma idéia de viabilidade econômica da atividade. Nota-se que o PN aumentou ($P < 0,05$) com a elevação do peso de abate, ou seja, os animais abatidos mais leves necessitam ganhar menos carcaça para cobrir os custos de alimentação, plausível às mudanças observadas no comportamento do CAD (Tabela 4).

De forma inversa ao PN, o custo de nivelamento da dieta (CND) expressa o custo máximo da dieta para igualar com o valor da produção, ou seja, custo da dieta em que o saldo é nulo (zero). Não obstante, a relação benefício:custo (RBC) traduz o retorno relativo ao capital investido. A interação grupo genético x peso de abate foi significativa para CND e RBC (Tabela 5). O sistema de terminação dos animais F1 Blonde abatidos com 480 kg apresentou maiores ($P < 0,05$) valores de CND e RBC, ou seja, para esse tipo de animal a dieta pode custar mais sem ocorrer prejuízo, pois obteve maior retorno sobre o gasto com alimentação. Tal fato pode ser explicado pelos mesmos terem sido mais eficientes nutricionalmente (Tabela 3) promovendo, conseqüentemente, maior margem bruta de alimentação (SAD, Tabela 5).

Os resultados encontrados nesse estudo têm implicação prática para o confinador, já que os maiores períodos de terminação dos animais resultam em inevitável mudança na eficiência nutricional (Tabela 3). Dessa forma, períodos curtos de alimentação são importante alternativa para redução dos custos de produção (Tabela 4), desde que os

animais assim produzidos apresentem carcaças que atendam às exigências mínimas preconizadas pelos frigoríficos. O excesso de deposição de gordura, além de representar maior gasto energético em relação ao tecido muscular, prejudica o rendimento de cortes na dessorça, resultando em menor rentabilidade por animal abatido (Tabela 5).

Visando identificar a(s) variável(is) de maior relação com a rentabilidade na terminação dos animais em confinamento, efetuou-se análise de correlação entre as variáveis estudadas (Tabela 6). Como a variável CA não obteve normalidade residual e o cálculo dos coeficientes de correlação de Pearson requer que os dados sejam normalmente distribuídos, pois na ocorrência de distribuições não-normais apontará resultados errôneos, convencionou-se realizar também a correlação de Spearman. A correlação de Spearman difere da correlação de Pearson, basicamente, pelas observações serem convertidas em *ranks* antes de se computar os coeficientes, além de nenhuma suposição ser necessária.

Os coeficientes de correlação (r) indicam o grau de associação e a direção do relacionamento entre duas variáveis aleatórias. Dentre os indicadores produtivos (PVF, PC, CMS, GMD, RC e GDC), observa-se que o GMD e RC não apresentaram correlação ($P > 0,05$) com a rentabilidade (RBC); ao passo que o PC e o CMS apresentaram baixa correlação negativa ($P < 0,05$), o PVF média correlação negativa ($P < 0,05$) e o GDC alta correlação positiva ($P < 0,05$) com a RBC. Embora o GDC seja função do GMD e do RC, verificou-se que, isoladamente, os mesmos não influenciaram a rentabilidade da atividade. Todavia, o GMD teve média correlação positiva ($P < 0,05$) com o GDC, enquanto a correlação de Pearson entre RC e GDC não foi significativa. Além disso, praticamente não se obteve correlação significativa do RC com as demais variáveis. Assim, constata-se que o RC não é um bom preditor da bioeconomicidade em

Tabela 6. Estimativa dos coeficientes de correlação produto-momento de Pearson (acima da diagonal) e por postos de Spearman (abaixo da diagonal) entre as variáveis avaliadas

Variáveis	Variáveis ¹															
	PVF	PC	CMS	GMD	RC	GDC	CA	EA	IBE	INMBE	VPD	CAD	SAD	PN	CND	RBC
PVF		0,80***	0,65***	0,05 ^{ns}	0,30 ^{ns}	-0,42*	0,62***	-0,64***	-0,54**	-0,65***	-0,42*	0,65***	-0,53**	0,65***	-0,64***	-0,64***
PC	0,81***		0,40*	-0,07 ^{ns}	0,58**	-0,45**	0,44**	-0,57**	-0,52**	-0,57**	-0,45**	0,40*	-0,52**	0,40*	-0,57**	-0,57**
CMS	0,65***	0,43**		0,38*	0,23 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,48**	-0,40*	-0,22 ^{ns}	-0,44*	-0,02 ^{ns}	0,99***	-0,22 ^{ns}	0,99***	-0,40*	-0,40*
GMD	-0,00 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,34 ^{ns}		-0,11 ^{ns}	0,51**	-0,20 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,41*	0,27 ^{ns}	0,51**	0,38*	0,41*	0,38*	0,29 ^{ns}	0,29 ^{ns}
RC	0,27 ^{ns}	0,58**	0,33 ^{ns}	-0,01 ^{ns}		0,27 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,17 ^{ns}
GDC	-0,39*	-0,34 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,60**	0,35*		-0,86***	0,91***	0,98***	0,90***	1,00***	-0,02 ^{ns}	0,98***	-0,02 ^{ns}	0,91***	0,91***
CA	0,63***	0,40*	0,44**	-0,29 ^{ns}	-0,35*	-0,85***		-0,96***	-0,93***	-0,96***	-0,86***	0,48**	-0,93***	0,48**	-0,96***	-0,96***
EA	-0,65***	-0,45**	-0,37*	0,30 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,85***	-1,00***		0,98***	0,99***	0,91***	-0,40*	0,97***	-0,40*	0,99***	0,99***
IBE	-0,55**	-0,40*	-0,17 ^{ns}	0,45**	0,36*	0,95***	-0,96***	0,96***		0,97***	0,98***	-0,22 ^{ns}	0,99***	-0,22 ^{ns}	0,98***	0,98***
INMBE	-0,67***	-0,47**	-0,43*	0,25 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,82***	-0,99***	0,99***	0,95***		0,90***	-0,44*	0,97***	-0,44*	0,99***	0,99***
VPD	-0,38*	-0,34 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,60**	0,35*	0,99***	-0,85***	0,85***	0,95***	0,81***		-0,02 ^{ns}	0,98***	-0,02 ^{ns}	0,91***	0,91***
CAD	0,66***	0,44**	0,99***	0,34 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,45**	-0,38*	-0,18 ^{ns}	-0,44*	0,07 ^{ns}		-0,22 ^{ns}	0,99***	-0,40*	-0,40*
SAD	-0,54**	-0,40*	-0,15 ^{ns}	0,47**	0,35*	0,96***	-0,95***	0,95***	0,99***	0,94***	0,95***	-0,15 ^{ns}		-0,22 ^{ns}	0,97***	0,98***
PN	0,65***	0,43*	0,99***	0,34 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,44**	-0,37*	-0,17 ^{ns}	-0,43*	0,08 ^{ns}	0,99***	-0,14 ^{ns}		-0,40*	-0,40*
CND	-0,65***	-0,46**	-0,37*	0,30 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,85***	-0,99***	0,99***	0,97***	0,99***	0,85***	-0,38*	0,96***	-0,37*		0,99***
RBC	-0,64***	-0,44**	-0,37*	0,30 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,85***	-0,99***	0,99***	0,96***	0,99***	0,85***	-0,38*	0,95***	-0,37*	0,99***	

¹ PVF (kg) = peso vivo final; PC (dias) = período de alimentação em confinamento; CMS (kg/dia) = consumo diário de matéria seca; GMD (kg/dia) = ganho médio diário de peso; RC (%) = rendimento de carcaça; GDC (kg/dia) = ganho diário de carcaça; CA = conversão alimentar; EA = eficiência alimentar; IBE = índice bioeconômico; INMBE = índice nutricional multivariado bioeconômico; VPD (R\$/dia) = valor de produção diário; CAD (R\$/dia) = custo de alimentação diário; SAD (R\$/dia) = saldo de alimentação diário; PN (kgGDC/dia) = ponto de nivelamento; CND (@/tMS) = custo de nivelamento da dieta; RBC = relação benefício:custo.

^{ns}Não-Significativo (P>0,05); *Significativo (P<0,05); **Significativo (P<0,01); ***Significativo (P<0,0001).

confinamento. Nesse sentido, estratégias de manejo que priorizam o RC em detrimento do GMD podem não estar contribuindo para o aumento da rentabilidade na terminação de bovinos em confinamento.

As correlações produto-momento ou por postos entre PVF e PC sugerem que a duração da fase de terminação em confinamento é diretamente relacionada aos pesos de carcaça. As correlações do CMS com o GMD ou com o GDC foram de baixa magnitude ou não significativas, demonstrando que os animais, provavelmente, não conseguiram expressar todo o potencial genético de ganho. Talvez, algum nutriente da dieta possa ter limitado o ganho, acreditando-se ter sido a proteína, pois conforme se visualiza na Figura 1, a energia consumida foi, em média, 1,08 vezes a energia exigida, enquanto a proteína consumida foi, em média, 0,90 vezes a proteína exigida.

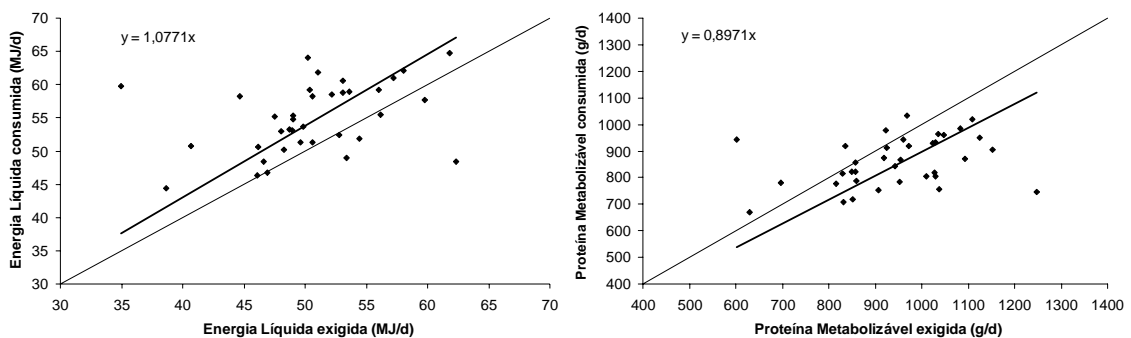


Figura 1. Balanço energético e protéico da dieta de bovinos inteiros mestiços F1 (*Bos taurus* x *Bos indicus*) terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos

Nota-se que os indicadores de eficiência nutricional (CA, EA, IBE e INMBE) apresentaram alta correlação ($P < 0,05$) com o RBC. Mesmo que todos os indicadores nutricionais tenham forte ligação com a rentabilidade, a CA e a EA sugerem que todo alimento seja usado para transformação animal, o que não é verdadeiro. De acordo com Guidoni (1994), apesar da contradição entre CA e EA, na forma como ambas vêm sendo usadas, postula-se em suas interpretações que o aspecto econômico da

alimentação esteja implicitamente envolvido, o que também não é verdadeiro, a não ser que todas as dietas ou tratamentos experimentais tenham o mesmo custo. O autor mencionou ainda que as mesmas não se constituem em indicadores nutricionais adequados. Dessa forma e pelos atributos do INMBE, recomenda-se que seja a variável mais empregada na estimativa da rentabilidade de animais em confinamento. No entanto, salienta-se que os coeficientes canônicos podem assumir solução com sinal contrário na obtenção do INMBE, conforme explicado anteriormente. Logo, deve-se ter cautela na interpretação dos coeficientes de correlação da variável INMBE, pois, embora o grau de associação seja o mesmo; a direção pode ser oposta (positiva/negativa).

Os coeficientes de Pearson e de Spearman foram levemente diferentes, mas essas diferenças podem ser consideradas irrisórias e sem significado prático. Assim, infere-se que a correlação de Spearman fornece tanta informação quanto à correlação de Pearson, além de ter validade mais ampla, pois, ao contrário da correlação de Pearson, não requer nenhuma suposição sobre a distribuição de frequência das variáveis. Por isso, ela não deve ser preterida.

A análise de sensibilidade da margem bruta de alimentação (SAA) e da rentabilidade (RBC) para cinco cenários dos preços da dieta, expressos em equivalentes arrobas de boi gordo (relação de troca), pode ser visualizada na Tabela 7. O peso de abate diferiu ($P < 0,05$) para SAA e a interação foi significativa para RBC dentro de cada relação de troca. Aparentemente, os termos de troca da dieta não interferiram nas comparações entre os tratamentos, pois se verifica que os animais abatidos com 480 kg (SAA) e os mestiços F1 Blonde abatidos com 480 kg (RBC) foram superiores economicamente dentro de cada relação de troca, ou seja, independente do termo de troca esses animais foram, verossimilmente, mais rentáveis que os demais.

Tabela 7. Análise de sensibilidade do saldo de alimentação por arroba (SAA) e da relação benefício:custo (RBC) oscilando a relação de troca da dieta em equivalente arroba de boi (RT, @/t MS da dieta) para tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) *versus* Nelore (N) abatidos com três pesos

RT	Modelos											Média geral	CV ¹	EPM ²		
	Grupo Genético		Peso de Abate			Interação										
	½ RA	½ N	½ BA	½ N	480	520	560	½ RA ½ N			½ BA ½ N					
								480	520	560	480				520	560
SAA, R\$																
2	40,04	41,88	43,58 ^a	39,66 ^b	39,64 ^b	42,53	38,48	39,11	44,64	40,84	40,17	40,92	8,2	0,63		
3	32,56	35,32	37,87 ^a	31,99 ^b	31,97 ^b	36,30	30,22	31,17	39,45	33,75	32,76	33,87	14,8	0,95		
4	25,08	28,76	32,17 ^a	24,32 ^b	24,29 ^b	30,06	21,96	23,23	34,27	26,67	25,35	26,83	24,9	1,27		
5	17,60	22,21	26,46 ^a	16,64 ^b	16,61 ^b	23,83	13,70	15,29	29,09	19,59	17,93	19,79	42,2	1,58		
6	10,13	15,65	20,75 ^a	8,97 ^b	8,93 ^b	17,59	5,44	7,35	23,91	12,51	10,52	12,75	78,6	1,90		
RBC																
2	2,68	3,76	4,31	2,69	2,66	3,08 ^{Ba}	2,37 ^{Aa}	2,58 ^{Aa}	5,53 ^{Aa}	3,01 ^{Ab}	2,73 ^{Ab}	3,16	20,0	0,21		
3	1,45	2,17	2,54	1,46	1,44	1,72 ^{Ba}	1,25 ^{Aa}	1,39 ^{Aa}	3,36 ^{Aa}	1,67 ^{Ab}	1,49 ^{Ab}	1,77	23,7	0,14		
4	0,84	1,38	1,65	0,85	0,83	1,04 ^{Ba}	0,69 ^{Aa}	0,79 ^{Aa}	2,27 ^{Aa}	1,00 ^{Ab}	0,86 ^{Ab}	1,08	29,2	0,10		
5	0,47	0,90	1,12	0,48	0,46	0,63 ^{Ba}	0,35 ^{Aa}	0,43 ^{Aa}	1,62 ^{Aa}	0,60 ^{Ab}	0,49 ^{Ab}	0,66	38,1	0,08		
6	0,23	0,59	0,77	0,23	0,22	0,36 ^{Ba}	0,12 ^{Aa}	0,20 ^{Aa}	1,18 ^{Aa}	0,34 ^{Ab}	0,24 ^{Ab}	0,39	54,3	0,07		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ($P < 0,05$), respectivamente, entre grupos genéticos dentro do peso de abate e pesos de abate dentro do grupo genético pelo teste de Tukey.

¹ CV (%) = Coeficiente de variação.

² EPM = Erro padrão da média.

Adicionalmente, constata-se que o SAA e a RBC reduziram com a elevação da relação de troca da dieta (RT, @ de boi gordo/tonelada de MS da dieta), e que a partir da RT = 4, em geral, o benefício foi menor que o custo (RBC < 1,0).

As equações de regressão da análise de sensibilidade do SAA e da RBC em função da RT são apresentadas na Tabela 8. Analisando as equações para o SAA e a RBC observa-se que, numericamente, entre os grupos genéticos, os tourinhos F1 Blonde foram mais rentáveis e lucrativos que os F1 Red Angus; e, entre os pesos de abate, os animais abatidos com 480 kg foram mais rentáveis e lucrativos que os abatidos com 520 ou 560 kg. Na combinação dos fatores, desconsiderando-se o arranjo fatorial, os mestiços F1 Blonde abatidos com 480 kg foram mais rentáveis e lucrativos que os demais. Todavia, aplicou-se o teste para verificar, sob o ponto de vista estatístico e probabilístico, a igualdade das estimativas dos parâmetros e a identidade dos modelos de regressão (Tabela 9), com o intuito de investigar se o retorno e a rentabilidade pudessem ser representados por um único perfil ou de identificar os tratamentos com maior retorno e rentabilidade na origem (RT = 0) e com menor taxa de redução nos mesmos à medida que se aumenta a RT, ou seja, os animais mais eficientes economicamente independente de oscilações no mercado.

Houve diferença (P<0,05) entre grupo genético, peso de abate e combinação de ambos para o SAA e a RBC (Tabela 9). Desse modo, havendo diferença na combinação dos fatores, deve-se desconsiderar a análise dos fatores isoladamente e partir para a comparação em conjunto. Os parâmetros β_0 foram semelhantes entre si (P>0,05), os parâmetros β_1 (taxa de descréscimo) foram desiguais entre si (P<0,05) e a identidade dos modelos diferiu (P<0,05) na combinação de grupo genético e peso de abate para o SAA. Nesse caso, o SAA deve ser representado por curvas diferentes com intercepto comum e taxa variável, conforme a equação $\hat{y}_i = 55,00 - \beta_1 \times RT_i$.

Tabela 8. Equações de regressão ajustadas na análise de sensibilidade do saldo de alimentação por arroba (SAA) e da relação benefício:custo (RBC) em função da relação de troca da dieta (RT) para tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) abatidos com três pesos

Modelos	Equações de regressão ajustadas	r ²⁽¹⁾
SAA		
Grupo Genético		
½ RA ½ N	$\hat{y}_i = 54,9996 - 7,5520 \times RT_i$	0,99
½ BA ½ N	$\hat{y}_i = 54,9999 - 6,5589 \times RT_i$	0,99
Peso de Abate		
480	$\hat{y}_i = 55,0007 - 5,6604 \times RT_i$	0,99
520	$\hat{y}_i = 55,0000 - 7,6710 \times RT_i$	0,99
560	$\hat{y}_i = 54,9987 - 7,6774 \times RT_i$	0,99
Combinação de ambos		
480	$\hat{y}_i = 55,0004 - 6,2344 \times RT_i$	0,99
½ RA ½ N 520	$\hat{y}_i = 55,0003 - 8,2605 \times RT_i$	0,99
560	$\hat{y}_i = 54,9983 - 7,9415 \times RT_i$	0,99
480	$\hat{y}_i = 55,0010 - 5,1820 \times RT_i$	0,99
½ BA ½ N 520	$\hat{y}_i = 54,9997 - 7,0815 \times RT_i$	0,99
560	$\hat{y}_i = 54,9990 - 7,4133 \times RT_i$	0,99
Comum	$\hat{y}_i = 54,9998 - 7,0413 \times RT_i$	0,99
RBC		
Grupo Genético		
½ RA ½ N	$\hat{y}_i = 8,6983 \times e^{-0,5994 \times RT_i}$	0,99
½ BA ½ N	$\hat{y}_i = 9,7553 \times e^{-0,4969 \times RT_i}$	0,99
Peso de Abate		
480	$\hat{y}_i = 10,8748 \times e^{-0,4557 \times RT_i}$	0,99
520	$\hat{y}_i = 8,7355 \times e^{-0,5901 \times RT_i}$	0,99
560	$\hat{y}_i = 8,7151 \times e^{-0,5951 \times RT_i}$	0,99
Combinação de ambos		
480	$\hat{y}_i = 9,0822 \times e^{-0,5444 \times RT_i}$	0,99
½ RA ½ N 520	$\hat{y}_i = 8,5903 \times e^{-0,6426 \times RT_i}$	0,99
560	$\hat{y}_i = 8,6710 \times e^{-0,6061 \times RT_i}$	0,99
480	$\hat{y}_i = 12,5777 \times e^{-0,4206 \times RT_i}$	0,99
½ BA ½ N 520	$\hat{y}_i = 9,0037 \times e^{-0,5511 \times RT_i}$	0,99
560	$\hat{y}_i = 8,7661 \times e^{-0,5848 \times RT_i}$	0,99
Comum	$\hat{y}_i = 9,1563 \times e^{-0,5364 \times RT_i}$	0,99

¹ r² = coeficiente de determinação; ² RT = 2 a 6 @/t MS da dieta.

Tabela 9. Teste para verificar a igualdade dos parâmetros e a identidade dos modelos de regressão ajustados na análise de sensibilidade do saldo de alimentação por arroba (SAA) e da relação benefício:custo (RBC) aplicado a grupo genético, peso de abate e combinação de ambos

Hipóteses (H_0):	Grupo Genético				Peso de Abate				Combinação de ambos			
	GL_n ¹	GL_d ²	$F_{calc.}$ ³	Val-P ⁴	GL_n ¹	GL_d ²	$F_{calc.}$ ³	Val-P ⁴	GL_n ¹	GL_d ²	$F_{calc.}$ ³	Val-P ⁴
SAA												
$H_0^{(1)} : \beta_{01} = \dots = \beta_{0H}$	1	171	0,00	0,9999	2	169	0,00	1,0000	05	163	0,00	1,0000
$H_0^{(2)} : \beta_{11} = \dots = \beta_{1H}$	1	171	1,48	0,2259	2	169	3,23	0,0420	05	163	1,73	0,1308
$H_0^{(3)} : \beta_{\sim 1} = \dots = \beta_{\sim H}$	2	171	6,65	0,0017	4	169	14,54	0,0001	10	163	7,78	0,0001
RBC												
$H_0^{(1)} : \theta_{11} = \dots = \theta_{1H}$	1	161	0,28	0,5983	2	159	0,94	0,3910	05	153	2,38	0,0410
$H_0^{(2)} : \theta_{21} = \dots = \theta_{2H}$	1	161	1,60	0,2076	2	159	2,66	0,0731	05	153	3,95	0,0021
$H_0^{(3)} : \theta_{\sim 1} = \dots = \theta_{\sim H}$	2	161	18,54	0,0000	4	159	31,59	0,0000	10	153	48,67	0,0000

¹ GL_n = número de graus de liberdade do numerador.

² GL_d = número de graus de liberdade do denominador.

³ F calculado.

⁴ Valor probabilístico ($Pr > F$).

Os parâmetros θ_1 diferiram entre si ($P < 0,05$), os parâmetros θ_2 (taxa de decréscimo) foram distintos entre si ($P < 0,05$) e a identidade dos modelos foi significativa na combinação de grupo genético e peso de abate para a RBC (Tabela 9). Portanto, a RBC deve ser representada por curvas individuais, consoante as equações demonstradas na Tabela 8. Assim, pode-se inferir que os animais mestiços F1 Blonde abatidos com 480 kg, realmente, foram mais rentáveis e lucrativos que os demais; independente das oscilações na relação de troca da dieta.

Conclusões

O uso de animais oriundos do cruzamento entre raças continental e zebuína na fase de terminação em confinamento proporciona maior rentabilidade em comparação ao uso de animais oriundos do cruzamento entre raças britânica e zebuína, independente dos termos de troca da dieta em equivalente carcaça.

A diminuição do peso de abate reduz o valor total de produção por animal, mas proporciona aumento na rentabilidade da dieta. Desta forma, constitui em importante estratégia para aumento da eficiência bioeconômica na fase de terminação de bovinos em confinamento, independente dos termos de troca da dieta em equivalente carcaça.

A viabilidade da terminação de bovinos de corte em confinamento, independente do grupo genético e do peso de abate, depende dos termos de troca da dieta em equivalente carcaça favoráveis.

Literatura Citada

- AMER, P.R.; EMMANS, G.C.; SIMM, G. Economic values for carcass traits in UK commercial beef cattle. **Livestock Production Science**, v.51, p.267-281, 1997.
- AMER, P.R.; KEMP, R.A.; BUCHANAN-SMITH, J.G. et al. A bioeconomic model for comparing beef cattle genotypes at their optimal economic slaughter end point. **Journal Animal Science**, v.72, n.1, p.38-50, 1994.

- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **Agromensal - ESALQ/BM&F**. Piracicaba, SP: Informativo de Mercado, maio de 2007. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 10/06/2007.
- CRUZ, G.M.; TULLIO, R.R.; ESTEVES, S.N. et al. Peso de abate de machos não-castrados para produção do bovino jovem. 2. peso, idade e características da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.646-657, 2004.
- EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B; FIGUEIREDO, G.R. et al. Avaliação de animais Nelore e de seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. 2. Características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.73-79, 1997.
- FATURI, C.; RESTLE, J.; PASCOAL, L.L. et al. Avaliação econômica de dietas com diferentes níveis de substituição do grão de sorgo por grão de aveia preta para terminação de novilhos em confinamento. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.937-942, 2003.
- GALVÃO, J.G.; FONTES, C.A.A.; PIRES, C.C. et al. Características e composição física da carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três estágios de maturidade, de três grupos raciais (estudo II). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.502-512, 1991.
- GRAYBILL, F.A. **Theory and application of the linear model**. Belmont: Duxbury Press, 1976. 704p.
- GUIDONI, A.L. **Alternativas para comparar tratamentos envolvendo o desempenho nutricional animal**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1994, 105p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1994.
- HARRIS, R.J. **A primer of multivariate statistics**. New York: Academic Press, 1975. 332p.
- HOFFMANN, R. **Análise de regressão: uma introdução à econometria**. 4.ed. São Paulo: Hucitec, 2006. 378p.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 816p.
- KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Applied multivariate statistical with SAS Software**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 338p.
- KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS Software**. North Carolina: SAS Institute, 2000. 558p.
- MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. **Multivariate analysis**. 6.ed. London: Academic Press, 1997. 518p.
- MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Características da carcaça de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.934-945, 2005a.
- MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.946-956, 2005b.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed.rev. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.
- PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.309-320, 2006.
- PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L.; CUBAS, A.C. Características da carcaça de bovinos Canchim e Aberdeen Angus e de seus cruzamentos recíprocos terminados em confinamento. **Ciência Rural**, v.29, n.2, p.331-338, 1999.
- REGAZZI, A.J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de parâmetros no caso de dados de delineamentos experimentais. **Revista Ceres**, v.46, n.266, p.383-409, 1999.
- REGAZZI, A.J.; SILVA, C.H.O. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. I. dados no delineamento inteiramente casualizado. **Revista de Matemática e Estatística**, v.22, n.3, p.33-45, 2004.
- RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; COSTA, E.C. et al. Apreciação econômica da terminação em confinamento de novilhos Red Angus superjovens abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.978-986, 2007.
- SCOT CONSULTORIA. **A nata do leite**. Bebedouro, SP: Informativo de Mercado da Pecuária Leiteira, n.107, fevereiro de 2007. 16p. Disponível em: <<http://www.scotconsultoria.com.br>>. Acesso em: 24/05/2007.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **The SAS system for windows**. v.9.0 Cary: SAS Institute Inc., 2002.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J. Efeito de raça e heterose para características de carcaça de novilhos da primeira geração de cruzamento entre Charolês e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.409-416, 2001.
- WILLIAMS, C.B.; BENNETT, G.L. Application of a computer model to predict optimum slaughter end points for different biological types of feeder cattle. **Journal Animal Science**, v.73, p.2903-2915, 1995.

CAPÍTULO III

Efeitos de grupo genético e peso de abate nas características quantitativas e físico-químicas da carcaça de bovinos terminados em confinamento

RESUMO: Objetivou-se avaliar as características quantitativas e físico-químicas da carcaça de tourinhos mestiços F1 Red Angus x Nelore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) e F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N) terminados em confinamento e abatidos com 480, 520 e 560 kg de peso corporal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos x três pesos de abate) com seis repetições. Houve efeito ($P < 0,05$) de grupo genético e peso de abate sobre as características de carcaça. Porém, a interação entre ambos não foi significativa ($P > 0,05$) para todas as características mensuradas. Os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N tiveram maior ($P < 0,05$) ganho diário de carcaça (GDC), gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI) relativa, proporção de músculo, rendimento absoluto de miolo da alcatra e filé mignon; e menor ($P < 0,05$) proporção de osso na carcaça que os tourinhos $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N. Os tourinhos abatidos mais pesados tiveram incremento ($P < 0,05$) no peso de carcaça, rendimento de carcaça, índice de compactidade da carcaça (ICC), espessura de gordura subcutânea relativa, GRPI relativa, proporção de gordura, rendimento absoluto dos cortes comerciais; e redução ($P < 0,05$) no GDC e proporção de osso na carcaça em relação aos abatidos mais leves. Além disso, os animais mais pesados e com melhores conformações de carcaça (valor de ICC maior) também tiveram velocidade de resfriamento mais lenta e taxa de queda de pH mais rápida na carcaça quando comparados aos mais leves. Por outro lado, as proporções de dianteiro, ponta de agulha e traseiro especial (cortes primários) não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Assim, conclui-se que a terminação em confinamento de tourinhos F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore e os animais abatidos mais pesados produzem carcaças com melhor qualidade.

Palavras-chave: área de olho de lombo, cortes comerciais, pH, rendimento de carcaça, seção HH, temperatura

CHAPTER III

Slaughter weight and genetic group effects on quantitative and physical-chemical carcass traits of beef cattle finished on feedlot

ABSTRACT: The objective in this trial was to assess the quantitative and physical-chemical traits of carcass from crossbred young bulls F1 Red Angus x Nellore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) and F1 Blond D'Aquitaine x Nellore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N) finished on feedlot and slaughtered with 480, 520 and 560 kg of body weight. A completely randomized experimental design in a 2 x 3 (2 genetic groups x 3 slaughter weights) factorial arrangement with six replicates was used. There was detected effect ($P < 0.05$) of genetic group and slaughter weight on carcass characteristics. However, the interactions between both were not significant ($P > 0.05$) for all measured traits. The $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls had higher ($P < 0.05$) daily carcass gain (DCG), relative kidney, pelvic and inguinal fat (KPIF), muscle proportion, rump heart and tenderloin absolute yield; and had lower ($P < 0.05$) bone proportion in the carcass than $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N young bulls. The heavier young bulls slaughtered had increment ($P < 0.05$) in the carcass weight, dressing percentage, carcass compactness index (CCI), relative subcutaneous fat thickness, relative KPIF, fat proportion, commercial cuts absolute yield; and had reduction ($P < 0.05$) of the DCG and bone proportion in the carcass in relation to the lighter young bulls slaughtered. Besides, the heavier animals slaughtered and the ones with a better conformation (greater CCI value) also had slower cooling rate and faster rate of pH fall in the carcass compared to lighter weight animals. On the other hand, the forequarter, plate and hindquarter (primal cuts) didn't differ ($P > 0.05$) between treatments. Thereby, finishing of crossbred F1 Blond D'Aquitaine x Nellore young bulls on feedlot until the animals achieve heavier slaughter weights allow the production of the better quality carcasses.

Key Words: commercial cuts, dressing percentage, HH section, pH, ribeye area, temperature

Introdução

Dentre os principais fatores que interferem na composição da carcaça destacam-se a raça, peso de abate, gênero e nutrição (Berg & Butterfield, 1976). Segundo Luchiari Filho (2000), a escolha da raça é de primeira importância na tentativa de se obter composição de carcaça desejável.

Os sistemas de produção predominantes no país baseiam-se na criação de raças zebuínas, as quais possuem carne menos macia, pois a utilização de raças européias puras, de carne mais macia, é limitada pelo clima essencialmente tropical. Contudo, os cruzamentos de touros taurinos (*Bos taurus taurus*) com vacas zebuínas (*Bos taurus indicus*) têm sido utilizados para obtenção de mestiços F1, visando a heterozigose e o aproveitamento dos benefícios gerado pela heterose e complementariedade entre raças; permitindo, desse modo, que os animais possam ser abatidos mais jovens e pesados (Barbosa, 2000). A produção de carcaças mais pesadas e gordura de cobertura adequada estão entre os benefícios que os cruzamentos de raças européias com indianas proporcionam a cadeia produtiva (Felício, 1997).

As raças diferem quanto às curvas de crescimento e desenvolvimento dos tecidos, permitindo distinguir tipos biológicos, de forma que crescimento é definido como o acúmulo de massa, ao passo que desenvolvimento refere-se às mudanças na forma e preenchimento das funções dos indivíduos (Berg & Butterfield, 1976). Os tipos biológicos são classificados quanto ao tamanho à maturidade (*frame size*), intimamente associado ao peso e idade adulta, e quanto ao grau de musculatura. O tamanho à maturidade é considerado como o ponto no qual a massa muscular atinge o máximo crescimento, ou seja, a máxima hipertrofia das células do tecido muscular com conseqüente aumento do tecido adiposo (Owens et al., 1993). Assim, quanto ao tamanho à maturidade, os bovinos podem ser classificados como de pequeno, médio ou

grande porte, e quanto ao grau de musculatura podem ser classificados em fina, moderada e grossa (NRC, 1996). Animais de raças de grande porte e musculatura grossa (continentais) têm taxas de crescimento maiores, mas iniciam a deposição de gordura em pesos mais elevados, por isso são considerados mais tardios. Por outro lado, as raças de pequeno porte e musculatura moderada (britânicas) têm taxas de crescimento menores, porém com acabamento mais precoce (Berg & Butterfield, 1976; BIF, 1996).

O peso de abate tem grande influência na composição da carcaça (Costa et al., 2002; Arboitte et al., 2004), pois os tecidos corporais crescem e se desenvolvem em ondas específicas, começando com o tecido nervoso, seguido do ósseo, muscular e por último, o adiposo (Owens et al., 1993). Além disso, a taxa de crescimento dos diferentes tecidos tem ímpetus em fases distintas da vida do animal. A proporção de ossos na carcaça diminui lentamente à medida que se eleva o peso do animal, constituindo-se no tecido de menor variação percentual. Os músculos representam alta porcentagem do peso total ao nascimento, aumentam ligeiramente e começam a decrescer à medida que se inicia a fase de deposição da gordura (Owens et al., 1995). A gordura interna (cavitária) é a primeira a se depositar, seguida da intermuscular, da subcutânea (cobertura) e por último da intramuscular (marmoreio) (Owens et al., 1993). Portanto, a determinação da composição corporal e da quantidade de carne produzida em determinado ponto final de abate (idade, peso ou acabamento) é crucial para a estimativa da eficiência dos diferentes tipos biológicos, permitindo identificar os pontos críticos do sistema de produção.

A herança genética também pode influenciar na taxa e extensão da proteólise durante o processo de conversão do músculo em carne, ocasionando diferenças consideráveis na maciez da carne. Koohmaraie (1992) atribuiu 15% da variabilidade na maciez da carne bovina às diferenças em marmoreio (gordura intramuscular) e

colágeno, e a maior parte dos 85% restantes às variações nas alterações *post-mortem*, ou seja, na proteólise enzimática que leva ao amaciamento da carne, conhecida como maturação.

As variações de temperatura e pH muscular *post-mortem* podem resultar em diferenças na qualidade da carne (Klont et al., 1999). A temperatura exerce grande influência tanto na queda de pH quanto no efeito final de amaciamento da carne por meio da interação com o sistema calpaína-calpastatina, sendo o fator extrínseco de maior importância no estabelecimento do *rigor mortis* e, portanto, na queda de pH. Pois, a glicólise e, conseqüentemente, a queda de pH ocorre mais lentamente quanto menor for a temperatura da carne (Hwang & Thompson, 2001). Logo, os procedimentos pós-abate são de grande importância para a qualidade final do produto cárneo, sendo que as carcaças devem atingir temperaturas de 7°C na massa muscular antes de serem processadas ou destinadas à comercialização. Este procedimento visa garantir a segurança higiênico-sanitária da carne, porém, se executado de maneira inadequada, pode promover contração excessiva dos sarcômeros, resultando em carne mais dura (Felício, 1997).

Nesse sentido, objetivou-se investigar o efeito de grupos genéticos terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos corporais nas características quantitativas e físico-químicas da carcaça.

Material e Métodos

O animais foram confinados no Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (APTA), situado no município de Colina/SP, e abatidos no frigorífico Minerva[®], localizado em Barretos/SP. As análises físico-químicas da carcaça foram realizadas no Laboratório de Classificação e Análises de

Carcaças e no Laboratório de Bromatologia e Análises Minerais, ambos do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa/SP, e pertencentes à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). O experimento foi conduzido no período de agosto de 2005 a novembro de 2006.

Foram utilizados trinta e seis bovinos, machos inteiros, mestiços, sendo dezoito F1 Red Angus x Nelore (½ RA ½ N) e dezoito F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore (½ BA ½ N), com 20 meses de idade média inicial. O peso vivo médio inicial dos F1 Red Angus foi de 447,7±5,8 kg e dos F1 Blonde foi de 444,3±6,5 kg.

Os tratamentos consistiram-se por dois grupos genéticos (GG): ½ RA ½ N e ½ BA ½ N; e por três pesos de abate (PA): 480, 520 e 560 kg de peso corporal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos x três pesos de abate) com seis repetições, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + b_1(X_{ijk} - \bar{X}) + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = valor observado no i -ésimo grupo genético, j -ésimo peso de abate e k -ésima repetição; μ = média geral da variável resposta; α_i = efeito do i -ésimo grupo genético; β_j = efeito do j -ésimo peso de abate; $\alpha\beta_{ij}$ = efeito da interação entre o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; b_1 = coeficiente angular da reta de Y_{ijk} em função do peso vivo inicial (PVI) em jejum; X_{ijk} = peso vivo inicial do k -ésimo animal sob o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; \bar{X} = média geral do peso vivo inicial dos animais; ε_{ijk} = efeito aleatório associado à observação Y_{ijk} , pressuposto $\varepsilon_{ijk} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$.

A alimentação foi fornecida *ad libitum* e a dieta experimental formulada de acordo com o NRC (1996) para atender às exigências de manutenção de um bovino com 420 kg de peso corporal e ganho de 1,3 kg/dia, contendo, em média, 13,0% de proteína bruta e 64,3% de nutrientes totais digestíveis. A relação volumoso:concentrado utilizada foi 43:57 (em base seca), sendo o volumoso utilizado cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e o concentrado composto por polpa cítrica (33,29% na MS), farelo de algodão (22,1% na MS), uréia (0,75% na MS) e mistura mineral completa (0,6% na MS). Informações adicionais sobre o manejo adotado podem ser obtidas no capítulo I.

A duração do período em que os animais permaneceram no confinamento foi determinada pelo tempo necessário para os mesmos atingirem os pesos finais de abate pré-estabelecidos. Antes do abate, os animais foram pesados após jejum prévio de sólidos de 18 horas (PVF) e transportados até o frigorífico, a 20 km de distância, para abate imediato. O ganho diário de carcaça (GDC) foi calculado como segue:

$$GDC_{ijk} = (PCQ_{ijk} - (PVI_{ijk} \times 0,5)) / TC_{ijk}$$

$$\forall i = 1, \dots, GG; \quad \forall j = 1, \dots, PA \quad \text{e} \quad \forall k = 1, \dots, r_i \text{ (repetições)}$$

em que, GDC_{ijk} = ganho diário de carcaça (kg/d) da k-ésima repetição, no i-ésimo grupo genético (GG) e j-ésimo peso de abate (PA); PCQ_{ijk} = peso de carcaça quente (kg) da k-ésima repetição, no i-ésimo grupo genético e j-ésimo peso de abate; PVI_{ijk} = peso vivo inicial em jejum (kg) da k-ésima repetição, no i-ésimo grupo genético e j-ésimo peso de abate; TC_{ijk} = tempo de permanência no confinamento (dias) da k-ésima repetição sob o i-ésimo grupo genético e j-ésimo peso de abate.

O abate transcorreu conforme o fluxo normal do frigorífico. Na linha de abate foram removidas e pesadas as gorduras renal, pélvica e inguinal (GRPI), as carcaças divididas em duas metades iguais, identificadas, e tomados os pesos de carcaça quente (PCQ). Após o abate, as meia-carcaças foram lavadas e armazenadas em câmara fria

($T_{\text{inicial}} = 5 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{final}} = 0 \pm 2^{\circ}\text{C}$) por 24 horas. Durante o resfriamento, os valores de temperatura e pH nos músculos *Longissimus dorsi* (contra-filé) e *Semimembranosus* (coxão mole) da meia-carcaça direita foram mensurados nos tempos 0, 2, 4, 6, 10, 14, 18 e 24 horas *post-mortem* utilizando aparelho digital portátil Mettler® Toledo 2000™ (Mettler-Toledo Thornton Inc., Bedford - MA, USA). Decorridas às 24 horas de resfriamento, as meia-carcaças foram retiradas da câmara fria, novamente pesadas (PCF) para determinação do rendimento de carcaça (RC) e das perdas por resfriamento (PR) e, posteriormente, submetidas as demais avaliações.

As variáveis avaliadas na meia-carcaça direita foram o comprimento entre bordo anterior do osso pubiano e o bordo craneal medial da primeira costela, a fim de se determinar os índices de compacidade da carcaça (peso da carcaça fria dividido pelo comprimento interno); cortes primários (dianteiro, ponta de agulha e traseiro especial ou serrote); cortes comerciais brutos (contra-filé, miolo da alcatra, picanha e filé mignon); cortes comerciais aparados (filé de costela, filé de lombo, miolo da alcatra, picanha, filé-mignon com e sem cordão) e suas respectivas aparas. E, na meia-carcaça esquerda foram avaliadas a área da secção transversal (AOL, cm^2), utilizando lâmina plástica com grade quadriculada especialmente destinada para este fim, e a espessura de gordura subcutânea (EGS, mm), média aritmética de três mensurações executadas com o auxílio de paquímetro, do músculo *Longissimus dorsi* (LD) na região dorso-lombar entre a 12ª e a 13ª costelas. Na meia-carcaça esquerda foi retirada também a seção HH (Hankins & Howe, 1946), peça englobando a 9ª, 10ª e 11ª costelas, destinada as estimativas das proporções entre tecido ósseo, muscular e adiposo na carcaça, conforme as equações infracitadas:

$$\hat{y}_{\text{osso}} = 5,52 + 0,57x$$

$$\hat{y}_{\text{músculo}} = 16,08 + 0,80x$$

$$\hat{y}_{\text{gordura}} = 3,54 + 0,80x$$

sendo, x = percentagem do componente em questão na seção HH.

Depois de separar e pesar os componentes da seção HH, estes foram devidamente embalados, etiquetados e armazenados em túnel de congelamento à -60°C . Posteriormente, estes componentes foram moídos em moedor de carne Herman[®] P-33 A-3-789[™] (Herman Ltda, SP, Brasil), com motor de 15 HP, até o estado pastoso, homogeneizados, liofilizados e moídos novamente em liquidificador de aço inox contendo anidrido carbônico sólido (-79°C). Em seguida, as análises químicas foram realizadas de acordo com os procedimentos analíticos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Os dados foram submetidos à análise de variância univariada pelos modelos lineares gerais utilizando o procedimento GLM do SAS[®], suas médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos ordinários com o comando LSMEANS (*Least Squares Means*) e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Adicionalmente, foi efetuada análise de correlação simples entre as variáveis estudadas.

Os dados de temperatura muscular (*Longissimus dorsi* e *Semimembranosus*) foram analisados por regressão não-linear, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \theta_2 + (\theta_1 - \theta_2) e^{-\lambda X_{ij}} + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = variável dependente temperatura muscular ($^{\circ}\text{C}$) da k -ésima repetição, sob o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; θ_1 = temperatura inicial; θ_2 = temperatura final quando $X \rightarrow \infty$; e = exponencial; λ = constante de redução ou taxa de queda na temperatura; X_{ij} = variável independente tempo *post-mortem* (horas) no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; ε_{ijk} = erro experimental associado a cada observação, pressuposto $\varepsilon_{ijk} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$. Os parâmetros do modelo considerado

foram estimados pelo algoritmo de Gauss-Newton modificado inserido no procedimento NLIN do SAS[®].

Os dados de pH muscular (*Longissimus dorsi* e *Semimembranosus*) foram analisados por regressão linear polinomial, segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij} + \beta_2 X_{ij}^2 + \beta_3 X_{ij}^3 + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = variável dependente pH muscular da k -ésima repetição, sob o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; β_0 = intercepto ou constante de regressão, representando o valor de pH inicial; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ = coeficientes de regressão de ordem ' p ', expressando as taxas de alteração nos valores de pH em função do tempo (horas); $X_{ij}, X_{ij}^2, X_{ij}^3$ = variável independente de ordem ' p ', representando o tempo *post-mortem* (horas) no i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; ε_{ijk} = erro experimental da observação ijk , pressuposto $\varepsilon_{ijk} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$. Os parâmetros do modelo considerado foram estimados pelo procedimento REG do SAS[®]. Em ambos os modelos de regressão não-linear (temperatura) e linear (pH), o coeficiente de determinação (r^2) foi expresso em relação à fonte tratamentos (regressão + falta de ajuste).

No caso do modelo não-linear (temperatura), aplicou-se o teste da razão de verossimilhança com a finalidade de verificar a igualdade dos parâmetros e a identidade dos modelos de regressão ajustados para grupo genético, peso de abate e combinação de ambos, conforme Regazzi & Silva (2004). As hipóteses testadas foram as seguintes:

$H_0^{(1)} : \theta_{11} = \dots = \theta_{1H}$, isto é, as "H" equações têm temperaturas iniciais iguais;

$H_0^{(2)} : \theta_{21} = \dots = \theta_{2H}$, isto é, as "H" equações têm temperaturas assintóticas iguais;

$H_0^{(3)} : \lambda_1 = \dots = \lambda_H$, isto é, as "H" equações têm taxa de queda comum;

$$H_0^{(4)} : \theta_{\sim 1} = \dots = \theta_{\sim H}, \text{ isto é, as "H" equações são idênticas, em que } \theta_{\sim h} = \begin{bmatrix} \theta_{1h} \\ \theta_{2h} \\ \lambda_h \end{bmatrix}.$$

Assim, para testar as hipóteses utilizou-se o teste da razão de verossimilhança com aproximação pela estatística F, dada por:

$$F_{calc} (H_0) = \frac{(S_p - S_f) / v_e}{S_f / v_f} \underset{\text{sob } H_0}{\sim} F_{tab} (\alpha; v_e; v_f)$$

em que, S_f = soma de quadrados residuais do modelo completo; S_p = soma de quadrados residuais do modelo reduzido (sob restrição); v_f = número de graus de liberdade do resíduo do modelo completo; v_e = número de graus de liberdade do resíduo do modelo reduzido menos o número de graus de liberdade do resíduo do modelo completo.

Aplicou-se também o teste F com o propósito de verificar a igualdade de parâmetros e a identidade dos modelos de regressão linear (pH) ajustados para grupo genético, peso de abate e combinação de ambos, conforme Regazzi (1999). As hipóteses testadas foram as seguintes:

$$H_0^{(1)} : \beta_{01} = \dots = \beta_{0H}, \text{ isto é, as "H" equações têm constante de regressão comum;}$$

$$H_0^{(2)} : \beta_{11} = \dots = \beta_{1H}, \text{ isto é, as "H" equações têm coeficientes lineares iguais;}$$

$$H_0^{(3)} : \beta_{21} = \dots = \beta_{2H}, \text{ isto é, as "H" equações têm coeficientes quadráticos iguais;}$$

$$H_0^{(4)} : \beta_{31} = \dots = \beta_{3H}, \text{ isto é, as "H" equações têm coeficientes cúbicos iguais;}$$

$$H_0^{(5)} : \beta_{\sim 1} = \dots = \beta_{\sim H}, \text{ isto é, as "H" equações são idênticas, em que } \beta_{\sim h} = \begin{bmatrix} \beta_{0h} \\ \beta_{1h} \\ \beta_{2h} \\ \beta_{3h} \end{bmatrix}.$$

Assim, para testar as hipóteses utilizou-se a estatística F, dada por:

$$F_{calc} (H_0) = \frac{[SQRes(W) - SQRes(\Omega)] / [t(H-1)]}{SQRes(\Omega) / (N - Hp)} \underset{sob H_0}{\sim} F_{tab} [\alpha; t(H-1); N - Hp]$$

em que, $SQRes(\Omega)$ = soma de quadrados residual do modelo completo; $SQRes(W)$ = soma de quadrados residual do modelo reduzido (sob restrição); N = número total de observações; H = número de equações a serem testadas; p = número total de parâmetros do modelo; t = número de parâmetros a serem testados em cada equação.

As análises estatísticas foram efetuadas no aplicativo SAS[®] *System for Windows*[™] versão 9.0 (SAS Institute Inc., Cary - NC, USA).

Resultados e Discussão

O peso vivo final (PVF) não diferiu ($P > 0,05$) entre os grupos genéticos, mas sim ($P < 0,05$) entre os pesos de abate (Tabela 1), os quais foram preliminarmente estabelecidos. Os coeficientes angulares da regressão do PVF em função do PA foram exatamente iguais a um (1,0), evidenciando que o controle dos pesos ao abate foi efetivo. O tempo de confinamento (TC) não foi pré-determinado, mas consequência dos pesos meta de abate, sendo que os animais abatidos com 480 kg permaneceram pelo período de 21 dias, os abatidos com 520 kg por 50 dias, e os abatidos com 560 kg por 78 dias.

O peso de carcaça fria (PCF) e o índice de compacidade da carcaça (ICC) seguiram o mesmo comportamento elucidado para o PVF (Tabela 1). O PCF variou, em média, de 247,1 kg ou 16,5 arrobas a 314,9 kg ou 21 arrobas, sendo superiores ao peso mínimo de 225 kg ou 15 arrobas instituído pelos frigoríficos. O ICC, intimamente relacionado à conformação e à musculosidade da carcaça, aumentou com o abate de animais mais pesados, sugerindo que os crescimentos do tecido muscular e adiposo

Tabela 1. Características quantitativas da carcaça de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) abatidos com três pesos

Grupo Genético (GG)	Peso de Abate (PA)			Média ou equação	Valor probabilístico		
	480	520	560		GG	PA	GGxPA
		PVF ³ , kg			0,5219	0,0001	0,3127
½ RA ½ N	477,2	523,0	560,4	$\hat{y} = 1,00PA$	(r ² =0,99)		
½ BA ½ N	481,5	516,3	572,3	$\hat{y} = 1,00PA$	(r ² =0,99)		
Média	479,4 ^c	519,7 ^b	566,4 ^a		CV ¹ = 2,8	EPM ² = 7,3	
		PCF ⁴ , kg			0,1262	0,0001	0,9879
½ RA ½ N	247,1	271,1	309,5	275,9			
½ BA ½ N	253,7	276,4	314,9	281,7			
Média	250,4 ^c	273,8 ^b	312,2 ^a		CV ¹ = 3,9	EPM ² = 5,0	
		ICC ⁵ , kg/cm			0,0751	0,0001	0,3860
½ RA ½ N	1,896	2,035	2,297	2,076			
½ BA ½ N	1,987	2,108	2,294	2,130			
Média	1,942 ^c	2,072 ^b	2,296 ^a		CV ¹ = 4,2	EPM ² = 0,030	
		GDC ⁶ , kg/d			0,0144	0,0001	0,2344
½ RA ½ N	1,366	1,084	1,178	1,209 ^B			
½ BA ½ N	1,697	1,202	1,242	1,380 ^A			
Média	1,531 ^a	1,143 ^b	1,210 ^b		CV ¹ = 15,2	EPM ² = 0,046	
		GRPI ⁷ , kg/100 kg PCF			0,0008	0,0001	0,4276
½ RA ½ N	1,501	2,066	2,671	2,079 ^B			
½ BA ½ N	2,022	2,951	3,058	2,677 ^A			
Média	1,761 ^b	2,508 ^a	2,865 ^a		CV ¹ = 20,1	EPM ² = 0,120	
		AOL ⁸ , cm ² /100 kg PCF			0,5010	0,1229	0,7643
½ RA ½ N	30,0	29,2	28,2	29,1			
½ BA ½ N	30,2	28,6	26,4	28,4			
Média	30,1	28,9	27,3		CV ¹ = 11,3	EPM ² = 0,5	
		EGS ⁹ , mm/100 kg PCF			0,3261	0,0001	0,2625
½ RA ½ N	0,9	0,9	1,3	1,0			
½ BA ½ N	0,8	1,1	1,5	1,1			
Média	0,8 ^b	1,0 ^b	1,4 ^a		CV ¹ = 24,6	EPM ² = 0,1	
		RC ¹⁰ , %			0,1122	0,0001	0,2186
½ RA ½ N	51,8	51,8	55,2	53,0			
½ BA ½ N	52,7	53,6	55,0	53,7			
Média	52,3 ^b	52,7 ^b	55,1 ^a		CV ¹ = 2,6	EPM ² = 0,3	
		PR ¹¹ , %			0,6092	0,0032	0,6113
½ RA ½ N	1,7	2,2	1,7	1,9			
½ BA ½ N	1,9	2,4	1,6	2,0			
Média	1,8 ^b	2,3 ^a	1,7 ^b		CV ¹ = 21,0	EPM ² = 0,1	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ CV (%)= coeficiente de variação; ² EPM= erro padrão da média; ³ PVF= peso vivo final; ⁴ PCF= peso de carcaça fria; ⁵ ICC= índice de compactidade da carcaça; ⁶ GDC= ganho diário de carcaça; ⁷ GRPI= gordura renal, pélvica e inguinal; ⁸ AOL= área de olho de lombo; ⁹ EGS= espessura de gordura subcutânea; ¹⁰ RC= rendimento de carcaça; ¹¹ PR= perdas por resfriamento da carcaça.

foram maiores que o crescimento do tecido ósseo durante a fase de crescimento estudada (Tabela 3), podendo ser atribuído aos elevados pesos de abate e a proximidade da maturidade fisiológica.

O ganho diário de carcaça (GDC) reduziu com a elevação do peso de abate ($P<0,05$), provavelmente, em razão do aumento na deposição de gordura cavitária (GRPI) e de cobertura (EGS) à medida que se elevou o peso de abate ($P<0,05$), conforme pode ser observado na Tabela 1. Além disso, constata-se que os animais F1 Blonde tiveram maiores GDC ($P<0,05$) que os F1 Red Angus, provavelmente, em função do maior ímpeto de crescimento das raças de grande porte (maturação tardia). Verifica-se ainda que as maiores taxas de ganho nos F1 Blonde resultaram também em maiores ($P<0,05$) teores relativos de gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI, kg/100 kg PCF). O grupo genético e o peso de abate não influenciaram ($P>0,05$) na área de olho de lombo relativa (AOL, $\text{cm}^2/100 \text{ kg PCF}$). A escassez de gordura de cobertura relativa (EGS, $\text{cm}^2/100 \text{ kg PCF}$), mesmo quando os animais foram abatidos mais pesados, deve-se, em grande parte, ao fato dos animais serem inteiros (não emasculados), predominando o crescimento muscular sobre a deposição de gordura.

Houve efeito do peso de abate ($P<0,05$) sobre o rendimento comercial da carcaça (RC), conforme visualizado na Tabela 1. O RC aumentou à medida que se elevou o peso de abate, provavelmente, devido ao maior grau de acabamento, com maior deposição de gordura subcutânea e possivelmente de marmoreio na carcaça, e ao incremento do peso de carcaça ter sido superior aos demais componentes do peso corporal, resultando em menor proporção relativa das partes não integrantes da carcaça (couro, cabeça, patas, órgãos vitais e vísceras). Esses resultados corroboram com a afirmativa de Preston & Willis (1974), que maior será o rendimento de carcaça quanto mais pesado e gordo for o animal. Contudo, o rendimento de carcaça não é adequado

para estimar a rentabilidade do pecuarista (capítulo II). Adicionalmente, salienta-se que a falta de padronização no cômputo do rendimento de carcaça gera equívocos e comparações distorcidas entre resultados obtidos por diferentes autores. De acordo com Osório et al. (2002), o rendimento de carcaça pode ser calculado pelo peso de carcaça quente sobre o peso de corpo vazio (rendimento verdadeiro ou biológico), o peso de carcaça quente sobre o peso vivo em jejum (rendimento no frigorífico), o peso de carcaça fria sobre o peso vivo em jejum (rendimento comercial) e o peso de carcaça fria sobre o peso vivo sem jejum (rendimento na fazenda). Adicionalmente, destaca-se também a variação no tempo de jejum (12 a 42 horas), pois Perotto et al. (1999) submeteram os animais a jejum prévio de 14 a 16 horas para obtenção do peso vivo ao abate, transportaram os animais até o frigorífico, onde os mesmos sofreram novo jejum de 24 horas para somente após terem sido abatidos; da inclusão ou não das gorduras renal, pélvica e inguinal no peso de carcaça; do nível de remoção do excesso de gordura de cobertura na carcaça pelos diferentes frigoríficos; e da ocorrência de abscessos e contusões. Dessa forma, sugere-se a padronização nos procedimentos para obtenção e cálculo do rendimento de carcaça.

Os animais abatidos com 520 kg apresentaram maiores ($P < 0,05$) perdas no resfriamento da carcaça (PR), sem explicação para tal (Tabela 1), pois a correlação entre PR e EGS não foi significativa ($r = -0,24$; $P < 0,16$). Talvez, o posicionamento das carcaças em relação à distância do equipamento de refrigeração na câmara frigorífica tenha influenciado nesses resultados.

Os teores de gordura bruta na seção HH aumentaram ($P < 0,05$) à medida que se elevou o peso de abate, com conseqüente redução ($P < 0,05$) dos teores de umidade na mesma (Tabela 2). A concentração protéica na seção HH não diferiu ($P > 0,05$) entre os grupos genéticos, pesos de abate e interação de ambos, porém houve tendência ($P < 0,06$)

dos animais F1 Blonde apresentarem menores teores de cinzas na seção HH (Tabela 2), sugerindo uma provável menor proporção de osso e maior proporção de músculo na carcaça desses animais em relação aos demais. Esses valores são próximos aos observados por Henrique et al. (2003), com amplitude de 55 a 65% de umidade, 3 a 6% de cinzas, 18 a 21% de proteína e 8 a 23% de gordura.

Tabela 2. Composição química da seção HH de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) *versus* Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos

Grupo Genético (GG)	Peso de Abate (PA)			Média	Valor probabilístico		
	480	520	560		GG	PA	GGxPA
	Umidade, %				0,3729	0,0001	0,9804
½ RA ½ N	63,3	61,0	58,8	61,0			
½ BA ½ N	63,7	61,7	59,4	61,6			
Média	63,5 ^a	61,3 ^b	59,1 ^c		CV ¹ = 3,1	EPM ² = 0,4	
	Cinzas, %				0,0548	0,9370	0,5508
½ RA ½ N	6,4	6,4	6,0	6,3			
½ BA ½ N	5,7	5,5	5,9	5,7			
Média	6,0	6,0	5,9		CV ¹ = 14,3	EPM ² = 0,1	
	Proteína bruta, %				0,3874	0,6460	0,4045
½ RA ½ N	17,3	17,3	17,0	17,2			
½ BA ½ N	17,2	16,8	17,1	17,0			
Média	17,3	17,1	17,1		CV ¹ = 3,5	EPM ² = 0,1	
	Gordura bruta, %				0,7497	0,0001	0,7151
½ RA ½ N	13,0	15,2	18,2	15,5			
½ BA ½ N	13,4	16,0	17,6	15,7			
Média	13,2 ^c	15,6 ^b	17,9 ^a		CV ¹ = 13,4	EPM ² = 0,5	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ($P < 0,05$), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ CV (%)= coeficiente de variação;

² EPM= erro padrão da média.

Os animais F1 Blonde apresentaram menor ($P < 0,05$) proporção de osso e maior ($P < 0,05$) proporção de músculo na carcaça que os F1 Red Angus (Tabela 3), confirmando a suposição feita anteriormente. Da mesma forma, aumentou ($P < 0,05$) a proporção de gordura na carcaça com o abate de animais mais pesados (Tabela 3). As relações músculo:osso e gordura:osso sugerem que tanto a deposição muscular como a

adiposa aumentaram ($P < 0,05$) à medida que se elevou o peso de abate e ainda que a deposição de músculo foi maior ($P < 0,05$) nos F1 Blonde (Tabela 3). De acordo com Berg & Butterfield (1976), o objetivo principal na carcaça é alcançar a maior proporção de músculo possível, combinada com a mínima proporção de ossatura e adequada de gordura. Logo, os tourinhos F1 Blonde e os animais abatidos com 520 kg podem ser considerados superiores em relação à composição física da carcaça que os demais.

Tabela 3. Estimativas da composição física da carcaça de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) *versus* Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos

Grupo Genético (GG)	Peso de Abate (PA)			Média	Valor probabilístico		
	480	520	560		GG	PA	GGxPA
	Tecido ósseo, %				0,0159	0,0001	0,1649
½ RA ½ N	17,6	15,6	15,3	16,2 ^A			
½ BA ½ N	16,5	14,1	15,3	15,3 ^B			
Média	17,1 ^a	14,9 ^b	15,3 ^b		CV ¹ = 6,5	EPM ² = 0,2	
	Tecido muscular, %				0,0418	0,0372	0,9089
½ RA ½ N	61,5	62,3	60,4	61,4 ^B			
½ BA ½ N	63,1	64,0	61,5	62,9 ^A			
Média	62,3 ^{ab}	63,2 ^a	61,0 ^b		CV ¹ = 3,2	EPM ² = 0,4	
	Tecido adiposo, %				0,3948	0,0016	0,8454
½ RA ½ N	20,9	22,0	24,2	22,4			
½ BA ½ N	20,4	21,9	23,2	21,8			
Média	20,6 ^b	21,9 ^{ab}	23,7 ^a		CV ¹ = 8,5	EPM ² = 0,4	
	Relação músculo:osso				0,0081	0,0005	0,1757
½ RA ½ N	3,51	3,99	3,97	3,82 ^B			
½ BA ½ N	3,83	4,58	4,02	4,14 ^A			
Média	3,67 ^b	4,29 ^a	4,00 ^{ab}		CV ¹ = 8,6	EPM ² = 0,07	
	Relação gordura:osso				0,4501	0,0001	0,2166
½ RA ½ N	1,19	1,41	1,60	1,40			
½ BA ½ N	1,23	1,57	1,52	1,44			
Média	1,21 ^b	1,49 ^a	1,56 ^a		CV ¹ = 11,5	EPM ² = 0,04	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ($P < 0,05$), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ CV (%)= coeficiente de variação;

² EPM= erro padrão da média.

Os resultados do resfriamento da carcaça, entre 0 e 24 horas *post-mortem*, nos músculos *Longissimus dorsi* – LD (contra-filé) e *Semimembranosus* – SM (coxão mole)

são apresentados nas Tabelas 4 (temperatura) e 6 (pH), e os testes estatísticos dos mesmos demonstrados nas Tabelas 5 (temperatura) e 7 (pH). Não houve efeito de grupo genético ($P > 0,05$; Tabela 5) nos parâmetros das curvas e na identidade dos modelos de temperatura do LD e do SM (Tabela 4). Nesse caso, a temperatura muscular durante o resfriamento das carcaças poderia ser representada por uma equação comum para o LD:

$$\hat{y}_{(t)} = 2,3 + (34,9 - 2,3)e^{-0,2x} \quad (r^2 = 0,99),$$

$$\hat{y}_{(t)} = -0,6 + (41,2 - (-0,6))e^{-0,1x} \quad (r^2 = 0,99).$$

Todavia, houve efeito de peso de abate e da combinação de ambos ($P < 0,05$; Tabela 5) em todos os parâmetros das curvas e na identidade dos modelos de temperatura do LD e do SM (Tabela 4), com exceção do parâmetro temperatura inicial ($\hat{\theta}_1$) para o SM. Portanto, a temperatura muscular durante o resfriamento das carcaças deve ser representada por equações individuais para o LD:

$$\hat{y}_{ij(t)} = \hat{\theta}_2 + (\hat{\theta}_1 - \hat{\theta}_2)e^{-\hat{\lambda}x},$$

$$\text{SM: } \hat{y}_{ij(t)} = \hat{\theta}_2 + (41,2 - \hat{\theta}_2)e^{-\hat{\lambda}x}.$$

O fato de ter havido diferenças entre os tratamentos nas curvas de temperatura muscular do LD e do SM, pode ser atribuída, provavelmente, aos níveis distintos de gordura na carcaça dos animais. Nota-se ainda que as taxas de queda ($\hat{\lambda}$) na temperatura muscular do LD, em geral, foram o dobro das observadas no SM, o que pode ser justificado pelo fato do LD ser um músculo superficial e o SM profundo, estando o primeiro mais sujeito aos efeitos de ambiente que o segundo. Dessa forma, evidencia-se também que as temperaturas logo após o abate ($\hat{\theta}_1$) e no final das 24 hs (LD: 1,6; 2,0 e 3,7°C; respectivamente, para os F1 Red Angus abatidos com 480, 520 e 560 kg; e 1,8; 2,1 e 3,9°C; respectivamente, para os F1 Blonde abatidos com 480, 520 e 560 kg; SM: 6,1; 8,3 e 10,5°C; respectivamente, para os F1 Red Angus abatidos com

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros das curvas de temperatura nos músculos *Longissimus dorsi* (contra-filé) e *Semimembranosus* (coxão mole) obtidas durante o resfriamento das carcaças (0 e 24 horas *post-mortem*) de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos, com seus respectivos desvios-padrão assintótico (DPA) e coeficientes de determinação (r^2)

Parâmetros	Tratamentos											
	Grupos Genéticos				Pesos de Abate			Combinação de ambos				
	½RA	½N	½BA	½N	480	520	560	½ RA ½ N			½ BA ½ N	
								480	520	560	480	520
<i>Longissimus dorsi</i> - LD (contra-filé)												
Inicial ($\hat{\theta}_1$)	35,2286	34,5624	32,7857	35,8682	35,8818	32,7304	35,6306	36,9474	32,8313	36,1067	34,8267	
Assintótica ($\hat{\theta}_2$)	2,2030	2,3488	1,6768	1,9617	3,5745	1,5526	1,9090	3,4995	1,7679	2,0129	3,6339	
Taxa de queda ($\hat{\lambda}$)	0,2278	0,2302	0,2574	0,2358	0,2059	0,2469	0,2324	0,2156	0,2663	0,2392	0,1959	
DPA	2,20	2,51	1,63	1,91	1,80	1,62	1,54	1,85	1,67	2,27	1,69	
r^2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	
<i>Semimembranosus</i> - SM (coxão mole)												
Inicial ($\hat{\theta}_1$)	41,1663	41,2267	41,9802	41,2014	40,2914	41,3495	41,5890	40,4635	42,5852	40,8188	40,1339	
Assintótica ($\hat{\theta}_2$)	0,6799	-2,1060	-1,5602	3,7139	-11,8619	1,2830	3,2855	-6,6611	-4,5880	4,1279	-21,6392	
Taxa de queda ($\hat{\lambda}$)	0,0712	0,0602	0,0738	0,0868	0,0344	0,0882	0,0842	0,0428	0,0636	0,0897	0,0257	
DPA	2,75	3,10	2,42	2,27	1,86	2,15	2,52	1,32	2,31	2,01	2,07	
r^2	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,97	0,99	0,99	

Tabela 5. Teste para verificar a igualdade dos parâmetros e a identidade dos modelos de regressão ajustados nas curvas de temperatura dos músculos *Longissimus dorsi* (contra-filé) e *Semimembranosus* (coxão mole), entre 0 e 24 horas *post-mortem*, aplicado a grupo genético, peso de abate e combinação de ambos

Hipóteses (H ₀):	Grupo Genético				Peso de Abate				Combinação de ambos			
	GL _n ¹	GL _d ²	F _{calc.} ³	Val-P ⁴	GL _n ¹	GL _d ²	F _{calc.} ³	Val-P ⁴	GL _n ¹	GL _d ²	F _{calc.} ³	Val-P ⁴
<i>Longissimus dorsi</i> - LD (contra-filé)												
H ₀ ⁽¹⁾ : $\theta_{11} = \dots = \theta_{1H}$	1	262	0,77	0,3814	2	259	12,62	0,0000	5	250	6,03	0,0000
H ₀ ⁽²⁾ : $\theta_{21} = \dots = \theta_{2H}$	1	262	0,05	0,8171	2	259	6,12	0,0025	5	250	2,42	0,0361
H ₀ ⁽³⁾ : $\lambda_1 = \dots = \lambda_H$	1	262	0,02	0,8937	2	259	6,92	0,0012	5	250	3,13	0,0093
H ₀ ⁽⁴⁾ : $\theta_{\sim 1} = \dots = \theta_{\sim H}$	3	262	0,42	0,7366	6	259	33,69	0,0000	15	250	13,84	0,0000
<i>Semimembranosus</i> - SM (coxão mole)												
H ₀ ⁽¹⁾ : $\theta_{11} = \dots = \theta_{1H}$	1	262	0,01	0,9143	2	259	2,69	0,0700	5	250	1,70	0,1360
H ₀ ⁽²⁾ : $\theta_{21} = \dots = \theta_{2H}$	1	262	0,70	0,4047	2	259	6,02	0,0028	5	250	3,36	0,0059
H ₀ ⁽³⁾ : $\lambda_1 = \dots = \lambda_H$	1	262	1,21	0,2729	2	259	14,94	0,0000	5	250	7,61	0,0000
H ₀ ⁽⁴⁾ : $\theta_{\sim 1} = \dots = \theta_{\sim H}$	3	262	1,48	0,2208	6	259	35,58	0,0000	15	250	17,66	0,0000

¹ GL_n = número de graus de liberdade do numerador.

² GL_d = número de graus de liberdade do denominador.

³ F calculado.

⁴ Valor probabilístico (Pr > F).

480, 520 e 560 kg; e 5,4; 8,4 e 12,2°C; respectivamente, para os F1 Blonde abatidos com 480, 520 e 560 kg) de resfriamento foram mais baixas no LD que no SM.

Assim, infere-se que a queda mais rápida na temperatura muscular do LD pode contribuir para que a carne do LD seja mais dura que a do SM, quer pelo encurtamento das fibras musculares pelo frio (*cold shortening*), quer pelo retardo no estabelecimento da rigidez cadavérica (*rigor mortis*) ou permanência do pH elevado ($> 6,0$; DFD = *dark, firm and dry*). Além disso, as elevadas temperaturas do SM no final das 24 hs dos animais abatidos com 560 kg podem comprometer a segurança higiênico-sanitária do produto final.

A curva de pH muscular, em condições normais, poderia ser descrita por uma equação exponencial decrescente, consoante aos diversos modelos não-lineares para sistemas biológicos descritos por Thornley & France (2007) ou semelhante à utilizada nesse estudo para o ajuste das curvas de temperatura muscular. Pois, normalmente, os valores esperados são de 6,9 a 7,2 para o pH inicial (zero hora após o abate), caindo para 6,4 a 6,8 após 5 horas e, posteriormente, para 5,5 a 5,9 na 24^a hora *post-mortem* (Luchiari Filho, 2000; Roça, 2000).

Acredita-se, no entanto, que tenha ocorrido estresse nos animais desse estudo antes do abate, talvez em virtude de terem sofrido jejum prévio e de serem inteiros (não emasculados), alterando a homeostasia pelo aumento na secreção de adrenalina e diminuindo as reservas de glicogênio pela produção de ácido láctico até alcançar o pH inativador das enzimas glicolíticas (5,4 – 5,5; Lawrie, 1985). Assim, os valores iniciais de pH foram mais baixos ($\hat{\beta}_0 = 5,4$ a 6,3; Tabela 6) que o normal. Em seguida, nas primeiras 4 a 6 horas após o abate, os valores se elevaram (6,1 a 6,9; $\hat{\beta}_1$; Tabela 6), provavelmente, devido a conversão do lactato em piruvato e NADH pela lactato

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros das curvas de pH nos músculos *Longissimus dorsi* (contra-filé) e *Semimembranosus* (coxão mole) obtidas durante o resfriamento das carcaças (0 e 24 horas *post-mortem*) de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) *versus* Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos, com seus respectivos coeficientes de determinação (r^2)

Parâmetros	Tratamentos										
	Grupos Genéticos				Pesos de Abate			Combinação de ambos			
	½RA	½N	½BA	½N	480	520	560	½ RA ½ N		½ BA ½ N	
								480	520	560	480
<i>Longissimus dorsi</i> - LD (contra-filé)											
Intercepto ($\hat{\beta}_0$)	5,8041	5,7055	5,6537	6,0734	5,4776	5,6263	6,2726	5,4311	5,6766	5,8742	5,5242
Linear ($\hat{\beta}_1$)	0,2293	0,2933	0,3234	0,2234	0,2919	0,3182	0,1458	0,2913	0,3277	0,3011	0,2924
Quadrático ($\hat{\beta}_2$)	-0,0260	-0,0319	-0,0340	-0,0256	-0,0345	-0,0330	-0,0190	-0,0344	-0,0348	-0,0321	-0,0346
Cúbico ($\hat{\beta}_3$)	0,0007	0,0008	0,0009	0,0007	0,0010	0,0008	0,0005	0,0010	0,0009	0,0008	0,0010
r^2	0,73	0,75	0,86	0,74	0,68	0,87	0,78	0,67	0,84	0,73	0,69
<i>Semimembranosus</i> - SM (coxão mole)											
Intercepto ($\hat{\beta}_0$)	5,8291	5,7653	5,6999	6,0856	5,5493	5,7281	6,2275	5,4655	5,6764	5,9436	5,6332
Linear ($\hat{\beta}_1$)	0,2329	0,2584	0,2810	0,2306	0,2752	0,2887	0,1737	0,2949	0,2747	0,2876	0,2554
Quadrático ($\hat{\beta}_2$)	-0,0253	-0,0278	-0,0292	-0,0250	-0,0321	-0,0302	-0,0199	-0,0336	-0,0285	-0,0300	-0,0307
Cúbico ($\hat{\beta}_3$)	0,0007	0,0007	0,0007	0,0006	0,0009	0,0008	0,0005	0,0009	0,0007	0,0007	0,0009
r^2	0,77	0,78	0,85	0,87	0,60	0,86	0,88	0,66	0,84	0,86	0,55

Tabela 7. Teste para verificar a igualdade dos parâmetros e a identidade dos modelos de regressão ajustados nas curvas de pH dos músculos *Longissimus dorsi* (contra-filé) e *Semimembranosus* (coxão mole), entre 0 e 24 horas *post-mortem*, aplicado a grupo genético, peso de abate e combinação de ambos

Hipóteses (H ₀):	Grupo Genético				Peso de Abate				Combinação de ambos			
	GL _n ¹	GL _d ²	F _{calc.} ³	Val-P ⁴	GL _n ¹	GL _d ²	F _{calc.} ³	Val-P ⁴	GL _n ¹	GL _d ²	F _{calc.} ³	Val-P ⁴
<i>Longissimus dorsi</i> - LD (contra-filé)												
H ₀ ⁽¹⁾ : β ₀₁ = ... = β _{0H}	1	260	1,15	0,2838	2	256	26,04	0,0001	5	244	13,02	0,0001
H ₀ ⁽²⁾ : β ₁₁ = ... = β _{1H}	1	260	2,59	0,1087	2	256	3,97	0,0200	5	244	3,56	0,0040
H ₀ ⁽³⁾ : β ₂₁ = ... = β _{2H}	1	260	2,04	0,1540	2	256	3,43	0,0340	5	244	2,74	0,0199
H ₀ ⁽⁴⁾ : β ₃₁ = ... = β _{3H}	1	260	1,59	0,2085	2	256	3,78	0,0242	5	244	2,54	0,0291
H ₀ ⁽⁵⁾ : β _{~1} = ... = β _{~H}	4	260	0,82	0,5162	8	256	24,89	0,0001	20	244	10,91	0,0001
<i>Semimembranosus</i> - SM (coxão mole)												
H ₀ ⁽¹⁾ : β ₀₁ = ... = β _{0H}	1	260	0,48	0,4906	2	256	20,49	0,0001	5	244	9,60	0,0001
H ₀ ⁽²⁾ : β ₁₁ = ... = β _{1H}	1	260	0,41	0,5247	2	256	1,10	0,3334	5	244	1,52	0,1839
H ₀ ⁽³⁾ : β ₂₁ = ... = β _{2H}	1	260	0,34	0,5600	2	256	1,55	0,2141	5	244	1,41	0,2194
H ₀ ⁽⁴⁾ : β ₃₁ = ... = β _{3H}	1	260	0,29	0,5911	2	256	2,54	0,0808	5	244	1,63	0,1523
H ₀ ⁽⁵⁾ : β _{~1} = ... = β _{~H}	4	260	0,14	0,9693	8	256	23,08	0,0001	20	244	9,60	0,0001

¹ GL_n = número de graus de liberdade do numerador.

² GL_d = número de graus de liberdade do denominador.

³ F calculado.

⁴ Valor probabilístico (Pr > F).

desidrogenase (Mancini & Hunt, 2005). Após, os valores começaram a declinar normalmente até atingirem os valores finais na 24^a hora *post-mortem* (5,6 a 6,3; $\hat{\beta}_2$ e $\hat{\beta}_3$, Tabela 6), supostamente, em função dos prótons produzidos pela glicólise do glicogênio residual e pela hidrólise do ATP resintetizado a partir da fosforilação de ADP pela creatina fosfoquinase utilizando creatina fosfato, até o esgotamento da mesma (Lawrie, 1985; Luchiari Filho, 2000; Roça, 2000). Por isso, os dados de pH observados nesse estudo foram ajustados por regressão polinomial de ordem 3 (cúbica), sendo as estimativas dos parâmetros da equação apresentadas na Tabela 6, e os testes estatísticos demonstrados na Tabela 7.

Não houve efeito de grupo genético ($P > 0,05$; Tabela 7) nos parâmetros das curvas e na identidade dos modelos de pH do LD e do SM (Tabela 6). Nesse caso, o pH muscular durante o resfriamento das carcaças poderia ser representado por uma equação comum para o LD: $\hat{y}_{(t)} = 5,7534 + 0,2622X - 0,0290X^2 + 0,0008X^3$ ($r^2 = 0,74$), e por uma equação comum para o SM: $\hat{y}_{(t)} = 5,7962 + 0,2460X - 0,0266X^2 + 0,0007X^3$ ($r^2 = 0,78$). Contudo, houve efeito de peso de abate e da combinação de ambos ($P < 0,05$; Tabela 7) em todos os parâmetros das curvas e na identidade dos modelos de pH do LD, para o parâmetro $\hat{\beta}_0$ (pH inicial) e na identidade dos modelos de pH do SM. Portanto, o pH muscular durante o resfriamento das carcaças deve ser representado por equações individuais para o LD: $\hat{y}_{ij(t)} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{ij} + \hat{\beta}_2 X_{ij}^2 + \hat{\beta}_3 X_{ij}^3$, mas com as taxas de mudança no pH ($\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_2$ e $\hat{\beta}_3$) comum para o SM: $\hat{y}_{ij(t)} = \hat{\beta}_0 + 0,2625X_{ij} - 0,0288X_{ij}^2 + 0,0008X_{ij}^3$. Essas diferenças entre os tratamentos nas curvas de pH muscular do LD e do SM podem ser atribuídas, supostamente, aos diferentes níveis de estresse pré-abate e aos efeitos de temperatura muscular na carcaça dos animais.

Os valores de pH no final das 24 hs de resfriamento para o LD foram: 5,7; 5,9 e 5,9; respectivamente, nos F1 Red Angus abatidos com 480, 520 e 560 kg; e 5,7; 5,9 e 5,9; respectivamente, nos F1 Blonde abatidos com 480, 520 e 560 kg; e para o SM foram: 5,8; 6,3 e 5,6; respectivamente, nos F1 Red Angus abatidos com 480, 520 e 560 kg; e 5,8; 6,0 e 5,7; respectivamente, nos F1 Blonde abatidos com 480, 520 e 560 kg. Os valores de pH do SM superiores a 5,9 na 24^a hora *post-mortem* podem ter ocorrido devido ao maior nível de estresse *ante-mortem* sofrido no segundo abate (520 kg). Considerando que os frigoríficos nacionais só exportam carne com pH mensurado no LD 24 hs *post-mortem* menor que 5,8 (Roça, 2000), nesse aspecto, apenas as carcaças dos animais abatidos com 480 kg poderiam ser destinadas ao mercado internacional.

Os animais abatidos mais pesados, ou seja, apresentando carcaças mais pesadas e com melhores conformações (valor de ICC maior), em geral, apresentaram menores taxas de resfriamento e maiores taxas de queda de pH na carcaça que os mais leves. Além disso, os animais abatidos mais pesados tenderam a apresentar temperatura final mais alta e pH final (24 hs) mais baixo na carcaça em comparação aos mais leves. Esses resultados corroboram aos encontrados por Klont et al. (1999).

A proporção relativa dos cortes primários da carcaça não diferiram ($P>0,05$) entre os grupos genéticos, pesos de abate e interação de ambos (Tabela 8), variando, em média, de 40,9 a 42,5% de dianteiro, 11,2 a 11,9% de ponta de agulha e 45,7 a 47,8% de traseiro especial. Esses resultados estão dentro da faixa indicada por Luchiari Filho (2000), em torno de 38 a 43% de dianteiro, 12 a 16% de ponta de agulha e 45 a 50% de traseiro especial.

O rendimento absoluto (kg) e relativo (% do traseiro especial) dos principais cortes comerciais podem ser visualizados, respectivamente, nas Tabelas 9 e 10. A interação grupo genético x peso de abate não foi significativa ($P>0,05$) para o

rendimento absoluto dos mesmos (Tabela 9). Todavia, a interação foi significativa ($P<0,05$) para o rendimento relativo de aparas de filé mignon (FM), sendo que nos F1 Blonde o rendimento aumentou com a elevação do peso de abate, enquanto nos F1 Red Angus o rendimento praticamente não se alterou (Tabela 10).

Tabela 8. Rendimento dos cortes primários da carcaça de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) *versus* Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos

Grupo Genético (GG)	Peso de Abate (PA)			Média	Valor probabilístico		
	480	520	560		GG	PA	GGxPA
	Dianteiro, %				0,3087	0,3110	0,6163
½ RA ½ N	41,7	40,9	42,5	41,7			
½ BA ½ N	40,9	41,0	41,4	41,1			
Média	41,3	40,9	42,0		CV ¹ = 4,0	EPM ² = 0,3	
	Ponta de agulha, %				0,2361	0,2671	0,4896
½ RA ½ N	11,6	11,8	11,8	11,7			
½ BA ½ N	11,2	11,4	11,9	11,5			
Média	11,4	11,6	11,8		CV ¹ = 5,3	EPM ² = 0,1	
	Traseiro especial, %				0,1462	0,1292	0,7900
½ RA ½ N	46,7	47,3	45,7	46,6			
½ BA ½ N	47,8	47,6	46,7	47,4			
Média	47,3	47,5	46,2		CV ¹ = 3,5	EPM ² = 0,3	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ($P<0,05$), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ CV (%)= coeficiente de variação;

² EPM= erro padrão da média.

Os animais F1 Blonde tiveram maior ($P<0,05$) rendimento absoluto (kg) dos cortes comerciais brutos miolo da alcatra (ALC) e FM (Tabela 9). Do mesmo modo, o abate de animais mais pesados aumentou ($P<0,05$) o rendimento absoluto (kg) de todos os cortes comerciais brutos (contra-filé, miolo da alcatra, picanha e filé mignon) e de suas respectivas aparas (Tabela 9). Esses resultados podem ser atribuídos as maiores taxas de ganho de carcaça dos F1 Blonde (Tabela 1), a melhor conformação da carcaça através do aumento no ICC (Tabela 1) e ao melhor acabamento pelo aumento na

Tabela 9. Rendimento absoluto dos cortes comerciais brutos, aparados e suas respectivas aparas na carcaça de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos

Variáveis	Tratamentos												EPM ¹	Significância ²		
	Grupo Genético (GG)		Peso de Abate (PA)			Interação (GGxPA)						GG		PA	GGxPA	
	½ RA	½ N	½ BA	½ N	480	520	560	½ RA ½ N		½ BA ½ N						
							480	520	560	480	520	560				
Cortes comerciais brutos, kg																
Contra-filé ³	8,7	9,1	7,2 ^c	9,4 ^b	10,2 ^a	7,1	9,3	9,9	7,3	9,4	10,5	0,25	ns	***	ns	
Miolo da alcatra ⁴	3,9 ^B	4,2 ^A	3,6 ^c	4,1 ^b	4,5 ^a	3,5	3,9	4,4	3,7	4,2	4,7	0,08	**	***	ns	
Picanha ⁵	1,6	1,7	1,3 ^b	1,8 ^a	1,9 ^a	1,2	1,7	1,8	1,3	1,8	2,0	0,06	ns	***	ns	
Filé mignon (FM) ⁶	2,7 ^B	2,9 ^A	2,5 ^c	2,8 ^b	3,1 ^a	2,5	2,7	3,0	2,5	2,9	3,2	0,06	*	***	ns	
Cortes comerciais aparados, kg																
Filé de costela ⁷	2,4	2,4	1,9 ^c	2,3 ^b	3,0 ^a	1,9	2,3	3,0	1,9	2,3	3,0	0,09	ns	***	ns	
Filé de lombo ⁸	4,3	4,6	3,7 ^b	4,8 ^a	4,8 ^a	3,7	4,6	4,7	3,7	5,0	5,0	0,13	ns	***	ns	
Miolo da alcatra ⁹	3,0 ^B	3,2 ^A	2,9 ^b	3,1 ^b	3,4 ^a	2,8	2,9	3,3	3,0	3,3	3,5	0,06	**	***	ns	
Picanha ¹⁰	1,2	1,3	0,9 ^b	1,4 ^a	1,4 ^a	0,9	1,3	1,4	1,0	1,4	1,5	0,04	ns	***	ns	
FM com cordão ¹¹	2,1	2,3	2,0 ^b	2,2 ^{ab}	2,4 ^a	2,0	2,2	2,3	2,1	2,2	2,5	0,04	ns	***	ns	
FM sem cordão ¹²	1,9	2,0	1,8 ^b	1,9 ^{ab}	2,1 ^a	1,7	1,9	2,0	1,8	1,9	2,2	0,04	ns	**	ns	
Aparas dos cortes comerciais, kg																
Contra-filé ¹³	2,0	2,1	1,6 ^b	2,3 ^a	2,4 ^a	1,5	2,4	2,2	1,6	2,1	2,5	0,08	ns	***	ns	
Miolo da alcatra ¹⁴	0,9	0,9	0,7 ^b	1,0 ^a	1,1 ^a	0,7	1,0	1,0	0,7	1,0	1,1	0,04	ns	***	ns	
Picanha ¹⁵	0,4	0,4	0,3 ^b	0,4 ^{ab}	0,5 ^a	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,02	ns	*	ns	
Filé mignon ¹⁶	0,5	0,6	0,5 ^b	0,6 ^{ab}	0,7 ^a	0,5	0,5	0,7	0,5	0,7	0,7	0,02	ns	**	ns	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹EPM= erro padrão da média;

²ns= não-significativo (P>0,05), * significativo (P<0,05), ** significativo (P<0,01), *** significativo (P<0,001);

³CV (%)= 9,2; ⁴CV (%)= 6,6; ⁵CV (%)= 14,9; ⁶CV (%)= 9,0;

⁷CV (%)= 9,6; ⁸CV (%)= 11,9; ⁹CV (%)= 7,4; ¹⁰CV (%)= 13,6; ¹¹CV (%)= 9,8; ¹²CV (%)= 9,9;

¹³CV (%)= 16,1; ¹⁴CV (%)= 19,1; ¹⁵CV (%)= 33,0; ¹⁶CV (%)= 20,5.

Tabela 10. Rendimento relativo dos cortes comerciais brutos, aparados e suas respectivas aparas na carcaça de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos

Variáveis	Tratamentos												EPM ¹	Significância ²		
	Grupo Genético (GG)		Peso de Abate (PA)			Interação (GGxPA)						GG		PA	GGxPA	
	½ RA	½ N	½ BA	½ N	480	520	560	½ RA ½ N			½ BA ½ N					
							480	520	560	480	520	560				
Cortes comerciais brutos, % do traseiro especial																
Contra-filé ³	13,5	13,4	12,1 ^b	14,2 ^a	14,0 ^a	12,2	14,3	13,9	12,0	14,2	14,1	0,21	ns	***	ns	
Miolo da alcatra ⁴	6,1	6,2	6,0	6,2	6,2	6,0	6,0	6,1	6,0	6,4	6,3	0,05	ns	ns	ns	
Picanha ⁵	2,5	2,5	2,1 ^b	2,7 ^a	2,6 ^a	2,2	2,7	2,6	2,1	2,7	2,7	0,06	ns	***	ns	
Filé mignon (FM) ⁶	4,2	4,3	4,2	4,2	4,2	4,3	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	0,04	ns	ns	ns	
Cortes comerciais aparados, % do traseiro especial																
Filé de costela ⁷	3,7	3,6	3,2 ^b	3,5 ^b	4,1 ^a	3,2	3,6	4,2	3,2	3,4	4,1	0,08	ns	***	ns	
Filé de lombo ⁸	6,7	6,8	6,2 ^b	7,3 ^a	6,6 ^b	6,4	7,0	6,6	6,1	7,5	6,6	0,12	ns	**	ns	
Miolo da alcatra ⁹	4,7 ^B	4,8 ^A	4,8	4,7	4,7	4,8	4,6	4,6	4,9	4,9	4,7	0,04	*	ns	ns	
Picanha ¹⁰	1,8	1,9	1,6 ^b	2,1 ^a	2,0 ^a	1,6	2,0	1,9	1,6	2,1	2,0	0,05	ns	***	ns	
FM com cordão ¹¹	3,3	3,4	3,4	3,3	3,3	3,4	3,4	3,3	3,4	3,3	3,3	0,04	ns	ns	ns	
FM sem cordão ¹²	2,9	3,0	3,0	2,9	2,9	3,0	2,9	2,8	3,0	2,9	3,0	0,04	ns	ns	ns	
Aparas dos cortes comerciais, % do traseiro especial																
Contra-filé ¹³	3,1	3,1	2,6 ^b	3,4 ^a	3,3 ^a	2,6	3,6	3,1	2,7	3,2	3,4	0,09	ns	***	ns	
Miolo da alcatra ¹⁴	1,4	1,4	1,2 ^b	1,5 ^a	1,5 ^a	1,2	1,5	1,5	1,2	1,5	1,5	0,04	ns	**	ns	
Picanha ¹⁵	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,03	ns	ns	ns	
Filé mignon ¹⁶	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9 ^{Aa}	0,7 ^{Aa}	0,9 ^{Aa}	0,8 ^{Ab}	1,0 ^{Aa}	1,0 ^{Aa}	0,03	ns	ns	*	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹EPM= erro padrão da média;

²ns= não-significativo (P>0,05), * significativo (P<0,05), ** significativo (P<0,01), *** significativo (P<0,001);

³CV (%)= 6,6; ⁴CV (%)= 4,2; ⁵CV (%)= 12,9; ⁶CV (%)= 6,4;

⁷CV (%)= 8,2; ⁸CV (%)= 9,1; ⁹CV (%)= 4,8; ¹⁰CV (%)= 12,7; ¹¹CV (%)= 7,8; ¹²CV (%)= 8,1;

¹³CV (%)= 14,8; ¹⁴CV (%)= 17,8; ¹⁵CV (%)= 28,8; ¹⁶CV (%)= 19,9.

deposição de gordura (Tabela 1 e 3) à medida que se elevou o peso de abate. Entretanto, quando o rendimento dos cortes comerciais brutos for analisado como percentagem do traseiro especial, apenas o contra-filé e a picanha aumentaram ($P<0,05$) o rendimento relativo abatendo animais mais pesados (Tabela 10). Talvez, o aumento no comprimento interno da carcaça ($P<0,01$; 129, 132 e 136 cm, respectivamente, para os animais abatidos com 480, 520 e 560 kg) seja o responsável pelo aumento do rendimento relativo de contra-filé. Adicionalmente, observou-se aumento ($P<0,05$) no rendimento relativo (Tabela 10) das aparas de contra-filé e miolo da alcatra com a elevação do peso de abate.

Analisando os cortes comerciais aparados (filé de costela, filé de lombo, miolo da alcatra, picanha, filé mignon com e sem cordão), ou seja, removendo o efeito do grau de acabamento, nota-se que os rendimentos absolutos (kg) aumentaram ($P<0,05$) à medida que se elevou o peso de abate (Tabela 9), plausível as mudanças no índice de compacidade da carcaça (Tabela 1). Da mesma maneira, o rendimento absoluto (kg) de miolo da alcatra aparado foi maior ($P<0,05$) nos F1 Blonde (Tabela 9), justificado por um verossímil rendimento absoluto superior do quarto traseiro e devido ao maior rendimento absoluto de miolo da alcatra bruto nesses animais.

Além disso, destaca-se que o rendimento relativo do filé de costela, filé de lombo e picanha aparados aumentaram ($P<0,05$) à medida que se elevou o peso de abate, bem como o rendimento relativo de miolo da alcatra aparado também foi maior ($P<0,05$) nos F1 Blonde (Tabela 10). Portanto, a partir dos resultados encontrados para o rendimento dos principais cortes cárneos comerciais exportáveis, infere-se que o abate de animais mais pesados pode melhorar a rentabilidade dos frigoríficos, mas não dos pecuaristas (capítulo II), visto que o mercado europeu paga mil dólares a mais por tonelada de filé mignon sem cordão se aumentar a faixa de peso de 1,361 a 1,814 kg/peça (3 a 4 lb) para

a faixa de 1,814 a 2,268 kg/peça (4 a 5 lb), ou dois mil dólares a mais por tonelada caso incremente a faixa de peso de 1,361 a 1,814 kg/peça para acima de 2,268 kg/peça (Pedroso, comunicação pessoal, 2007¹).

Os coeficientes de correlação (r) indicam a magnitude e a direção do relacionamento entre duas variáveis aleatórias. As altas correlações positivas entre PA, PVF, TC e ICC sugerem que os pesos de carcaça são diretamente relacionados ao tempo de alimentação em confinamento (Tabela 11). O GDC apresentou média correlação negativa com o PA e o TC, mas não apresentou correlação significativa com o PVF e as demais variáveis estudadas (Tabela 11), evidenciando que a taxa de ganho não influencia no rendimento absoluto dos principais cortes cárneos comerciais aparados. Em contrapartida, o RC apresentou média correlação positiva com o PA, PVF e o TC (Tabela 11), por isso foi positivamente associado ao rendimento absoluto dos cortes cárneos comerciais aparados. Ainda que o RC não tenha ligação com a bioeconomicidade e a rentabilidade do produtor na fase de terminação em confinamento (capítulo II), este possui ligação com o valor comercial da carcaça bovina.

As perdas por resfriamento (PR), praticamente, não apresentaram correlação significativa com as demais variáveis estudadas (Tabela 11), demonstrando que a mesma tem ligação fraca com as características da carcaça. Da mesma forma, a proporção de músculo (MUS) também, em geral, não apresentou correlação significativa com as demais variáveis, apenas alta magnitude negativa com a proporção de gordura (GOR, Tabela 11). No entanto, a proporção de osso (OSSO) apresentou de baixa a média correlação negativa com as características da carcaça (Tabela 11), aparentemente, mostrando não desenvolver em relação às outras porções integrantes da carcaça durante a fase de crescimento analisada.

¹ PEDROSO, E.K.; comunicação pessoal, 2007, Independência Alimentos Ltda, SP - Brasil.

Tabela 11. Coeficientes de correlação fenotípica produto-momento de Pearson entre as variáveis

Variáveis	Variáveis ¹															
	PA	PVF	TC	GDC	RC	PR	ICC	OSSO	MUS	GOR	FC	FL	MIO	PIC	FMCC	FMSC
PA		0,79***	0,99***	-0,48**	0,62***	-0,14 ^{ns}	0,78***	-0,50**	-0,26 ^{ns}	0,57***	0,87***	0,62***	0,64***	0,73***	0,50**	0,52***
PVF			0,79***	-0,32 ^{ns}	0,46**	-0,20 ^{ns}	0,90***	-0,37*	-0,07 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,86***	0,67***	0,75***	0,63***	0,52**	0,56***
TC				-0,48**	0,62***	-0,14 ^{ns}	0,78***	-0,50**	-0,26 ^{ns}	0,57***	0,87***	0,62***	0,64***	0,73***	0,50**	0,52***
GDC					0,13 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,34*	0,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}
RC						-0,29 ^{ns}	0,74***	-0,38*	-0,03 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,69***	0,49**	0,69***	0,42*	0,62***	0,64***
PR							-0,29 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,33*	0,03 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	-0,29 ^{ns}
ICC								-0,47**	-0,07 ^{ns}	0,38*	0,89***	0,66***	0,82***	0,60***	0,59***	0,63***
OSSO									-0,31 ^{ns}	-0,34*	-0,45**	-0,70***	-0,51**	-0,61***	-0,30 ^{ns}	-0,39*
MUS										-0,79***	-0,17 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,16 ^{ns}
GOR											0,46**	0,16 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,09 ^{ns}
FC												0,65***	0,76***	0,61***	0,67***	0,71***
FL													0,72***	0,77***	0,53**	0,59***
MIO														0,61***	0,68***	0,74***
PIC															0,42*	0,47**
FMCC																0,93***
FMSC																

¹/ PA (kg) = peso de abate; PVF (kg) = peso vivo final; TC (dias) = tempo de permanência no confinamento; GDC (kg/dia) = ganho diário de carcaça; RC (%) = rendimento de carcaça fria; PR (%) = perdas no resfriamento da carcaça; ICC (kg/cm) = índice de compactidade da carcaça; OSSO (%) = proporção de osso na carcaça; MUS (%) = proporção de músculo na carcaça; GOR (%) = proporção de gordura na carcaça; FC (kg) = filé de costela, corte cárneo também conhecido como entrecôte, noix ou charneira, pode ainda ser chamado de *bife ancho* (espanhol), *entrecôte* (francês) e *cube roll* ou *ribeye roll* (inglês); FL (kg) = filé de lombo; MIO (kg) = miolo ou centro da alcatra; PIC (kg) = picanha; FMCC (kg) = filé mignon com cordão; FMSC (kg) = filé mignon sem cordão.

^{ns} Não-significativo (P>0,05); * Significativo (P<0,05); ** Significativo (P<0,01); *** Significativo (P<0,001).

Nota-se que os cortes comerciais exportáveis (filé de costela, filé de lombo, miolo da alcatra, picanha, filé mignon com e sem cordão) foram positivamente correlacionados com PA, PVF, TC, RC e o ICC, mas não foram correlacionados com o GDC, PR e as proporções de músculo (MUS) e gordura (GOR) na carcaça. (Tabela 11) Por conseguinte, salienta-se que o abate de animais mais pesados melhora o rendimento absoluto dos principais cortes cárneos comerciais exportáveis aparados.

Conclusões

Os animais provenientes do cruzamento de raça continental com zebuína têm maior taxa de ganho de carcaça na terminação em confinamento que os animais provenientes do cruzamento de raça britânica com zebuína.

Os animais inteiros abatidos mais pesados resultam em maior rendimento de carcaça, produzem carcaças com melhor conformação e acabamento, e apresentam maior rendimento dos cortes cárneos na terminação em confinamento que os animais inteiros abatidos mais leves. Além disso, os animais abatidos mais pesados apresentam resfriamento mais lento e queda de pH mais rápida na carcaça, bem como, temperatura mais alta e pH mais baixo na 24^a hora pós-abate comparado aos animais abatidos mais leves.

O peso de abate de animais inteiros é inversamente associado ao desempenho animal e a proporção de osso na carcaça, mas diretamente associado ao rendimento de carcaça, conformação, acabamento e rendimento dos cortes cárneos comerciais exportáveis.

Literatura Citada

- ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Características da carcaça de novilhos de 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.969-977, 2004.
- BARBOSA, P.F. Bovinos – raças puras, novas raças, cruzamentos e compostos de gado de corte. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3, 2000, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, p.124-129, 2000.
- BEEF IMPROVEMENT FEDERATION - BIF. **Guidelines for uniform beef improvement programs**. 7.ed. Reno: University of Nevada, 1996. 153p.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.119-128, 2002.
- FELÍCIO, E.P. Fatores *ante e post-mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: FEALQ, p.79-97, 1997.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcass and cuts**. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, 1946. 20p. (USDA, Technical Bulletin, 926).
- HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R. et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das 9^a, 10^a e 11^a costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.709-718, 2003.
- HWANG, I.H.; THOMPSON, J.M. The interaction between pH and temperature decline early postmortem on the calpain system and objective tenderness in electrically stimulated beef *longissimus dorsi* muscle. **Meat Science**, v.58, p.167-174, 2001
- KLONT, R.E.; BARNIER, V.M.H.; SMULDERS, F.J.M. et al. Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass characteristics. **Meat Science**, v.53, p.195-202, 1999.
- KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in postmortem muscle protein degradation and meat tenderness. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 45, 1992, Knoxville. **Proceedings...** Knoxville: American Meat Science Association, p.63-71, 1992.
- LAWRIE, R.A. **Meat science**. 4.ed. Oxford: Pergamon Press, 1985. 267p.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.
- MANCINI, R.A.; HUNT, M.C. Current research in meat color. **Meat Science**, v.71, p.100-121, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed.rev. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; OLIVEIRA; N.R.M. et al. **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças**. Pelotas, RS: Universidade Federal de Pelotas, 2002. 194p.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.
- OWENS, F.N.; GILL, D.R.; SECRIST, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3152-3172, 1995.
- PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L.; CUBAS, A.C. Características da carcaça de bovinos Canchim e Aberdeen Angus e de seus cruzamentos recíprocos terminados em confinamento. **Ciência Rural**, v.29, n.2, p.331-338, 1999.
- PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. **Intensive beef production**. 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 1974. 546p.
- REGAZZI, A.J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de parâmetros no caso de dados de delineamentos experimentais. **Revista Ceres**, v.46, n.266, p.383-409, 1999.
- REGAZZI, A.J.; SILVA, C.H.O. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. I. dados no delineamento inteiramente casualizado. **Revista de Matemática e Estatística**, v.22, n.3, p.33-45, 2004.
- ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2000. 202p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- THORNLEY, J.H.M.; FRANCE, J. **Mathematical models in agriculture: quantitative methods for the plant, animal and ecological sciences**. 2.ed. Wallingford: CABI, 2007. 906p.

CAPÍTULO IV

Influência do grupo genético de bovinos jovens terminados em confinamento e abatidos com pesos distintos sobre a qualidade da carne

RESUMO: Objetivou-se investigar as características qualitativas da carne de tourinhos mestiços F1 Red Angus x Nelore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) e F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N) terminados em confinamento e abatidos com 480, 520 e 560 kg de peso corporal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos x três pesos de abate) com seis repetições. A maciez, perdas por cocção, índices L^* , a^* , b^* e c^* de cor, frequência relativa das fibras musculares tipo I e IIA, e a composição centesimal do tecido muscular não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelo grupo genético, peso de abate e interação de ambos. Todavia, os tourinhos $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N produziram carne com maiores ($P < 0,05$) teores de 18:1 *cis*-9 *trans*-11 (CLA) e ácidos graxos monoinsaturados; e com menores ($P < 0,05$) relações *n*-6:*n*-3 que os tourinhos $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N. Por outro lado, os tourinhos abatidos mais leves produziram carne com menores ($P < 0,05$) valores de pH, índices h^* de cor, relações *n*-6:*n*-3 e teores de gordura no tecido adiposo; e com maiores ($P < 0,05$) proporções de fibras IIB, teores de umidade, cinzas e proteínas no tecido adiposo, CLA e *n*-3 nas gorduras intramuscular e subcutânea quando comparados aos tourinhos abatidos mais pesados. Além disso, os coeficientes de correlação entre as características avaliadas, em geral, foram de baixa magnitude e não significativos. Logo, conclui-se que a terminação em confinamento de tourinhos F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore e animais abatidos mais leves produzem carne com melhor qualidade.

Palavras-chave: ácido linoléico conjugado, coloração, fibras musculares, maciez, perfil de ácidos graxos, tecido muscular e adiposo

CHAPTER IV

Influence of genetic group of young cattle finished in feedlot and slaughtered with distinct body weights on meat quality

ABSTRACT: The objective in this trial was to investigate the qualitative traits of meat from crossbred F1 Red Angus x Nellore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) and F1 Blond D'Aquitaine x Nellore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N) young bulls, finished on feedlot and slaughtered with 480, 520 and 560 kg of body weight. A completely randomized experimental design in a 2 x 3 (2 genetic groups x 3 slaughter weights) factorial arrangement with six replicates was used. Tenderness, cooking losses, L^* a^* b^* and c^* color indexes, relative frequency of type I and IIA muscle fibers, and the centesimal composition of muscle tissue were not influenced ($P>0.05$) by genetic group, slaughter weight and the interaction of both. However, the $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N young bulls produced meat with higher ($P<0.05$) proportions of *cis-9 trans-11* 18:1 (CLA) and monounsaturated fatty acids; and with lower ($P<0.05$) *n-6:n-3* ratios when compared with the meat of $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N young bulls. Nevertheless, young bulls slaughtered lighter produced meat with lower ($P<0.05$) pH values, h^* color index, *n-6:n-3* ratios and ether extract content in the adipose tissue; and higher ($P<0.05$) type IIB fibers proportions, humidity, ashes and protein contents in the adipose tissue, CLA and *n-3* in the intramuscular and subcutaneous fat when compared to the heavier young bulls slaughtered. Besides, the coefficients of correlation between the characteristics evaluated, in general, had low magnitude and were non-significant. Thereby, F1 Blond D'Aquitaine x Nellore young bulls finished on feedlot and animals slaughtered lighter produce meat with better quality.

Key Words: color, conjugated linoleic acid, fatty acids profile, muscle fibre, muscle and adipose tissue, tenderness

Introdução

As decisões de compra da carne são influenciadas pela cor mais do que qualquer outro fator de qualidade, pois os consumidores usam a descoloração como um indicador de frescor e salubridade (Mancini & Hunt, 2005). A cor é delineada pelos atributos de tonalidade, luminosidade e saturação, chamados de triestímulos. A tonalidade descreve o tipo de cor, a saturação descreve a intensidade com que a tonalidade é diluída em branco, e a luminosidade descreve a intensidade com que a tonalidade é diluída em preto (AMSA, 1991). Os triestímulos podem ser mensurados pelos sistemas de Munsell, CIE ou Hunter, os quais transformam os espectros de reflectância em diagramas tridimensionais de cromaticidade, denominados de espaços ou escalas, considerando principalmente as cores primárias (vermelho, verde e azul) como coordenadas.

O interesse na composição dos tipos de fibras musculares em bovinos é relacionado à suposição de que pode interferir na maciez da carne (Reggiani & Mascarello, 2004). Além disso, o número de fibras musculares formadas durante a miogênese pré-natal e o grau de hipertrofia pós-natal determinam o crescimento do tecido magro e a qualidade final da carne após o abate (Rehfeldt et al., 2004). O tipo de fibra predominante na musculatura dos bovinos tem influência direta sobre as características de qualidade da carne, afetando a maciez, textura, suculência e o rendimento de carne (Aberle et al., 2001). Kirchofer et al. (2002) mencionaram que músculos com maior proporção de fibras brancas têm mais tecido conectivo, menos gordura intramuscular e são menos tenros que músculos com maior proporção de fibras vermelhas. Adicionalmente, destaca-se que não apenas os músculos diferem na composição do tipo de fibras, mas o tipo de fibra dentro de um músculo específico pode ser afetado pela raça, gênero, tempo de alimentação e maturidade. Portanto, o conhecimento das propriedades contráteis, metabólicas e morfológicas das fibras

musculares é importante para o uso adequado dos músculos em produtos com valor agregado.

A composição dos ácidos graxos tem papel importante na definição da qualidade da carne, tanto que são relatadas diferenças para os atributos organolépticos, especialmente o sabor (Wood et al., 2007). A quantidade de gordura e a proporção de ácidos graxos saturados na dieta humana têm sido consideradas como os principais fatores de risco a doenças coronarianas. Entretanto, alguns isômeros do ácido linoléico conjugado apresentam efeitos fisiológicos benéficos à saúde humana, incluindo anticarcinogênico, antiteratogênico, antidiabete, melhoram a resposta imune e podem reduzir a aterosclerose e a gordura corporal (Wang & Jones, 2004; Xu et al., 2006).

A escolha da genética a ser utilizada na terminação em confinamento é fundamental para o sucesso do sistema de produção, pois os diferentes genótipos podem influenciar na taxa de crescimento, eficiência nutricional, composição corporal (Ferrell & Jenkins, 1998) e qualidade da carne (Chambaz et al., 2003). Os sistemas de produção predominantes no país baseiam-se na criação de raças zebuínas, pois a utilização de raças européias puras, as quais reconhecidamente possuem carne mais macia, é limitada pelo clima essencialmente tropical e pela baixa resistência aos ectoparasitas (Padua et al., 2004). Por isso, o cruzamento é uma estratégia que os produtores dispõem para introdução rápida de características desejáveis no rebanho, permitindo explorar a complementaridade entre raças e, principalmente, os efeitos da heterose. Porém, diante das inúmeras opções de raças européias disponíveis, os produtores necessitam de informações sobre quais combinações raciais proporcionam melhores resultados na produção e qualidade de carne.

A determinação do ponto final de abate também é importante para a busca da melhor eficiência na produção de carne. Esses pontos de abate têm se baseado em

idades ou pesos fixos ao invés de níveis de acabamento fixo, pois esses são mais difíceis de serem mensurados. O uso da técnica de ultra-sonografia em tempo real pode estimar o acabamento com certa precisão, contudo sua difusão ainda é limitada na prática comercial. Portanto, a determinação do ponto ideal de abate dos animais pelo peso corporal final representa fator crucial na eficiência produtiva (Costa et al., 2002; Arboitte et al., 2004), além da comercialização dos bovinos ser regida pelo peso de carcaça. Dessa forma, torna-se interessante investigar os pesos de abate dos diferentes grupos genéticos com o intuito de aliar as melhores respostas na eficiência técnico-econômica, qualidade de carcaça e da carne produzida.

Assim, objetivou-se investigar a influência do grupo genético de tourinhos mestiços F1 *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus* terminados em confinamento e abatidos com pesos distintos na qualidade da carne.

Material e Métodos

O animais foram confinados no Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (APTA), situado no município de Colina/SP, e abatidos no frigorífico Minerva[®], localizado em Barretos/SP. A composição centesimal da carne foi realizada no Laboratório de Bromatologia e Análises Minerais, e a maciez da carne efetuada no Laboratório de Classificação e Análises de Carcaças, ambos do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa/SP, e pertencentes à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). O tipo de fibra muscular foi determinado no Laboratório de Biologia Estrutural, e a coloração da carne no Laboratório de Análise de Carnes e Derivados (LabCarnes), ambos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa/MG. O perfil de ácidos graxos foi analisado no Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal (LNCA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em

Piracicaba/SP, pertencente à Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). O experimento foi conduzido no período de agosto de 2005 a novembro de 2006.

Foram utilizados trinta e seis bovinos, machos inteiros, mestiços, sendo dezoito F1 Red Angus x Nelore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N) e dezoito F1 Blonde D'Aquitaine x Nelore ($\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N), com 20 meses de idade média inicial. O peso vivo médio inicial dos F1 Red Angus foi de $447,7 \pm 5,8$ kg e dos F1 Blonde foi de $444,3 \pm 6,5$ kg.

Os tratamentos consistiram-se de dois grupos genéticos (GG): $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N e $\frac{1}{2}$ BA $\frac{1}{2}$ N; e de três pesos de abate (PA): 480, 520 e 560 kg de peso corporal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos x três pesos de abate) com seis repetições, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + b_1(X_{ijk} - \bar{X}) + \varepsilon_{ijk}$$

em que, Y_{ijk} = valor observado no i -ésimo grupo genético, j -ésimo peso de abate e k -ésima repetição; μ = média geral da variável resposta; α_i = efeito do i -ésimo grupo genético; β_j = efeito do j -ésimo peso de abate; $\alpha\beta_{ij}$ = efeito da interação entre o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; b_1 = coeficiente angular da reta de Y_{ijk} em função do peso vivo inicial (PVI) em jejum; X_{ijk} = peso vivo inicial do k -ésimo animal sob o i -ésimo grupo genético e j -ésimo peso de abate; \bar{X} = média geral do peso vivo inicial dos animais; ε_{ijk} = efeito aleatório associado à observação Y_{ijk} , pressuposto $\varepsilon_{ijk} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$.

A dieta foi fornecida *ad libitum* e formulada de acordo com o NRC (1996) para atender às exigências de manutenção de um bovino com 420 kg de peso corporal e ganho de 1,3 kg/dia, contendo, em média, 13% de proteína bruta e 64% de nutrientes totais digestíveis. O perfil de ácidos graxos da dieta experimental é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Composição dos ácidos graxos (g/100g) da dieta experimental de bovinos inteiros mestiços F1 (*Bos taurus* x *Bos indicus*) terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos

Itens	Volumoso ¹	Concentrado ²	Dieta ³
Extrato etéreo (EE, % MS)	0,72	2,07	1,75
Ácidos graxos (AG, % MS)	0,27	2,00	1,25
C _{14:0}	ND	3,64	2,07
C _{16:0}	44,30	34,55	38,77
C _{18:0}	18,26	12,32	14,89
C _{18:1 cis-9}	17,82	26,13	22,54
C _{18:2 cis-9 cis-12}	11,77	16,10	14,23
Outros	7,86	7,26	7,52

¹ Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.).

² Polpa cítrica (58,7%), farelo de algodão (38,9%), uréia (1,3%) e mistura mineral (1,1%) com a seguinte composição por kg: 130 g de Ca, 80 g de P com solubilidade mín. de 90% em ácido cítrico a 2%, 10 g de S, 140 g de Na, 1600 mg de Cu, 1500 mg de Mn, 5000 mg de Zn, 150 mg de I, 100 mg de Co, 30 mg de Se e 800 mg máx. de F.

³ Relação volumoso:concentrado de 43,26:56,74.

ND = não detectado.

A relação volumoso:concentrado foi de 43:57 em base seca, sendo o volumoso utilizado cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e o concentrado composto por polpa cítrica (33,29% na MS), farelo de algodão (22,1% na MS), uréia (0,75% na MS) e mistura mineral completa (0,6% na MS). Informações adicionais sobre o manejo adotado podem ser obtidas no capítulo I.

O abate transcorreu conforme o fluxo normal do frigorífico, sendo removidas as gorduras renal, pélvica e inguinal durante a toaleta da carcaça na linha de abate. Após o abate, as meia-carcaças foram lavadas e conduzidas à câmara fria ($T_{\text{inicial}} = 5 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{final}} = 0 \pm 2^{\circ}\text{C}$) para resfriamento por 24 horas. Durante o resfriamento, os valores de pH no músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé) da meia-carcaça direita foram mensurados nos tempos 0 e 24 horas *post-mortem* utilizando aparelho digital portátil Mettler® Toledo 2000™ (Mettler-Toledo Thornton Inc., Bedford - MA, USA). Decorrido o resfriamento, foram retiradas duas seções do músculo *Longissimus dorsi* (LD) à altura da 12ª e 13ª costelas na meia-carcaça esquerda, com aproximadamente 2,5 cm de espessura cada, as

quais foram devidamente acondicionadas em embalagens plásticas, identificadas e armazenadas em túnel de congelamento à -60°C para análise subsequente.

As variáveis avaliadas na porção do LD à altura da 12ª costela foram as perdas por cocção e textura da carne. Na porção do LD, à altura da 13ª costela foram avaliados a coloração, tipo de fibra muscular, composição centesimal do tecido muscular e adiposo, e perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular (marmorização) e subcutânea (cobertura).

Para determinação das perdas por cocção e textura, as fatias do LD à altura da 12ª costela foram descongeladas sob refrigeração (0 a 2°C) durante 24 horas, cozidas à temperatura de 170°C até atingirem a temperatura de 70°C no centro geométrico das amostras, obtendo-se as perdas na cocção (exsudação + evaporação) pela diferença de peso antes e depois do cozimento. A seguir, a textura foi determinada através da força de cisalhamento (*shear force*) utilizando texturômetro Warner-Bratzler® 2000 (G-R Electrical Manufacturing Company, Manhattan – KS, USA) de acordo com as diretrizes do AMSA (1995), sendo efetuada seis determinações para cada unidade experimental.

A amostragem para avaliação da coloração foi realizada aleatoriamente na porção do LD à altura da 13ª costela. A cor foi analisada pelo sistema da *Commission Internationale de l'Éclairage* - CIE utilizando as coordenadas $L^*a^*b^*$, sendo L^* luminosidade, a^* intensidade de vermelho e b^* intensidade de amarelo, informalmente conhecida como escala CIELAB. Para tanto, os eixos de cor (L^* , a^* , b^*) foram determinados em espectrofotômetro colorimétrico Hunter Lab® Color Quest II Sphere™ (Hunter Associates Laboratory Inc., Reston - VA, USA) com iluminante A, ângulo de observação de 10° e reflectância especular incluída (RSIN). Os valores de cor considerados para cada repetição foram obtidos a partir da média de cinco leituras, com intervalos de quatro segundos entre elas, executadas em diferentes localizações da

superfície da amostra. Os índices de saturação (*chroma* = c^*) e tonalidade (ângulo *hue* = h^*) foram calculados com as seguintes fórmulas: $c^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ e $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ (AMSA, 1991).

As amostras para determinação dos tipos de fibras musculares foram coletadas na porção central do LD à altura da 13ª costela. O método empregado para análise foi o histoquímico. As amostras de tecido muscular congeladas foram transferidas para o criomicrotomo Leica® CM1850™ (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany), mantidas a -20°C, fixadas em suportes metálicos do criostato utilizando resina *Optimal Critical Temperature compound* – OCT Tissue-Tek® (Sakura Finetek, Zoeterwoude, The Netherlands) e efetuados cortes transversais seriados com 10 µm de espessura. Em seguida, os cortes foram montados em lâminas histológicas e estabilizados a temperatura ambiente antes de serem corados. As secções transversais seriadas do músculo LD foram coradas de acordo com o protocolo descrito por Stevens & Palmer (1996), baseando-se nas variações de sensibilidade para atividade de adenosina trifosfatase miofibrilar (m-ATPase) em exposição a diferentes valores de pH. A delimitação das fibras musculares foi fundamentada na associação de dois procedimentos de reação histoquímica da ATPase miofibrilar. Os cortes histológicos foram submetidos à pré-incubação em pH 4,2 para separar as fibras de contração lenta das rápidas (I ≠ IIA+IIB) e pré-incubação em pH 4,6 para distinguir as fibras intermediárias das glicolíticas (IIA ≠ IIB+I), apresentando disposição espacial em mosaico (Figura 1). Assim, a partir da comparação destes dois esquemas, têm-se as diferenciações das fibras conforme a técnica de tipificação proposta por Brooke & Kaiser (1970), classificando-as em tipo I, IIA e IIB.

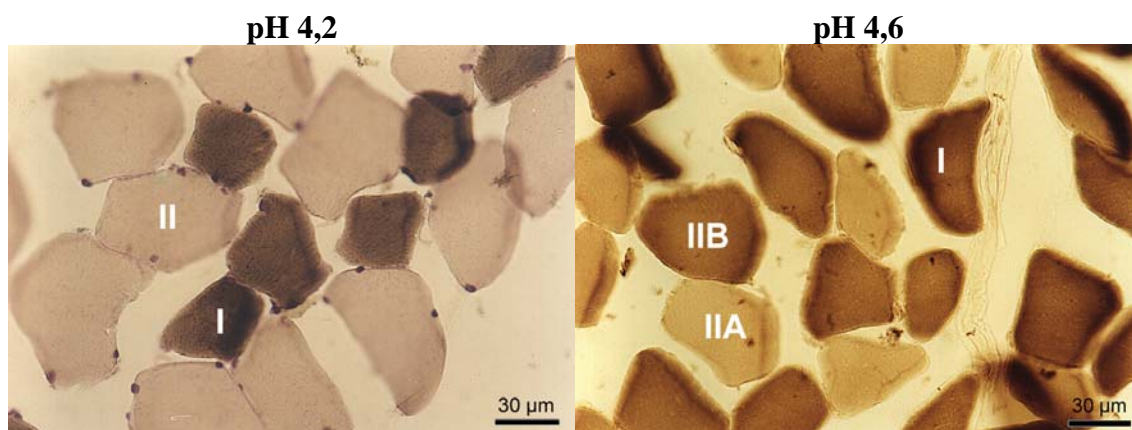


Figura 1. Seções transversais do músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé) de bovinos mestiços, reagidas para estabilidade da ATPase actomiosina Ca^{2+} após pré-incubação em pH 4,2 e 4,6, procedendo-se à identificação dos diferentes tipos de fibras: I, IIA e IIB

As características das fibras musculares foram obtidas pela análise das imagens computadorizadas. As imagens foram capturadas por meio de uma câmera Olympus[®] U-CMAD-2[™] (Olympus Corporation, Tokyo, Japan) acoplada diretamente ao microscópio ótico de luz Olympus[®] BX-60[™] (Olympus Corporation, Tokyo, Japan), com projetiva de 3,3X, objetiva de 20X e auxílio do aplicativo Image-Pro[®] Plus v.4.5.0.29 (Media Cybernetics, Maryland, USA). As imagens digitalizadas também foram obtidas a partir de fotomicrografias convencionais escaneadas em resolução de 300 DPI (*dots per inch*). As imagens foram processadas e as pranchas montadas com o uso do aplicativo Adobe Photoshop[®] v.7.0.1 (Adobe Systems, California, USA) em notebook VAIO[®] VGN-FE650G[™] (Sony Corporation, Tokyo, Japan) dotado de processador Intel[®] Core Duo T2300[™] (Intel Corporation, California, USA), 1.024 MB de memória RAM e sistema operacional Windows[®] XP[™] (Microsoft Corporation, Washington, USA).

A frequência relativa (%) foi calculada pela contagem do número absoluto de cada tipo de fibra na máscara de grade (*grid mask*), dividindo o resultado pelo número total de fibras contadas, e multiplicando o quociente por 100. Para cada unidade experimental (animal) foram realizadas contagens em 10 campos (imagens), obtendo-se

proporções fibrilares médias mais representativas. A contagem do número das fibras foi executada no aplicativo Image-Pro[®] Plus v.4.5.0.29 (Media Cybernetics, Maryland, USA).

As amostras para determinação do perfil de ácidos graxos foram coletadas ao acaso no LD à altura da 13^a costela. A gordura intramuscular (marmorização) e subcutânea (cobertura) foram extraídas conforme o protocolo de Hara & Radin (1978), utilizando 5 g de tecido muscular, 1,5 g de tecido adiposo e solução de hexano:isopropanol 3:2 (v/v). Posteriormente, procedeu-se a transesterificação e metilação segundo os procedimentos descritos por Christie (1982). A identificação e quantificação dos ésteres metilados foi realizada por cromatografia gasosa em aparelho ThermoFinnigan[®] Focus[™] (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham - MA, USA) equipado com injetor automático AS 3000[™], detector de ionização de chama (FID), aplicativo ChromQuest[™] v.4.1, e coluna capilar de sílica fundida Varian[®] CP-Sil 88[™] (Varian Inc., Palo Alto - CA, USA) com 100 m x 0,25 mm x 0,2 µm. Para tanto, as temperaturas do injetor e detector foram, respectivamente, de 250°C e 300°C. O fluxo do gás de arraste (H₂) foi de 1,8 mL/min. O volume de injeção foi de 1 µL com razão de *split* de 1:10. A identificação dos picos foi efetuada pela comparação dos tempos de retenção com padrões de ácidos graxos e a recuperação dos ácidos graxos foi estimada a partir de um manteiga padrão da *Commission of the European Communities CRM 164[™]* (Community Bureau of Reference, Brussels, Belgium). A quantificação dos ácidos graxos foi determinada pela área do pico do éster metílico de interesse em relação a área total dos picos identificados (recuperados), expressa em g/100g de ácidos graxos totais.

Após ter efetuado as amostragens para análise de cor, tipo de fibra muscular e perfil de ácidos graxos, o restante do tecido muscular e adiposo no LD à altura da 13^a costela foram liofilizados separadamente e moídos em liquidificador de aço inox

contendo dióxido de carbono sólido (-79°C). Em seguida, as análises químicas de umidade, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo foram realizadas conforme os procedimentos analíticos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Os dados foram submetidos à análise de variância univariada pelos modelos lineares gerais utilizando o procedimento GLM do SAS[®], suas médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos ordinários com o comando LSMEANS (*Least Squares Means*) e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Adicionalmente, foi efetuada análise de correlação simples entre as variáveis estudadas.

As análises estatísticas foram realizadas no programa SAS[®] *System for Windows*[™] versão 9.0 (SAS Institute Inc., Cary - NC, USA).

Resultados e Discussão

O peso vivo final (PVF) não diferiu ($P>0,05$) entre os grupos genéticos, mas sim ($P<0,05$) entre os pesos de abate (Tabela 2), os quais foram preliminarmente estabelecidos. Os coeficientes angulares de regressão do PVF em função do PA foram exatamente iguais a um (1,0), evidenciando que o controle dos pesos ao abate foi efetivo. O período de permanência no confinamento (TC) não foi pré-determinado, pois foi consequência dos pesos de abate pré-estabelecidos.

A interação grupo genético x peso de abate foi significativa ($P<0,05$) para os valores de pH inicial (Tabela 2). Os animais F1 Red Angus abatidos com 520 kg tiveram maior valor inicial de pH, possivelmente, por terem sofrido menor grau de estresse casual ao abate. Adicionalmente, verifica-se que os valores iniciais de pH encontrados nesse estudo estão abaixo da faixa considerada normal, de 6,9 a 7,2 (Lawrie, 1985). Este fato pode ser justificado pelo provável estresse *ante-mortem* e plausível ao fato dos animais não serem orquiectomizados.

Tabela 2. Peso corporal final em jejum, tempo de alimentação em confinamento, potencial hidrogeniônico (pH) 0 e 24 horas após o abate, maciez (*Shear force*) e perdas por cocção do *Longissimus dorsi* de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) abatidos com três pesos

Grupo Genético (GG)	Peso de Abate (PA)			Média ou equação	Valor probabilístico		
	480	520	560		GG	PA	GGxPA
	Peso vivo final, kg				0,5219	0,0001	0,3127
½ RA ½ N	477,2	523,0	560,4	$\hat{y} = 1,00PA$	$(r^2=0,99)$		
½ BA ½ N	481,5	516,3	572,3	$\hat{y} = 1,00PA$	$(r^2=0,99)$		
Média	479,4 ^a	519,7 ^b	566,4 ^c		CV ¹ = 2,8	EPM ² = 7,3	
	Tempo confinamento ³ , dias				-	-	-
½ RA ½ N	21	50	78	-			
½ BA ½ N	21	50	78	-			
Média	-	-	-		CV ¹ = -	EPM ² = -	
	pH inicial				0,1859	0,0001	0,0487
½ RA ½ N	5,5 ^{Ab}	6,1 ^{Aa}	5,2 ^{Ab}	5,6			
½ BA ½ N	5,5 ^{Aa}	5,6 ^{Aa}	5,3 ^{Aa}	5,5			
Média	5,5	5,9	5,3		CV ¹ = 5,1	EPM ² = 0,06	
	pH 24hs				0,5806	0,0001	0,6128
½ RA ½ N	5,7	5,8	5,9	5,8			
½ BA ½ N	5,7	5,8	5,9	5,8			
Média	5,7 ^c	5,8 ^b	5,9 ^a		CV ¹ = 0,4	EPM ² = 0,01	
	Maciez, kgf/cm ²				0,5230	0,6590	0,7433
½ RA ½ N	4,68	4,10	4,45	4,41			
½ BA ½ N	5,08	4,83	4,26	4,72			
Média	4,88	4,47	4,35		CV ¹ = 32,2	EPM ² = 0,23	
	Perdas por cocção, %				0,3623	0,2251	0,0723
½ RA ½ N	21,9	25,2	30,9	26,0			
½ BA ½ N	24,7	24,8	23,5	24,3			
Média	23,3	25,0	27,2		CV ¹ = 21,3	EPM ² = 0,9	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ($P < 0,05$), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ CV (%)= coeficiente de variação;

² EPM= erro padrão da média;

³ Não analisado estatisticamente.

Os valores finais de pH (24 hs) aumentaram ($P < 0,05$) à medida que se elevou o peso de abate (Tabela 2; Tabela 12), provavelmente, em razão de maior nível de estresse ocasional pré-abate nos animais mais pesados, promovendo depleção nas reservas de glicogênio muscular. Esta justificativa pode ser comprovada pelos menores ($P < 0,05$) valores de pH inicial nos animais abatidos com 560 kg; confirmando a assertiva de

Lawrie (1985), em que a diminuição nas reservas de glicogênio pela produção de ácido láctico ocorre até alcançar o valor de pH inativador das enzimas glicolíticas, aproximadamente 5,4 - 5,5; sendo o ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Além disso, constata-se que não se observou carne DFD (*Dark, Firm and Dry*) ou escura (*dark cutting*), pois os dados de pH observados foram menores que 6,0 (5,65 a 5,94), embora os valores a partir de 5,9 tenham maior propensão de ocorrência desta anomalia. Todavia, os valores de pH mais elevados poderiam conferir maior maciez à carne devido a maior atividade das calpaínas (Gregory, 2007), o que não se comprovou nesse estudo.

Não houve efeito de grupo genético, peso de abate e interação de ambos ($P>0,05$) sobre a força de cisalhamento e perdas por cocção da carne (Tabela 2). A ausência de diferença para a maciez da carne pode ser atribuída, possivelmente, aos elevados pesos de abate e ao curto intervalo entre os mesmos, bem como pela homogeneidade da quantidade de gordura intramuscular (Tabela 5). Pois, conforme Koohmaraie (1992), 85% da variabilidade na maciez da carne bovina ocorre devido às alterações *post-mortem*, ou seja, durante o processo enzimático que leva ao amaciamento da carne (maturação), e os 15% restantes em virtude de diferenças no marmoreio (gordura intramuscular) e tecido conjuntivo (colágeno). Contudo, os resultados encontrados nesse estudo para a força de cisalhamento permitem classificar a carne como macia (abaixo de 6,0 kgf/cm²; Shackelford et al., 1997), mesmo que a carne de bovinos com mais de 25% de genótipo *Bos indicus* seja considerada inaceitável aos padrões dos consumidores norte-americanos (Savell & Shackelford, 1992). Assim, infere-se que a taxa de resfriamento das carcaças foi adequada, evitando que o encurtamento pelo frio (*cold shortening*) pudesse afetar a textura da carne. Salienta-se que os animais F1 Red Angus abatidos com 560 kg tenderam ($P<0,08$) a apresentar maiores perdas por cocção em

relação aos demais, e ainda que os valores obtidos nesse estudo estão dentro da faixa normalmente encontrada na literatura (20,3 a 33,1%; Abularach et al., 1998).

A análise de cor no espaço $L^* c^* h^*$ é muito semelhante ao $L^* a^* b^*$ e utiliza o mesmo diagrama $a^* b^*$ de cromaticidade, embora as coordenadas c^* (saturação) e h^* (tonalidade) sejam cilíndricas. Assim, os menores valores de tonalidade (h^*) indicam coloração mais avermelhada, enquanto os maiores valores indicam coloração mais amarelada. Por outro lado, os maiores valores de saturação (c^*) indicam maior intensidade luminosa, portanto, em carne bovina representam maior saturação de vermelho. Destaca-se ainda que a tonalidade serve para distinguir as cores cromáticas das neutras (puras), encontradas entre os finais dos espectros $0^\circ/360^\circ$, 90° , 180° e 270° .

A luminosidade (L^*) não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3), mas foi positivamente correlacionada ($P<0,05$) com a palidez (b^*), conforme observado na Tabela 12. Os valores de L^* obtidos foram superiores a faixa considerada ideal (34 a 39; Purchas, 1988), resultando em carne classificada como levemente clara. Esses resultados confirmam a suposição prévia da inobservância de carne escura (*dark cutting*) mesmo os animais tendo sofrido provável estresse pré-abate, pois a lactato desidrogenase endógena pode reduzir *post-mortem* o lactato e a metamioglobina (Mancini & Hunt, 2005), promovendo a estabilização da cor.

A interação grupo genético x peso de abate não foi significativa ($P>0,05$) para as coordenadas de cromaticidade (Tabela 3). Nota-se também que não houve diferença ($P>0,05$) de grupo genético nos índices de coloração. No entanto, a tonalidade (h^*) aumentou ($P<0,05$) à medida que se elevou o peso de abate, evidenciando que os animais abatidos mais pesados produzem carne com tonalidade menos avermelhada e mais amarelada que os abatidos mais leves, provavelmente, devido ao maior teor de gordura intramuscular nos mais pesados.

Tabela 3. Índices de luminosidade (L^*), vermelhidão (a^*), palidez/amarelidez (b^*), saturação (c^*) e tonalidade (h^*) do *Longissimus dorsi* de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos

Grupo Genético (GG)	Peso de Abate (PA)			Média	Valor probabilístico		
	480	520	560		GG	PA	GGxPA
		L^*			0,4041	0,2680	0,5686
½ RA ½ N	38,56	40,42	40,20	39,73			
½ BA ½ N	40,01	40,50	40,22	40,24			
Média	39,29	40,46	40,21		CV ¹ = 4,6	EPM ² = 0,30	
		a^*			0,4154	0,0558	0,9305
½ RA ½ N	4,75	5,35	4,50	4,87			
½ BA ½ N	5,03	5,42	4,77	5,07			
Média	4,89	5,39	4,64		CV ¹ = 14,9	EPM ² = 0,12	
		b^*			0,0640	0,1558	0,2019
½ RA ½ N	5,59	7,10	7,09	6,60			
½ BA ½ N	7,28	7,17	7,52	7,32			
Média	6,44	7,14	7,30		CV ¹ = 16,2	EPM ² = 0,20	
		c^*			0,0846	0,2067	0,3376
½ RA ½ N	7,38	8,93	8,41	8,24			
½ BA ½ N	8,86	9,02	8,91	8,93			
Média	8,12	8,97	8,66		CV ¹ = 13,4	EPM ² = 0,20	
		h^*			0,2039	0,0207	0,2396
½ RA ½ N	48,98	52,88	57,48	53,12			
½ BA ½ N	55,06	53,01	57,58	55,22			
Média	52,02 ^b	52,95 ^{ab}	57,53 ^a		CV ¹ = 8,9	EPM ² = 0,89	
		a^*/b^*			0,1791	0,0274	0,2095
½ RA ½ N	0,89	0,77	0,64	0,77			
½ BA ½ N	0,70	0,76	0,64	0,70			
Média	0,80 ^a	0,76 ^{ab}	0,64 ^b		CV ¹ = 19,6	EPM ² = 0,03	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ($P < 0,05$), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

L^* (0 a 100) = 0 indica preto absoluto e 100 indica branco absoluto.

a^* (\pm) = na ausência de azul/amarelo, - (180°) indica verde e + (0° ou 360°) indica vermelho.

b^* (\pm) = na ausência de verde/vermelho, - (270°) indica azul e + (90°) indica amarelo.

c^* (*chroma*) = distância do centro do diagrama tridimensional (cinza) até h^* , representando a intensidade ou saturação de cores.

h^* (*hue*) = ângulo *hue* (0° a 360°), indica a posição da cor no plano cartesiano, onde 0 ou 360° representa vermelho puro, 90° representa o amarelo puro, 180° representa o verde puro e 270° representa o azul puro.

¹ CV (%) = coeficiente de variação;

² EPM = erro padrão da média.

É importante ressaltar que os animais mais pesados tenderam a produzir carne com menor ($P < 0,06$) índice de vermelhidão (a^*) e que os F1 Blonde tenderam a

produzir carne com maior ($P<0,07$) índice de amarelidez (b^*) e maior ($P<0,09$) índice de saturação (c^*), concordando com Baublits et al. (2004), em que o tipo biológico ou tamanho à maturidade (*frame size*) tem pequena influência na cor. Além disso, o índice de amarelidez (b^*) foi positivamente relacionado ($P<0,05$) aos teores de ácidos graxos saturados e inversamente associado ($P<0,05$) aos teores de ácidos graxos insaturados, $n-3$ e $n-6$ (Tabela 12). Em contrapartida, o índice de vermelhidão (a^*) foi negativamente relacionado ($P<0,05$) à maciez da carne (Tabela 12), e os valores de vermelhidão (a^*) foram inferiores a faixa considerada ideal (18 a 22; Purchas, 1988).

A razão entre os índices de vermelhidão e palidez (a^*/b^*) serve para determinar o estado químico geral da mioglobina (Mb), ou seja, estimar indiretamente os teores de oximioglobina (Fe^{2+} , ferroso, estado reduzido, cor vermelho-cereja brilhante) e metamioglobina (Fe^{3+} , férrico, estado oxidado, cor vermelho-marrom). Logo, valores da razão mais próximos de 1 indicam maior conteúdo de oximioglobina (desejável) ao passo que valores mais próximos de 0 indicam maior conteúdo de metamioglobina (indesejável). Nesse estudo, observou-se redução ($P<0,05$) nos valores da razão (a^*/b^*) com a elevação do peso de abate (Tabela 3), indicando que os maiores pesos de abate resultam em carne com pior aparência visual, quiça esteja associado à diminuição das fibras IIB (Tabela 4), por conseguinte, de lactato desidrogenase e, conseqüentemente, a estabilidade da cor (Mancini & Hunt, 2005).

Os índices de luminosidade, amarelidez e tonalidade desse estudo foram menores, respectivamente, que os valores de 30,7 a 32,2 (L^*), 4,4 a 5,1 (b^*) e 20,5 a 22,7 (h^*); e os índices de vermelhidão e saturação foram menores, respectivamente, que os valores de 11,6 a 12,0 (a^*) e 12,4 a 13,1 (c^*) encontrados por Costa et al. (2007) em bovinos mestiços Nelore x Simental inteiros e castrados, mas os autores abateram os animais

mais jovens (11 a 14 meses), incluíram o pH final como covariável e utilizaram outro tipo de colorímetro (Minolta® CR-300™).

As fibras musculares podem ser classificadas de acordo com as suas propriedades contráteis, metabólicas e de cor (Klont et al., 1998). Nos bovinos podem ser identificados três tipos de fibras musculares esqueléticas: oxidativas de contração lenta e coloração vermelha (Tipo I; β -vermelhas ou SO = *Slow-twitch Oxidative*), intermediárias de contração rápida e coloração vermelha (Tipo IIA; α -vermelhas ou FOG = *Fast-twitch Oxidative Glycolytic*) e glicolíticas de contração rápida e coloração branca (Tipo IIB; α -brancas ou FG = *Fast-twitch Glycolytic*), consoante Brooke & Kaiser (1970), Ashmore & Doerr (1971) e Peter et al. (1972). As fibras do tipo I apresentam menor diâmetro, metabolismo aeróbico e velocidade de contração lenta, sendo capazes de se contrair repetidamente com força moderada, numerosas mitocôndrias, ampla vascularização e elevado teor de heme-proteínas (mioglobina), conferindo-lhes a cor vermelha; utilizam preferencialmente ácidos graxos como fonte de energia e são muito resistentes à fadiga devido ao armazenamento de oxigênio pela mioglobina. Em contrapartida, as fibras IIA apresentam diâmetro médio, metabolismo aeróbico e velocidade de contração rápida; possuem intermediário número de mitocôndrias, densidade capilar e elevado teor de mioglobina, tendo a coloração vermelha; enquanto as fibras IIB apresentam maior diâmetro, metabolismo anaeróbico e velocidade de contração rápida com força intensa; possuem poucas mitocôndrias, reduzida vascularização e baixo teor de mioglobina, conferindo-lhes a cor branca; utilizam preferencialmente o glicogênio como substrato energético e são facilmente fatigáveis devido ao acúmulo de ácido láctico (Banks, 1992; Luchiari Filho, 2000; Aberle et al., 2001).

A frequência relativa das fibras tipo I não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 4), permanecendo praticamente constante com a proporção média de 19,8%, sendo próximas aos valores relatados por Wegner et al. (2000). Dessa forma, as fibras tipo I apresentaram menor plasticidade muscular que os demais tipos de fibras, ou seja, menor capacidade de adaptar-se aos estímulos de fatores intrínsecos (genética) e extrínsecos (ambientais). Logo, infere-se que o grupo genético e o peso de abate não afetam a velocidade de contração das fibras.

Tabela 4. Tipos de fibras musculares do *Longissimus dorsi* de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos

Grupo Genético (GG)	Peso de Abate (PA)			Média	Valor probabilístico		
	480	520	560		GG	PA	GGxPA
		I, %			0,0791	0,5640	0,9513
½ RA ½ N	21,3	25,5	22,7	23,1			
½ BA ½ N	15,2	19,7	14,3	16,4			
Média	18,3	22,6	18,5		CV ¹ = 56,1	EPM ² = 1,8	
		IIA, %			0,7862	0,0592	0,5390
½ RA ½ N	32,4	40,3	40,8	37,8			
½ BA ½ N	22,5	40,5	45,9	36,3			
Média	27,4	40,4	43,4		CV ¹ = 44,8	EPM ² = 2,8	
		IIB, %			0,1685	0,0387	0,6466
½ RA ½ N	46,3	34,3	36,5	39,0			
½ BA ½ N	62,3	39,8	39,8	47,3			
Média	54,3 ^a	37,0 ^b	38,2 ^b		CV ¹ = 40,6	EPM ² = 3,1	

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ($P<0,05$), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

I = fibras musculares esqueléticas de metabolismo oxidativo e velocidade de contração lenta.

IIA = fibras musculares esqueléticas de metabolismo óxido-glicolítico e velocidade de contração rápida.

IIB = fibras musculares esqueléticas de metabolismo glicolítico e velocidade de contração rápida.

¹ CV (%)= coeficiente de variação;

² EPM= erro padrão da média.

Observa-se que não houve efeito ($P>0,05$) de grupo genético e interação grupo genético x peso de abate sobre a proporção das fibras musculares, porém houve efeito de peso de abate ($P<0,05$) na modulação das fibras IIB e tendência de peso de abate ($P<0,06$) na modulação das fibras IIA (Tabela 4). Além disso, as fibras IIA foram

positivamente associadas ($P < 0,05$) com o tempo de alimentação em confinamento e pH final da carne, ao passo que as IIB foram inversamente associadas ($P < 0,05$) às mesmas (Tabela 12). Assim, a elevação do peso de abate propiciou redução na frequência das fibras IIB com conseqüente aumento das IIA, provavelmente, pela modulação das fibras IIA estarem associadas à deposição de gordura, uma vez que as fibras vermelhas utilizam preferencialmente ácidos graxos como substrato energético (Banks, 1992; Luchiari Filho, 2000; Aberle et al., 2001) e os músculos com maior proporção das fibras vermelhas possuem mais gordura intramuscular (Kirchofer et al., 2002). Esse comportamento foi semelhante ao relatado por Brandstetter et al. (1998), mas contraditório ao evidenciado por Vestergaard et al. (2000). Talvez, os animais tenham atingindo o platô (*plateau*) de crescimento muscular do LD durante a fase de crescimento analisada. No entanto, mais pesquisas são necessárias para elucidar este comportamento.

A composição centesimal no tecido muscular do LD não diferiu ($P > 0,05$) entre os grupos genéticos, pesos de abate e interação de ambos (Tabela 5), com valores médios de 74,9% de umidade, 1,0% de matéria mineral, 19,8% de proteína e 4,4% de gordura. Há evidências de que o conteúdo mínimo de lipídios para se obter carne assada macia e suculenta é de 2,9 a 3,0% (Savell et al., 1986). Nesse caso, todos os animais produziram carne macia, as quais podem ser comprovadas pelos valores da força de cisalhamento (Tabela 2). A ausência de efeito do peso de abate no teor de lipídios da carne contrariou as expectativas quanto ao acúmulo de gordura durante a fase estudada. Entretanto, é provável que os animais ainda não tivessem atingido a maturidade plena, pois a gordura intramuscular é a última a ser depositada (Owens et al., 1993); aliado ao fato dos animais serem não emasculados, visto que os hormônios andrógenos interferem na

Tabela 5. Composição química dos tecidos muscular e adiposo do *Longissimus dorsi* de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos, em g/100 g de tecido *in natura*

Variáveis	Tratamentos											EPM ¹	Significância ²				
	Grupo Genético (GG)				Peso de Abate (PA)			Interação (GGxPA)						GG	PA	GGxPA	
	½ RA		½ N		480	520	560	½ RA ½ N			½ BA ½ N						
	480	520	560	480				520	560	480	520		560				
Tecido muscular																	
Umidade ³	75,3	74,5	75,4	75,1	74,1	76,0	75,3	74,5	74,8	74,8	73,7	0,3	ns	ns	ns		
Cinzas ⁴	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,01	ns	ns	ns		
Proteína bruta ⁵	19,5	20,0	19,2	20,0	20,1	18,6	19,9	20,0	19,8	20,1	20,2	0,2	ns	ns	ns		
Gordura bruta ⁶	4,3	4,5	4,4	3,9	4,8	4,5	3,8	4,5	4,4	4,1	5,0	0,2	ns	ns	ns		
Tecido adiposo																	
Umidade ⁷	32,2	32,0	40,3 ^a	32,1 ^b	24,0 ^c	39,1	33,3	24,3	41,6	30,9	23,6	1,3	ns	***	ns		
Cinzas ⁸	0,5	0,5	0,7 ^a	0,5 ^b	0,4 ^b	0,6	0,5	0,4	0,7	0,4	0,4	0,02	ns	***	ns		
Proteína bruta ⁹	11,8	12,7	15,6 ^a	11,7 ^{ab}	9,4 ^b	14,4	12,3	8,6	16,7	11,1	10,2	0,8	ns	***	ns		
Gordura bruta ¹⁰	55,5	54,8	43,4 ^c	55,7 ^b	66,3 ^a	45,9	53,9	66,7	41,0	57,6	65,9	2,0	ns	***	ns		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹ EPM= erro padrão da média;

² ns= não-significativo (P>0,05), * significativo (P<0,05), ** significativo (P<0,01), *** significativo (P<0,001);

³ CV (%)= 2,0; ⁴ CV (%)= 7,1; ⁵ CV (%)= 6,1; ⁶ CV (%)= 25,0;

⁷ CV (%)= 14,9; ⁸ CV (%)= 18,6; ⁹ CV (%)= 32,2; ¹⁰ CV (%)= 13,2.

partição do metabolismo energético demandando maior aporte para a síntese protéica ao invés de gordura.

Por outro lado, houve influência do peso de abate ($P < 0,05$) na composição centesimal do tecido adiposo do LD (Tabela 5). A elevação do peso de abate propiciou acréscimo nos teores de gordura e decréscimo nos teores de umidade, cinzas e proteína do tecido adiposo. O declínio nos teores de umidade obviamente foi promovido pelo acúmulo de gordura, enquanto a redução nos teores de cinzas e proteína pode ter sido devido a um efeito dilutivo. Não se observou diferença nos teores de gordura intramuscular (marmoreio) e subcutânea (cobertura) do LD entre os tipos biológicos (*frame size*), implicando que os distintos grupos genéticos estavam no mesmo estágio de acabamento.

A crença de que a carne bovina é a responsável pelo desenvolvimento de doenças coronarianas pode ser desmitificada, considerando que as análises químicas revelaram menos de 5% de gordura na porção muscular (Tabela 5), ao passo que a gordura de cobertura pode ser removida. Além disso, destaca-se que o consumo excessivo de gorduras saturadas é que pode causar doenças cardiovasculares, que a gordura intramuscular da carne dos bovinos é composta por mais de 50% de ácidos graxos insaturados (AGI = monoinsaturado + poliinsaturado; Tabela 8) e contém ácido linoléico conjugado (*Conjugated Linoleic Acids* – CLA, Tabela 7), com propriedades nutracêuticas (Williams, 2000; Xu et al., 2006). Dessa forma, o perfil de ácidos graxos na gordura intramuscular (GIM; Tabelas 6, 7 e 8) e subcutânea (GSC; Tabelas 9, 10 e 11) do LD de bovinos terminados em confinamento são apresentados a seguir.

A GIM foi composta principalmente por ácidos graxos (AG) de cadeia longa (AGCL), em seguida por AG de cadeia média (AGCM), muito longa (AGCML), ímpar (AGCI) e pequena quantidade de cadeia curta (AGCC), conforme pode ser visualizado

na Tabela 8. As proporções médias entre os AG saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturado (AGPI) encontradas na GIM estão dentro da faixa indicada por Scollan et al. (2006), de 45 a 48% de AGS, 35 a 45% de AGMI e mais de 5% de AGPI. O oléico (18:1 *cis*-9) apresentou a maior proporção dos AG identificados na GIM (Tabela 7), o qual pode ser oriundo da dieta ou da hidrogenização de esteárico (18:0) pela atividade catalítica da Δ^9 -dessaturase, codificada pelo gene da esteroil coenzima A dessaturase (Smith et al., 2006; Wood et al., 2007). O palmítico (16:0) foi o principal AGS identificado na GIM (Tabela 6).

Não houve efeito ($P>0,05$) de grupo genético, peso de abate e interação para os teores de láurico (12:0), mirístico (14:0) e palmítico (16:0) na GIM (Tabela 6), considerados hipercolesterolêmicos. Desta forma, os índices de aterogenicidade e trombogenicidade não diferiram ($P>0,05$) na GIM entre os tratamentos (Tabela 8). A qualidade dos AG presentes na gordura e o risco a doenças coronarianas também podem ser avaliados pela relação $AGPI:AGS \geq 0,4$ (Wood et al. 2007). As relações $AGPI:AGS$ na GIM também não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 8), mas foram baixas ($<0,4$) e consideradas típicas (ao redor de 0,1) para bovinos de corte (Scollan et al., 2006). As baixas relações $AGPI:AGS$ na GIM podem ser justificadas pela dieta ter sido pobre em lipídios (Tabela 1), pelas elevadas concentrações de palmítico (16:0; Tabela 6) e em função da reduzida atividade da Δ^9 -dessaturase no C_{16} (Tabela 8), a qual pode ter sido inibida devido ao uso de farelo de algodão na dieta, pois o caroço de algodão contém ácido estercúlico que deprime a atividade da Δ^9 -dessaturase (Smith et al., 2006).

Analisando os isômeros dos ácidos octadecenóicos (18:1) na GIM (Tabela 7), observa-se que os ácidos graxos *trans* (AGT) contribuíram com menor proporção em

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos na gordura intramuscular do *Longissimus dorsi* de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos, em g/100g de ácidos graxos identificados

Ácidos graxos	Grupo Genético (GG)				Peso de Abate (PA)			Interação (GGxPA)						EPM ¹	Significância ²		
	½ RA		½ N		480	520	560	½ RA ½ N			½ BA ½ N				GG	PA	GGxPA
	½ RA	½ N	½ BA	½ N				480	520	560	480	520	560				
12:0 (láurico)	0,08	0,07	0,08	0,08	0,06	0,07	0,09	0,07	0,09	0,07	0,06	0,005	ns	ns	ns		
12:1 (lauroléico)	0,015	0,018	0,017	0,015	0,016	0,014	0,015	0,015	0,020	0,015	0,018	0,001	ns	ns	ns		
13:0 (tridecílico)	0,006	0,007	0,008	0,007	0,004	0,007	0,007	0,005	0,010	0,007	0,003	0,001	ns	ns	ns		
14:0 (mirístico)	2,68	2,65	2,64	2,73	2,64	2,52	2,96	2,58	2,76	2,50	2,71	0,10	ns	ns	ns		
14:1 (miristoléico)	0,48	0,54	0,51	0,50	0,52	0,46	0,49	0,48	0,57	0,50	0,57	0,03	ns	ns	ns		
15:0 (pentadecílico)	0,78	0,85	0,94 ^a	0,85 ^{ab}	0,65 ^b	0,83	0,88	0,62	1,06	0,82	0,68	0,05	ns	*	ns		
16:0 (palmítico)	26,61	26,50	25,79	26,61	27,26	25,38	27,47	26,98	26,20	25,75	27,53	0,32	ns	ns	ns		
16:1 (palmitoléico)	3,32	3,43	3,51	3,32	3,29	3,40	3,28	3,27	3,63	3,36	3,30	0,08	ns	ns	ns		
17:0 (margárico)	0,83	0,79	0,67	0,75	1,01	0,99 ^{Aa}	0,64 ^{Aa}	0,85 ^{Aa}	0,35 ^{Bb}	0,87 ^{Aab}	1,16 ^{Aa}	0,08	ns	ns	*		
17:1	0,70	0,75	0,78 ^a	0,72 ^{ab}	0,67 ^b	0,74	0,67	0,69	0,82	0,76	0,65	0,02	ns	*	ns		
18:0 (esteárico)	15,12	14,51	15,00	15,23	14,20	15,02	15,91	14,41	14,98	14,56	13,99	0,29	ns	ns	ns		
18:1 (oléico)	36,30	37,68	36,35	36,43	38,19	35,89	34,91	38,11	36,82	37,95	38,27	0,38	ns	ns	ns		
18:2 (linoléico)	7,30	6,54	6,95	7,13	6,67	7,48	7,37	7,05	6,43	6,90	6,30	0,32	ns	ns	ns		
18:3 (linolênico)	1,26	1,15	1,46 ^a	1,22 ^{ab}	0,93 ^b	1,60	1,22	0,96	1,31	1,23	0,90	0,06	ns	**	ns		
20:0 (araquídico)	0,004	0,005	0,003	0,003	0,008	0,0003	0,005	0,007	0,005	0,002	0,010	0,001	ns	ns	ns		
20:3 (mead)	0,25	0,24	0,32 ^a	0,23 ^{ab}	0,19 ^b	0,35	0,21	0,19	0,29	0,25	0,18	0,02	ns	*	ns		
20:4 (araquidônico)	0,02 ^B	0,03 ^A	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,003	*	ns	ns		
20:5 (EPA)	0,10	0,08	0,12	0,08	0,06	0,16	0,09	0,04	0,08	0,06	0,08	0,02	ns	ns	ns		
22:0 (behênico)	0,004	0,003	0,007	0,002	0,002	0,007	0,003	0,003	0,007	0,002	0,002	0,001	ns	ns	ns		
22:1 (erúcido)	1,96	1,90	2,23	1,87	1,69	2,37	1,76	1,75	2,09	1,98	1,63	0,15	ns	ns	ns		
22:2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	ns	ns	ns		
22:5 (DPA)	1,31	1,35	1,55	1,32	1,12	1,65	1,17	1,09	1,44	1,46	1,16	0,09	ns	ns	ns		
22:6 (DHA)	0,19	0,21	0,23	0,19	0,17	0,23	0,18	0,16	0,24	0,21	0,18	0,02	ns	ns	ns		
24:0 (lignocérico)	0,48	0,46	0,52	0,45	0,44	0,57	0,41	0,45	0,46	0,48	0,43	0,03	ns	ns	ns		
24:1 (nervônico)	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,002	ns	ns	ns		
Não identificados	5,24	5,38	6,11	4,90	4,91	5,45	5,08	5,19	6,78	4,73	4,63	0,26	ns	ns	ns		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹EPM= erro padrão da média; ²ns= não-significativo (P>0,05), *significativo (P<0,05), **significativo (P<0,01), ***significativo (P<0,001);

Tabela 7. Isômeros geométricos dos ácidos octadecenóicos (C_{18:1}), octadecadienóicos (C_{18:2}) e octadecatrienóicos (C_{18:3}) na gordura intramuscular do *Longissimus dorsi* de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos, em g/100g de ácidos graxos identificados

Ácidos graxos	Grupo Genético (GG)				Peso de Abate (PA)			Interação (GGxPA)						EPM ¹	Significância ²		
	½ RA		½ N		480	520	560	½ RA ½ N			½ BA ½ N				GG	PA	GGxPA
	480	520	560	480				520	560	480	520	560					
18:1																	
<i>cis</i>	34,94	36,12	34,60 ^b	34,87 ^b	37,12 ^a	34,35	33,42	37,06	34,86	36,32	37,17	0,40	ns	*	ns		
<i>cis-9</i>	32,42	33,49	32,01 ^b	32,3 ^{ab}	34,53 ^a	31,80	31,06	34,40	32,23	33,59	34,65	0,40	ns	*	ns		
<i>cis-11</i>	1,82	1,85	1,88	1,78	1,84	1,90	1,63	1,94	1,86	1,93	1,75	0,05	ns	ns	ns		
<i>cis-12</i>	0,27	0,26	0,23 ^b	0,29 ^a	0,27 ^a	0,22	0,29	0,28	0,23	0,28	0,26	0,007	ns	***	ns		
<i>cis-13</i>	0,26 ^B	0,31 ^A	0,27	0,27	0,32	0,25	0,23	0,30	0,30	0,31	0,33	0,01	**	ns	ns		
<i>cis-15</i>	0,17	0,20	0,21	0,20	0,15	0,18	0,20	0,13	0,24	0,19	0,18	0,01	ns	ns	ns		
<i>trans</i>	1,36	1,57	1,76 ^a	1,56 ^a	1,08 ^b	1,55	1,49	1,05	1,97	1,63	1,10	0,09	ns	**	ns		
<i>trans-6-8</i>	0,08	0,09	0,10	0,10	0,07	0,07	0,11	0,07	0,12	0,09	0,06	0,007	ns	ns	ns		
<i>trans-9</i>	0,16	0,17	0,19 ^a	0,18 ^a	0,13 ^b	0,19	0,16	0,14	0,20	0,20	0,12	0,009	ns	*	ns		
<i>trans-10</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-		
<i>trans-11</i>	0,85	1,03	1,15 ^a	1,00 ^{ab}	0,66 ^b	0,98	0,91	0,65	1,33	1,09	0,67	0,07	ns	*	ns		
<i>trans-12</i>	0,15	0,13	0,17	0,13	0,11	0,19	0,15	0,10	0,16	0,11	0,13	0,02	ns	ns	ns		
<i>trans-16</i>	0,12	0,14	0,14 ^{ab}	0,15 ^a	0,10 ^b	0,12	0,15	0,09	0,15	0,14	0,12	0,007	ns	*	ns		
18:2																	
<i>cis-9 cis-12</i>	6,92	6,08	6,44	6,71	6,34	7,05	6,97	6,73	5,84	6,44	5,95	0,33	ns	ns	ns		
<i>trans-11 cis-15</i>	0,12	0,14	0,15	0,12	0,12	0,11	0,11	0,13	0,18	0,14	0,11	0,01	ns	ns	ns		
<i>cis-9 trans-11</i>	0,24 ^B	0,30 ^A	0,34 ^a	0,27 ^b	0,21 ^c	0,29	0,25	0,19	0,39	0,30	0,22	0,01	**	***	ns		
<i>trans-10 cis-12</i>	0,02	0,01	0,02 ^{ab}	0,03 ^a	0,005 ^b	0,03	0,03	0,003	0,01	0,02	0,007	0,004	ns	*	ns		
18:3																	
<i>n-3</i>	1,16	1,05	1,35 ^a	1,13 ^{ab}	0,84 ^b	1,50	1,12	0,88	1,20	1,14	0,81	0,06	ns	**	ns		
<i>n-6</i>	0,10	0,09	0,10 ^a	0,09 ^{ab}	0,08 ^c	0,10	0,10	0,08	0,11	0,09	0,09	0,003	ns	*	ns		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹EPM= erro padrão da média.

²ns= não-significativo (P>0,05), *significativo (P<0,05), **significativo (P<0,01), ***significativo (P<0,001).

ND = não detectado.

Tabela 8. Índices dos ácidos graxos presentes na gordura intramuscular do *Longissimus dorsi* de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos

Ácidos graxos	Grupo Genético (GG)				Peso de Abate (PA)			Interação (GGxPA)						EPM ¹	Significância ²		
	½ RA		½ N		480	520	560	½ RA ½ N			½ BA ½ N				GG	PA	GGxPA
	½ RA	½ N	½ BA	½ N				480	520	560	480	520	560				
Cadeia curta ³	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,01	ns	ns	ns		
Cadeia média ⁴	33,2	33,2	32,6	33,2	33,8	31,8	34,3	33,4	33,3	32,2	34,2	0,5	ns	ns	ns		
Cadeia longa ⁵	60,3	60,2	60,2	60,4	60,3	60,5	59,7	60,8	60,0	61,0	59,7	0,3	ns	ns	ns		
Cadeia muito longa ⁶	4,0	4,0	4,6	3,9	3,4	4,9	3,6	3,5	4,3	4,2	3,4	0,3	ns	ns	ns		
Cadeia ímpar ⁷	2,3	2,4	2,4	2,3	2,3	2,6	2,2	2,2	2,2	2,5	2,5	0,1	ns	ns	ns		
Saturados	46,7	46,0	45,9	46,9	46,4	45,6	48,6	46,1	46,2	45,2	46,7	0,5	ns	ns	ns		
Monoinsaturados	42,8 ^B	44,3 ^A	43,4	42,9	44,4	44,0	44,6	44,5	42,9	41,2	44,3	0,4	*	ns	ns		
Poliinsaturados	10,4	9,6	10,7	10,2	9,2	11,5	10,3	9,5	9,8	10,2	8,8	0,5	ns	ns	ns		
Mono:Saturado	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	0,01	ns	ns	ns		
Poli:Saturado	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,01	ns	ns	ns		
<i>n</i> -3 ⁸	3,0	3,0	3,6 ^a	3,0 ^{ab}	2,5 ^b	3,8	2,9	2,4	3,4	3,2	2,5	0,2	ns	*	ns		
<i>n</i> -6 ⁹	7,7	6,8	7,3	7,5	7,0	8,0	7,8	7,4	6,7	7,2	6,6	0,3	ns	ns	ns		
<i>n</i> -6: <i>n</i> -3	2,7 ^A	2,3 ^B	2,1 ^b	2,5 ^{ab}	3,0 ^a	2,1	2,8	3,2	2,0	2,2	2,7	0,1	*	***	ns		
Δ ⁹ -dessaturase(14) ¹⁰	15,0 ^B	17,1 ^A	16,1	15,5	16,5	15,1	14,0	15,7	17,1	17,1	17,2	0,5	*	ns	ns		
Δ ⁹ -dessaturase(16) ¹¹	11,1	11,5	12,0	11,1	10,7	11,8	10,6	10,8	12,2	11,5	10,7	0,2	ns	ns	ns		
Δ ⁹ -dessaturase(18) ¹²	68,2	69,8	68,1 ^b	68,0 ^b	70,9 ^a	67,9	66,2	70,5	68,3	69,8	71,2	0,5	ns	*	ns		
Δ ⁹ -dessaturase(CLA) ¹³	25,0	24,2	23,8	25,3	24,7	23,9	28,5	22,5	23,8	22,0	26,9	1,5	ns	ns	ns		
Elongase ¹⁴	61,5	61,7	61,7	61,5	61,5	62,1	60,5	61,8	61,4	62,4	61,2	0,3	ns	ns	ns		
Tioesterase ¹⁵	10,4	10,3	10,3	10,3	10,5	11,0	9,6	10,7	9,6	11,0	10,3	0,33	ns	ns	ns		
Aterogenicidade ¹⁶	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,02	ns	ns	ns		
Trombogenicidade ¹⁷	1,3	1,3	1,2	1,3	1,4	1,2	1,5	1,3	1,3	1,2	1,4	0,04	ns	ns	ns		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹EPM= erro padrão da média.

²ns= não-significativo (P>0,05), *significativo (P<0,05), **significativo (P<0,01), ***significativo (P<0,001).

³Σ(C4-C10); ⁴Σ(C12-C16); ⁵Σ(C18-C20); ⁶Σ(C22-C24); ⁷Σ(C11, C13, C15, C17); ⁸Σ(18:1 *cis*-15, 18:2 *trans*-11 *cis*-15, 18:3 *n*-3, 20:5, 22:5, 22:6); ⁹Σ(18:1 *cis*-12, 18:1 *trans*-12, 18:2 *cis*-9 *cis*-12, 18:2 *trans*-10 *cis*-12, 18:3 *n*-6, 20:3, 20:4); ¹⁰100 x [(14:1 *cis*-9 / (14:0 + 14:1 *cis*-9)]; ¹¹100 x [(16:1 *cis*-9 / (16:0 + 16:1 *cis*-9)]; ¹²100 x [(18:1 *cis*-9 / (18:0 + 18:1 *cis*-9)]; ¹³100 x [(18:2 *cis*-9 *trans*-11 / (18:1 *trans*-11 + 18:2 *cis*-9 *trans*-11)]; ¹⁴100 x [(18:0 + 18:1 *n*-9) / (16:0 + 16:1 *cis*-9 + 18:0 + 18:1 *n*-9)]; ¹⁵16:0 / 14:0; ¹⁶[12:0 + (4 x 14:0) + 16:0] / AGI; ¹⁷(14:0 + 16:0 + 18:0) / [(0,5 x AGMI) + (0,5 x AGPI *n*-6) + (3 x AGPI *n*-3) + (AGPI *n*-3 / AGPI *n*-6)].

relação aos ácidos graxos *cis* (AGC), pois os AGT são originados durante a biohidrogenação dos AGI da dieta pelas bactérias ruminais (Wood et al., 2007). No entanto, os AGI estavam presentes em pequena quantidade na dieta (Tabela 1) e, possivelmente, tenham sofrido biohidrogenização mais intensa, visto que a dieta foi a base de cana-de-açúcar, conseqüentemente, com menor taxa de passagem. Nota-se ainda que os AGT (18:1) contribuíram com menos de 2% do total de AG na GIM, e que o isômero mais comum (maior proporção) foi o 18:1 *trans*-11 (ácido vaccênico; Tabela 7). Esses resultados estão de acordo com os relatados na literatura (Lock et al., 2004; Wood et al., 2007). Adicionalmente, verifica-se que os AGC (18:1) aumentaram ($P < 0,05$) enquanto os AGT (18:1) diminuíram ($P < 0,05$) na GIM à medida que se elevou o peso de abate (Tabela 7). O aumento dos AGC (18:1) pode ser explicado pela maior atividade catalítica da Δ^9 -dessaturase no C_{18} nos animais abatidos mais pesados (Tabela 8), ao passo que a diminuição dos AGT (18:1) pode ser devido a um efeito dilutivo.

Em relação aos isômeros dos ácidos octadecadienóicos (18:2) na GIM (Tabela 7), observa-se que o mais comum (maior proporção) foi o *cis*-9 *cis*-12 e que os teores de CLA (*cis*-9 *trans*-11; *trans*-10 *cis*-12) diminuíram ($P < 0,05$) à medida que se elevou o peso de abate. Uma possível explicação para esse resultado pode ser a mesma atribuída aos AGT (18:1), que envolve o baixo teor de AGI da dieta e a alta biohidrogenação ruminal, pois o ácido vaccênico (18:1 *trans*-11) pode ser convertido em ácido rumênico (CLA 18:2 *cis*-9 *trans*-11) pela atividade da enzima Δ^9 -dessaturase (Lock et al., 2004; Smith et al., 2006; Wood et al., 2007), reduzindo sua concentração no rúmen e levando a menor deposição no tecido. Portanto, as maiores concentrações de vaccênico e rumênico (AGT) nos animais abatidos mais leves podem ser benéficas a saúde humana, embora erroneamente seja extrapolado que o consumo elevado de quaisquer isômeros de AGT eleve o risco de doenças coronarianas (Lock et al., 2004; Scollan et al., 2006)

já que a gordura *trans* é associada a aumentos nas concentrações plasmáticas de lipoproteínas de baixa densidade (LDL - *Low Density Lipoprotein*; “mau colesterol”) e redução nas concentrações de lipoproteínas de alta densidade (HDL – *High Density Lipoprotein*; “bom colesterol”) (Williams, 2000).

Outra forma de avaliar a qualidade dos AG presentes na gordura e o risco a doenças coronarianas é através da relação $n-6:n-3 < 4$ (Wood et al. 2007). A relação $n-6:n-3$ aumentou ($P < 0,05$) à medida que se elevou o peso de abate (Tabela 8), justificada pelo decréscimo ($P < 0,05$) dos teores de $n-3$ nos animais abatidos mais pesados (Tabela 8), principalmente de ácido α -linolênico (18:3 $n-3$; Tabela 7). Pois, o ácido α -linolênico (18:3 $n-3$) não compete bem com o linoléico (18:2 $n-6$) para inserção nos fosfolipídios, tendo menor eficiência de incorporação nos tecidos muscular e adiposo, além de sua principal fonte ser gramíneas (dieta volumosa), as quais permanecem por maior tempo no rúmen expostos à biohidrogenação e, dessa maneira, limitando a quantidade disponível para incorporação nos tecidos quando comparado ao 18:2 $n-6$ de dietas concentradas (Wood et al., 2007), como no confinamento por exemplo. Contudo, as relações $n-6:n-3$ foram desejavelmente baixas (< 4), típicas para bovinos de corte (< 3 ; Scollan et al., 2006), refletindo quantidades consideráveis de AGPI $n-3$ (nutricionalmente benéficos) na carne bovina, particularmente de α -linolênico (18:3 $n-3$), eicosapentaenóico (EPA, 20:5 $n-3$), docosapentaenóico (DPA, 22:5 $n-3$) e docosahexaenóico (DHA, 22:6 $n-3$).

Os animais F1 Blonde tiveram menor ($P < 0,05$) relação $n-6:n-3$ na GIM comparados aos F1 Red Angus (Tabela 8). Por outro lado, os F1 Blonde tiveram maiores ($P < 0,05$) teores de ácido araquidônico (20:4 $n-6$; Tabela 6), rumênico (CLA 18:2 *cis-9 trans-11*; Tabela 7) e proporção de AGMI (Tabela 8). A maior proporção de AGMI nos F1 Blonde foi promovida pelos maiores ($P < 0,05$) teores de 18:1 *cis-13*

(Tabela 7) e atividade da Δ^9 -dessaturase no C₁₄ (Tabela 8). Assim, a terminação em confinamento de animais F1 Blonde pode aumentar a adiposidade da carcaça e o acúmulo de marmoreio, mas reduzir as concentrações de CLA *trans*-10 *cis*-12 e a fusibilidade da gordura; já que a atividade da Δ^9 -dessaturase é associada capacidade lipogênica (Archibeque et al., 2005; Smith et al., 2006) e o CLA *trans*-10 *cis*-12 é antilipogênico (Wang & Jones, 2004; Xu et al., 2006).

A gordura subcutânea (GSC) foi composta principalmente por AGCL, em seguida por AGCM, AGCI, e pequena quantidade de AGCML e AGCC, conforme apresentado na Tabela 11. As proporções médias entre os AGS, AGMI e AGPI encontradas na GSC foram, respectivamente, de 49,3%, 47,5% e 3,2% (Tabela 11). A maior proporção de AG identificado na GSC foi oléico (18:1 *cis*-9; Tabela 10), seguida pelo palmítico (16:0; Tabela 9). Os tourinhos F1 Red Angus abatidos com 520 kg tiveram menor ($P<0,05$) proporção de AGMI e relação AGMI:AGS na GSC; ao passo que os F1 Blonde abatidos com 520 kg tiveram menor ($P<0,05$) proporção de AGS. Por isso, vantajosamente os tourinhos F1 Blonde abatidos com 520 kg apresentaram menores ($P<0,05$) índices de aterogenicidade e trombogenicidade na GSC (Tabela 11).

Avaliando os isômeros dos ácidos octadecenóicos (18:1) na GSC (Tabela 10), verifica-se que os AGT contribuíram com menor proporção em relação aos AGC; que o AGC mais comum foi o oléico *cis*-9 e que o AGT mais comum foi o vaccênico, semelhante ao comportamento demonstrado para a GIM. Os AGC aumentaram ($P<0,05$) na GSC à medida que se elevou o peso de abate, com exceção do oléico *cis*-15; ao passo que os AGT diminuíram ($P<0,05$), verossímil a um efeito dilutivo. Os tourinhos F1 Red Angus abatidos com 520 kg apresentaram menores ($P<0,05$) teores de 18:1 total (Tabela 9), 18:1 *cis* total, 18:1 *cis*-9 e 18:1 *cis*-13 (Tabela 10) na GSC

Tabela 9. Perfil de ácidos graxos na gordura subcutânea do *Longissimus dorsi* de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos, em g/100g de ácidos graxos identificados

Ácidos graxos	Grupo Genético (GG)				Peso de Abate (PA)			Interação (GGxPA)						EPM ¹	Significância ²		
	½ RA		½ N		480	520	560	½ RA ½ N			½ BA ½ N				GG	PA	GGxPA
	½ RA	½ N	½ BA	½ N				480	520	560	480	520	560				
12:0 (láurico)	0,11	0,10	0,12	0,10	0,10	0,12	0,11	0,10	0,13	0,09	0,09	0,005	ns	ns	ns		
12:1 (lauroléico)	0,03	0,03	0,03 ^a	0,02 ^b	0,02 ^b	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,001	ns	**	ns		
13:0 (tridecílico)	0,01	0,01	0,02 ^a	0,01 ^b	0,01 ^b	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,001	ns	**	ns		
14:0 (mirístico)	4,42	4,49	4,71	4,34	4,32	4,49	4,65	4,13	4,94	4,03	4,51	0,12	ns	ns	ns		
14:1 (miristoléico)	1,24 ^B	1,56 ^A	1,43	1,43	1,34	1,24	1,29	1,18	1,62	1,56	1,50	0,06	*	ns	ns		
15:0 (pentadecílico)	1,32	1,37	1,61 ^a	1,23 ^b	1,20 ^b	1,56	1,31	1,10	1,66	1,16	1,30	0,06	ns	**	ns		
16:0 (palmítico)	29,79	31,16	30,18	31,16	30,09	28,3 ^{Bb}	31,24 ^{Aa}	29,8 ^{Aab}	32,02 ^{Aa}	31,07 ^{Aa}	30,37 ^{Aa}	0,32	*	ns	*		
16:1 (palmitoléico)	5,42 ^B	6,07 ^A	6,18 ^a	5,90 ^{ab}	5,14 ^b	5,82	5,52	4,92	6,55	6,28	5,36	0,15	*	**	ns		
17:0 (margárico)	0,15	0,16	0,22	0,08	0,17	0,09	0,07	0,27	0,34	0,08	0,07	0,05	ns	ns	ns		
17:1	0,83	0,83	0,83	0,85	0,81	0,88	0,80	0,81	0,77	0,90	0,81	0,02	ns	ns	ns		
18:0 (esteárico)	13,25 ^A	11,82 ^B	12,97	12,02	12,61	13,72	13,28	12,75	12,23	10,77	12,46	0,28	**	ns	ns		
18:1 (oléico)	39,77	39,21	38,38	39,37	40,72	40,1 ^{Aab}	37,81 ^{Bb}	41,40 ^{Aa}	36,65 ^{Aa}	40,92 ^{Aa}	40,05 ^{Aa}	0,48	ns	ns	*		
18:2 (linoléico)	2,84 ^A	2,41 ^B	2,48	2,72	2,68	2,71	3,09	2,73	2,25	2,35	2,64	0,08	**	ns	ns		
18:3 (linolênico)	0,52	0,48	0,51	0,48	0,51	0,57 ^{Aa}	0,49 ^{Aa}	0,51 ^{Aa}	0,46 ^{Ba}	0,46 ^{Aa}	0,51 ^{Aa}	0,01	*	ns	*		
20:0 (araquídico)	0,008	0,007	0,013	0,003	0,005	0,011	0,003	0,008	0,015	0,003	0,002	0,002	ns	ns	ns		
20:3 (mead)	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,002	ns	ns	ns		
20:4 (araquidônico)	0,002 ^B	0,006 ^A	0,008 ^a	0,002 ^b	0,002 ^b	0,004	0,002	0,002	0,013	0,003	0,002	0,001	*	**	ns		
20:5 (EPA)	0,010	0,011	0,006 ^b	0,01 ^{ab}	0,017 ^a	0,006	0,007	0,018	0,005	0,013	0,015	0,001	ns	**	ns		
22:0 (behênico)	0,011	0,011	0,018 ^a	0,005 ^b	0,01 ^{ab}	0,021	0,005	0,008	0,016	0,005	0,013	0,002	ns	**	ns		
22:1 (erúico)	0,033 ^B	0,040 ^A	0,03 ^{ab}	0,042 ^a	0,029 ^b	0,030	0,042	0,027	0,047	0,042	0,032	0,002	*	*	ns		
22:2	0,011	0,011	0,013 ^a	0,010 ^b	0,010 ^b	0,013	0,010	0,010	0,013	0,010	0,010	0,001	ns	*	ns		
22:5 (DPA)	0,027	0,030	0,032	0,028	0,025	0,031	0,027	0,023	0,033	0,030	0,027	0,002	ns	ns	ns		
22:6 (DHA)	traços	traços	0,001	traços	traços	traços	traços	traços	0,002	traços	traços	traços	ns	ns	ns		
24:0 (lignocérico)	0,046	0,041	0,041	0,047	0,043	0,044	0,052	0,042	0,037	0,042	0,045	0,003	ns	ns	ns		
24:1 (nervônico)	0,001	0,003	0,004 ^a	0,002 ^a	traço ^b	0,003	traços	traços	0,005	0,003	traços	0,001	ns	*	ns		
Não identificados	3,28	3,37	3,48	3,35	3,15	3,65	3,19	3,00	3,30	3,50	3,30	0,08	ns	ns	ns		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹EPM= erro padrão da média; ²ns= não-significativo (P>0,05), *significativo (P<0,05), **significativo (P<0,01), ***significativo (P<0,001);

Tabela 10. Isômeros geométricos dos ácidos octadecenóicos (C_{18:1}), octadecadienóicos (C_{18:2}) e octadecatrienóicos (C_{18:3}) na gordura subcutânea do *Longissimus dorsi* de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos, em g/100g de ácidos graxos identificados

Ácidos graxos	Grupo Genético (GG)				Peso de Abate (PA)			Interação (GGxPA)						EPM ¹	Significância ²		
	½ RA		½ N		480	520	560	½ RA			½ BA				GG	PA	GGxPA
	½ RA	½ N	½ BA	½ N				480	520	560	480	520	560				
	18:1																
<i>cis</i>	37,74	37,30	35,90	37,59	39,06	37,4 ^{Aab}	36,00 ^{Bb}	39,82 ^{Aa}	34,41 ^{Aa}	39,18 ^{Aa}	38,29 ^{Aa}	0,51	ns	*	*		
<i>cis-9</i>	35,37	34,92	33,71	35,17	36,55	35,1 ^{Aab}	33,73 ^{Bb}	37,24 ^{Aa}	32,29 ^{Ab}	36,61 ^{Aa}	35,9 ^{Aab}	0,48	ns	*	*		
<i>cis-11</i>	1,52	1,53	1,41 ^b	1,57 ^{ab}	1,60 ^a	1,43	1,47	1,67	1,39	1,67	1,53	0,03	ns	*	ns		
<i>cis-12</i>	0,30 ^A	0,27 ^B	0,26	0,30	0,30	0,28	0,31	0,31	0,23	0,28	0,29	0,01	*	ns	ns		
<i>cis-13</i>	0,31	0,34	0,27	0,34	0,37	0,28 ^{Aab}	0,27 ^{Bb}	0,38 ^{Aa}	0,26 ^{Ab}	0,41 ^{Aa}	0,36 ^{Aab}	0,01	ns	*	*		
<i>cis-15</i>	0,24	0,23	0,26 ^a	0,21 ^b	0,23 ^{ab}	0,27	0,22	0,22	0,24	0,20	0,24	0,01	ns	*	ns		
<i>trans</i>	2,03	1,91	2,47 ^a	1,77 ^b	1,67 ^b	2,71	1,81	1,57	2,23	1,73	1,76	0,09	ns	***	ns		
<i>trans-6-8</i>	0,12	0,08	0,13	0,08	0,08	0,17	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,01	ns	ns	ns		
<i>trans-9</i>	0,23	0,18	0,26 ^a	0,18 ^b	0,18 ^b	0,33	0,18	0,19	0,19	0,17	0,18	0,01	ns	*	ns		
<i>trans-10</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-		
<i>trans-11</i>	1,36	1,32	1,67 ^a	1,23 ^b	1,14 ^b	1,78	1,26	1,05	1,56	1,20	1,22	0,06	ns	***	ns		
<i>trans-12</i>	0,16	0,16	0,23 ^a	0,14 ^{ab}	0,11 ^b	0,24	0,14	0,10	0,23	0,13	0,12	0,02	ns	*	ns		
<i>trans-16</i>	0,16	0,16	0,18	0,15	0,15	0,19 ^{Aa}	0,15 ^{Ab}	0,14 ^{Bb}	0,17 ^{Aa}	0,15 ^{Aa}	0,16 ^{Aa}	0,005	ns	***	*		
	18:2																
<i>cis-9 cis-12</i>	2,37 ^A	1,89 ^B	1,83	2,28	2,28	2,03	2,70	2,38	1,64	1,86	2,18	0,10	**	ns	ns		
<i>trans-11 cis-15</i>	0,10	0,11	0,15 ^a	0,09 ^b	0,08 ^b	0,16	0,08	0,07	0,14	0,09	0,09	0,01	ns	***	ns		
<i>cis-9 trans-11</i>	0,36	0,41	0,50 ^a	0,35 ^b	0,32 ^b	0,52	0,30	0,28	0,48	0,39	0,36	0,02	ns	***	ns		
<i>trans-10 cis-12</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-		
	18:3																
<i>n-3</i>	0,41 ^A	0,37 ^B	0,38	0,38	0,41	0,43	0,39	0,41	0,34	0,37	0,40	0,01	*	ns	ns		
<i>n-6</i>	0,11	0,11	0,13 ^a	0,10 ^b	0,10 ^b	0,14	0,10	0,09	0,12	0,09	0,11	0,004	ns	***	ns		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹EPM= erro padrão da média.

²ns= não-significativo (P>0,05), *significativo (P<0,05), **significativo (P<0,01), ***significativo (P<0,001).

ND = não detectado.

Tabela 11. Índices dos ácidos graxos presentes na gordura subcutânea do *Longissimus dorsi* de tourinhos F1 Red Angus (RA) ou Blonde D'Aquitaine (BA) versus Nelore (N) terminados em confinamento e abatidos com três pesos

Ácidos graxos	Grupo Genético (GG)				Peso de Abate (PA)			Interação (GGxPA)						EPM ¹	Significância ²		
	½ RA		½ N		480	520	560	½ RA ½ N			½ BA ½ N				GG	PA	GGxPA
	480	520	560	480				520	560	480	520	560					
Cadeia curta ³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,004	ns	ns	ns	
Cadeia média ⁴	41,0 ^B	43,4 ^A	42,7	42,9	41,0	40,0	42,8	40,2	45,3	43,1	41,9	0,5	**	ns	ns		
Cadeia longa ⁵	56,4 ^A	54,0 ^B	54,4	54,6	56,6	57,2	54,7	57,4	51,7	54,6	55,7	0,5	**	ns	ns		
Cadeia muito longa ⁶	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	ns	ns	ns		
Cadeia ímpar ⁷	2,3	2,4	2,7 ^a	2,2 ^b	2,2 ^b	2,6	2,2	2,2	2,8	2,2	2,2	0,1	ns	*	ns		
Saturados	49,2	49,3	50,0	49,1	48,6	48,5 ^{Aa}	50,9 ^{Aa}	48,3 ^{Aa}	51,5 ^{Aa}	47,4 ^{Ba}	49,0 ^{Aa}	0,5	ns	ns	*		
Monoinsaturados	47,3	47,7	46,9	47,6	48,1	48,1 ^{Aa}	45,5 ^{Ba}	48,4 ^{Aa}	45,7 ^{Aa}	49,7 ^{Aa}	47,8 ^{Aa}	0,5	ns	ns	*		
Poliinsaturados	3,4 ^A	3,0 ^B	3,1	3,3	3,3	3,4	3,7	3,3	2,8	2,9	3,2	0,1	**	ns	ns		
Mono:Saturado	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0 ^{Aa}	0,9 ^{Ba}	1,0 ^{Aa}	0,9 ^{Aa}	1,1 ^{Aa}	1,0 ^{Aa}	0,02	ns	ns	*		
Poli:Saturado	0,07 ^A	0,06 ^B	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,07	0,002	*	ns	ns		
<i>n</i> -3 ⁸	0,8	0,7	0,8 ^a	0,7 ^b	0,8 ^a	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,02	ns	*	ns		
<i>n</i> -6 ⁹	3,0 ^A	2,5 ^B	2,5	2,8	2,8	2,7	3,3	2,9	2,3	2,4	2,7	0,1	**	ns	ns		
<i>n</i> -6: <i>n</i> -3	3,8	3,3	3,0 ^b	4,0 ^a	3,7 ^{ab}	3,1	4,6	3,9	3,0	3,5	3,6	0,2	ns	*	ns		
Δ ⁹ -dessaturase(14) ¹⁰	21,5 ^B	25,8 ^A	23,1	24,7	23,2	21,4	21,6	21,6	24,7	27,8	24,8	0,8	**	ns	ns		
Δ ⁹ -dessaturase(16) ¹¹	15,4	16,3	17,0 ^a	15,9 ^{ab}	14,5 ^b	17,0	15,0	14,1	17,0	16,8	15,0	0,3	ns	**	ns		
Δ ⁹ -dessaturase(18) ¹²	72,7	74,6	72,2	74,5	74,3	72,0	71,7	74,5	72,4	77,3	74,2	0,6	ns	ns	ns		
Δ ⁹ -dessaturase(CLA) ¹³	20,9 ^B	23,6 ^A	23,0	21,8	22,1	22,6	18,9	21,2	23,3	24,6	23,0	0,5	**	ns	ns		
Elongase ¹⁴	58,1	55,7	56,3	56,1	58,3	59,0 ^{Aa}	56,2 ^{Aa}	59,1 ^{Aa}	53,6 ^{Bb}	56,0 ^{Aab}	57,6 ^{Aa}	0,5	**	ns	*		
Tioesterase ¹⁵	6,8	7,1	6,5	7,3	7,1	6,3	6,7	7,5	6,7	7,8	6,8	0,2	ns	ns	ns		
Aterogenicidade ¹⁶	0,94	0,98	0,99	0,96	0,93	0,90 ^{Aa}	1,02 ^{Aa}	0,90 ^{Aa}	1,08 ^{Aa}	0,90 ^{Ba}	0,96 ^{Aa}	0,02	ns	ns	*		
Trombogenicidade ¹⁷	1,78	1,79	1,83	1,78	1,74	1,71 ^{Aa}	1,90 ^{Aa}	1,72 ^{Aa}	1,94 ^{Aa}	1,66 ^{Ba}	1,77 ^{Aa}	0,03	ns	ns	*		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas e por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05), respectivamente, entre grupos genéticos e pesos de abate pelo teste de Tukey.

¹EPM= erro padrão da média.

²ns= não-significativo (P>0,05), *significativo (P<0,05), **significativo (P<0,01), ***significativo (P<0,001).

³Σ(C4-C10); ⁴Σ(C12-C16); ⁵Σ(C18-C20); ⁶Σ(C22-C24); ⁷Σ(C11, C13, C15, C17); ⁸Σ(18:1 *cis*-15, 18:2 *trans*-11 *cis*-15, 18:3 *n*-3, 20:5, 22:5, 22:6); ⁹Σ(18:1 *cis*-12, 18:1 *trans*-12, 18:2 *cis*-9 *cis*-12, 18:2 *trans*-10 *cis*-12, 18:3 *n*-6, 20:3, 20:4); ¹⁰100 x [(14:1 *cis*-9 / (14:0 + 14:1 *cis*-9)]; ¹¹100 x [(16:1 *cis*-9 / (16:0 + 16:1 *cis*-9)]; ¹²100 x [(18:1 *cis*-9 / (18:0 + 18:1 *cis*-9)]; ¹³100 x [(18:2 *cis*-9 *trans*-11 / (18:1 *trans*-11 + 18:2 *cis*-9 *trans*-11)]; ¹⁴100 x [(18:0 + 18:1 *n*-9) / (16:0 + 16:1 *cis*-9 + 18:0 + 18:1 *n*-9)]; ¹⁵16:0 / 14:0; ¹⁶[12:0 + (4 x 14:0) + 16:0] / AGI; ¹⁷(14:0 + 16:0 + 18:0) / [(0,5 x AGMI) + (0,5 x AGPI *n*-6) + (3 x AGPI *n*-3) + (AGPI *n*-3 / AGPI *n*-6)].

que os demais, justificando a menor proporção de AGMI relatada anteriormente para esses animais.

Os F1 Red Angus tiveram maior ($P < 0,05$) concentração de 18:2 total (Tabela 9) e 18:2 *cis-9 cis-12* (Tabela 10) na GSC, enquanto os F1 Blonde tiveram maior ($P > 0,15$) concentração de ácido rumênico (CLA 18:2 *cis-9 trans-11*) na GSC (Tabela 10), devido a maior ($P < 0,05$) atividade da Δ^9 -dessaturase no CLA (Tabela 11). As concentrações de ácido rumênico e 18:2 *trans-11 cis-15* reduziram ($P < 0,05$) na GSC à medida que se elevou o peso de abate (Tabela 10), embora o 18:2 total não tenha sido afetado ($P > 0,05$) pelo peso de abate (Tabela 9). A redução das concentrações de ácido rumênico na GSC podem ser explicadas pelo efeito de diluição e pela diminuição de ácido vaccênico, o qual é convertido em rumênico pela Δ^9 -dessaturase (Archibeque et al., 2005). O isômero de CLA *trans-10 cis-12* não foi detectado na GSC (Tabela 10).

A concentração de 18:3 *n-6* reduziu ($P < 0,05$) na GSC à medida que se elevou o peso de abate (Tabela 10), enquanto o 18:3 total não foi afetado ($P > 0,05$) pelo peso de abate (Tabela 9). Todavia, houve maior ($P < 0,05$) concentração de 18:3 total (Tabela 9) e 18:3 *n-3* (Tabela 10) na GSC dos tourinhos F1 Red Angus que dos F1 Blonde; bem como a interação foi significativa para os teores de 18:3 total, demonstrando que os F1 Red Angus abatidos com 480 kg tiveram maiores ($P < 0,05$) concentrações de 18:3 total na GSC (Tabela 9), provavelmente, devido à dieta anterior e ao efeito de diluição a medida que estes animais apresentaram menor gordura de cobertura.

Os tourinhos F1 Red Angus tiveram menor ($P < 0,05$) proporção de AGCM e maior ($P < 0,05$) proporção de AGCL que os F1 Blonde, explicados pela maior atividade da elongase nos F1 Red Angus (Tabela 11). Os F1 Red Angus tiveram também maior ($P < 0,05$) proporção de AGPI, relação AGPI:AGS e teor de *n-6* na GSC comparado aos F1 Blonde (Tabela 11), em virtude das maiores concentrações de 18:2 e 18:3 (Tabela 9)

nos F1 Red Angus. Destaca-se ainda que as relações AGPI:AGS foram baixas (ideal $\geq 0,4$; Wood et al. 2007), demonstrando as reduzidas concentrações de AGPI e elevadas de AGS presentes na GSC.

A proporção de AGCI diminuiu ($P < 0,05$) na GSC à medida que se elevou o peso de abate (Tabela 11), em decorrência da redução ($P < 0,05$) nos teores de tridecílico (13:0) e pentadecílico (15:0) e ao efeito de diluição com o abate de animais mais pesados (Tabela 9). Os animais abatidos mais leves tiveram menor ($P < 0,05$) relação $n-6:n-3$ na GSC (Tabela 11), sendo que os valores oscilaram entre a relação considerada ideal ($n-6:n-3 < 4$; Wood et al. 2007). Entretanto, infere-se que os teores de $n-3$ e $n-6$ foram baixos na GSC (Tabela 11) em relação aos observados na GIM (Tabela 8). Ainda que, os teores de AGCML obtidos na GSC (Tabela 9) foram extremamente baixos quando comparados aos evidenciados na GIM (Tabela 6).

A GSC (tecido adiposo; Tabela 10) apresentou maior proporção de ácido oléico (18:1 *cis*-9), vaccênico (18:1 *trans*-11) e rumênico (CLA 18:2 *cis*-9 *trans*-11) comparada a GIM (tecido muscular; Tabela 7), pois os mesmos se encontram em maior proporção nos triacilgliceróis ou lipídios neutros (tecido adiposo) que nos fosfolipídios presentes principalmente nos músculos (Wood et al. 2007). Por outro lado, a GSC (Tabela 10) apresentou menor proporção de 18:3 $n-3$ (α -linolênico) e 18:2 $n-6$ (linoléico *cis*-9 *cis*-12; CLA *trans*-10 *cis*-12) que a GIM (Tabela 7), tanto que o CLA *trans*-10 *cis*-12 não foi detectado na GSC (Tabela 10) mas sim na GIM (Tabela 7); porque normalmente os mesmos encontram-se em maior proporção nos fosfolipídios que nos lipídios neutros de bovinos (Wood et al., 2007).

Além disso, observa-se que a atividade catalítica da Δ^9 -dessaturase no C_{14} , C_{16} e C_{18} foi maior na GSC (Tabela 11) que na GIM (Tabela 8), confirmada pelas maiores

Tabela 12. Coeficientes de correlação fenotípica produto-momento de Pearson entre as variáveis

Variáveis	Variáveis ¹															
	PVF	TC	pH	Maciez	L*	a*	b*	I	IIA	IIB	GIM	AGS	AGI	n-3	n-6	CLA
PVF		0,79***	0,73***	-0,17 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,42**	-0,06 ^{ns}	-0,66***
TC			0,91***	-0,16 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,39*	-0,37*	0,12 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,44**	-0,07 ^{ns}	-0,59**
pH				-0,19 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,44**	-0,42*	0,13 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,00 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,60**
Maciez					-0,06 ^{ns}	-0,34*	-0,11 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,35 ^{ns}
L*						0,13 ^{ns}	0,72***	-0,23 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,32 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	-0,15 ^{ns}
a*							0,37*	0,03 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,15 ^{ns}
b*								-0,30 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,41*	-0,41*	-0,40*	-0,39*	-0,11 ^{ns}
I									-0,17 ^{ns}	-0,43**	-0,20 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,33 ^{ns}	-0,10 ^{ns}
IIA										-0,82***	-0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,15 ^{ns}
IIB											0,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,18 ^{ns}
GIM												-0,18 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,19 ^{ns}
AGS													-1,00***	-0,72***	-0,70***	-0,26 ^{ns}
AGI														0,72***	0,70***	0,26 ^{ns}
n-3															0,79***	0,29 ^{ns}
n-6																-0,03 ^{ns}
CLA																

¹/ PVF (kg) = peso vivo final; TC (dias) = tempo de alimentação em confinamento; pH = potencial hidrogeniônico 24 horas pós-abate; Maciez (kgf/cm²) = força de cisalhamento ou *Shear force*; L* = índice de luminosidade; a* = índice de vermelhidão; b* = índice de palidez (amarelidez); I (%) = fibras musculares esqueléticas de metabolismo oxidativo e velocidade de contração lenta; IIA (%) = fibras musculares esqueléticas de metabolismo óxido-glicolítico e velocidade de contração rápida; IIB (%) = fibras musculares esqueléticas de metabolismo glicolítico e velocidade de contração rápida; GIM (%) = gordura intramuscular do *Longissimus dorsi* (LD); AGS (g/100g) = ácidos graxos saturados na gordura intramuscular do LD; AGI (g/100g) = ácidos graxos insaturados na gordura intramuscular do LD; n-3 (g/100g) = ácidos graxos ômega-3 na gordura intramuscular do LD; n-6 (g/100g) = ácidos graxos ômega-6 na gordura intramuscular do LD; CLA (g/100g) = ácidos linoléico conjugados (18:2 *cis*-9 *trans*-11 + 18:2 *trans*-10 *cis*-12) na gordura intramuscular do LD.

^{ns} Não-significativo (P>0,05); * Significativo (P<0,05); ** Significativo (P<0,01); *** Significativo (P<0,001).

concentrações de AGMI na GSC (Tabela 11) que na GIM (Tabela 8) e corroborando com Archibeque et al. (2005). Esses resultados sugerem que a atividade da dessaturase é essencial para o desenvolvimento subsequente da capacidade lipogênica do tecido adiposo subcutâneo em tourinhos na fase de terminação em confinamento, e consistentes com o relato de Smith et al. (2006), que a expressão do gene da dessaturase é alta durante a diferenciação do adipócito. Adicionalmente, destaca-se que a maior atividade catalítica da Δ^9 -dessaturase possa estar associada a ausência de CLA *trans*-10 *cis*-12 (Smith et al., 2006) na GSC (Tabela 10); e ao incremento da adiposidade, tornando-a mais insaturada e reduzindo a dureza da gordura.

Os coeficientes de correlação entre as características avaliadas foram, geralmente, baixos e não significativos (Tabela 12). Talvez, essas baixas e pouco significativas correlações entre as variáveis pudesse ser melhorada em ensaios com maior número de amostras. Entretanto, verificou-se média correlação significativa negativa entre o peso vivo final (PVF) e o tempo de alimentação em confinamento (TC) com os teores de *n*-3 e CLA, indicando que os animais abatidos mais leves produziram carne mais saudável ao consumidor.

Conclusões

O uso de animais oriundos do cruzamento entre raça continental e zebuína na fase de terminação em confinamento, com dietas pobres em lipídios, resulta em carne mais rica em CLA, com maior teor de ácidos graxos monoinsaturados e menor relação *n*-6:*n*-3 comparados ao uso de animais oriundos do cruzamento entre raça britânica e zebuína.

Animais abatidos mais leves produzem carne mais avermelhada, mais rica em ômega-3 e CLA, e vantajosamente com menor relação *n*-6:*n*-3 que abatidos mais

pesados, além de apresentarem maior umidade, minerais, proteínas e menor lipídios no tecido adiposo.

Animais inteiros mestiços F1 *Bos taurus* x *Bos indicus* terminados em confinamento produzem carne macia.

Literatura Citada

- ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E. et al. **Principles of meat science**. 4.ed. New York: Hunt Publishing, 2001. 354p.
- ABULARACH, M.L.S; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION – AMSA. Guidelines for meat color evaluation. In:RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 44, 1991, Manhattan, KS. **Proceedings...** Chicago: National Live Stock and Meat Board, p.232-249, 1991.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION – AMSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat**. Chicago: National Live Stock and Meat Board, 1995. 47p.
- ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos de 5/8 Nelore - 3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.959-968, 2004.
- ARCHIBEQUE, S.L.; LUNT, D.K.; GILBERT, C.D. et al. Fatty acid indices of stearoyl-CoA desaturase do not reflect actual stearoyl-CoA desaturase enzyme activities in adipose tissues of beef steers finished with corn-, flaxseed-, or sorghum-based diets. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1153–1166, 2005.
- ASHMORE, C.R.; DOERR, L. Comparative aspects of muscle after types in different species. **Experimental Neurology**, v.31, p.408-418, 1971.
- BANKS, W.J. Tecido muscular. In: **Histologia veterinária aplicada**. 2.ed. São Paulo: Manole, cap.13, p.215-236, 1992.
- BAUBLITS, R.T.; BROWN, A.H.; POHLMAN, F.W. et al.. Brown carcass and beef color characteristics of three biological types of cattle grazing cool-season forages supplemented with soyhulls. **Meat Science**, v.68, n.2, p.297–303, 2004.
- BRANDSTETTER, A.M.; PICARD, B.; GEAY, Y. Muscle fibre characteristics in four muscles of growing bulls I. postnatal differentiation. **Livestock Production Science**, v.53, p.15-23, 1998.
- BROOKE, M.H.; KAISER, K.K. Three ‘myosin adenosine triphosphatase’ systems: the nature of their pH lability and sulphhydryl dependence. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v.18, p.670-672, 1970.

- CHAMBAZ, A.; SCHEEDER, M.R.L.; KREUZER, M. et al. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. **Meat Science**, v.63, p.491-500, 2003.
- CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glicerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, v.23, p.1072-1077, 1982.
- COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L.; SAVASTANO, S. et. al. Efeito da castração sobre a qualidade da carne de bovinos superprecoces. **Veterinária e Zootecnia**, v.14, n.1, p.115-123, 2007.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31(suplemento), n.1, p.417-428, 2002.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998.
- GREGORY, N.G. **Animal welfare and meat science**. Wallingford: CABI Publishing, 2007. 400p.
- HARA, A.; RADIN, N.S. Lipid extraction of tissues of low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, v.90, p.420-426, 1978.
- KIRCHOFER, K.S.; CALKINS, C.R.; GWARTNEY, B.L. Fiber-type composition of muscles of the beef chuck and round. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2872-2878, 2002.
- KLONT, R.E.; BROCKS, L.; EIKELENBOOM, G. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**, v.49, p.219-229, 1998.
- KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in postmortem muscle protein degradation and meat tenderness. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 45, 1992, Knoxville. **Proceedings...** Knoxville: American Meat Science Association, p.63-71, 1992.
- LAWRIE, R.A. **Meat science**. 4.ed. Oxford: Pergamon Press, 1985. 267p.
- LOCK, A.L.; PERFIELD II, J.W.; BAUMAN, D.E. *Trans* fatty acids in ruminant-derived foods: fact and fiction. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 66, 2004, East Syracuse, NY. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p.123-134, 2004.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.
- MANCINI, R.A.; HUNT, M.C. Current research in meat color. **Meat Science**, v.71, p.100-121, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed.rev. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.

- PADUA, J.T.; MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D. et al. Genótipo e condição sexual no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33(supl.3), n.6, p.2330-2342, 2004.
- PETER, J.B.; BAINARD, R.J.; EDGERTON, V.R. et al. Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in Guinea pig and rabbits. **Biochemistry**, v.11, n.10, p.2627-2633, 1972.
- PURCHAS, R.W. Some experiences with dark-cutting beef in New Zealand. In: WORKSHOP OF AUSTRALIAN MEAT AND LIVESTOCK RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION, 1988, Sydney. **Proceedings...** Sydney, 1988. p.42-51.
- REGGIANI, C.; MASCARELLO, F. Fibre type identification and functional characterization in adult livestock animals. In: TE PAS, M.F.W.; EVERTS, M.E.; HAAGSMAN, H.P. **Muscle development of livestock animals: physiology, genetics and meat quality**. Wallingford: CABI, p.39-68, 2004. 411p.
- REHFELDT, C.; FIEDLER, I.; STICKLAND, N.C. Number and size of muscle fibres in relation to meat production. In: TE PAS, M.F.W.; EVERTS, M.E.; HAAGSMAN, H.P. **Muscle development of livestock animals: physiology, genetics and meat quality**. Wallingford: CABI, p.1-38, 2004. 411p.
- SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; SMITH, G.C. Percentage ether extractable fat and moisture content of beef Longissimus muscle as related to USDA marbling score. **Journal of Food Science**, v.51, n.3, p.838-841, 1986.
- SAVELL, J.W.; SHACKELFORD, S.D. Significance of tenderness to the meat industry. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 45, 1992, Knoxville. **Proceedings...** Knoxville: American Meat Science Association, p.43-50, 1992.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J-F.; NUERNBERG, K. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, p.17-33, 2006.
- SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: I. evaluation of beef longissimus shear force at 1 or 2 days postmortem as a predictor of aged beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2417-2422, 1997.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SMITH, S.B.; LUNT, D.K.; CHUNG, K.Y. et al. Adiposity, fatty acid composition, and delta-9 desaturase activity during growth in beef cattle. **Animal Science Journal**, v.77, p.478-486, 2006.
- STEVENS, A.; PALMER, J. Enzyme histochemistry: diagnostic applications. In: BANCROFT, J.D.; STEVENS, A. (Eds.) **Theory and practice of histological techniques**. 4.ed. New York: Churchill Livingstone, p.411-420, 1996. 766p.
- VESTERGAARD, M.; OKSBJERG, N.; HENCKEL, P. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of *semitendinosus*, *longissimus dorsi* and *supraspinatus* muscles of young bulls. **Meat Science**, v.54, p.177-185, 2000.
- WANG, Y.; JONES, P.J.H. Dietary conjugated linoleic acid and body composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79(suppl.), p.1153S-1158S, 2004.

- WEGNER, J.; ALBRECHT, E.; FIEDLER, I. et al. Growth- and breed-related changes of muscle fiber characteristics in cattle. **Journal of Animal Science**, v.78, 1485-1496, 2000.
- WILLIAMS, C.M. Dietary fatty acids and human health. **Annales de Zootechnie**, v.49, p.165-180, 2000.
- WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. **Meat Science**, *in press*, 2007.
- XU, C.; LEE, H.; LEE, B. et al. Production of lean beef containing a high content of *trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid by feeding a high-temperature-micro-time-treated diet with extruded soybean. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v.70, n.11, p.2589-2597, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terminação em confinamento de tourinhos mestiços F1 oriundos do cruzamento de raça Continental com Zebuína e o abate de animais mais leves são mais eficientes biológica e economicamente e produzem carne de melhor qualidade, sem prejudicar o processo de maturação da carcaça, quando comparados a terminação em confinamento de tourinhos mestiços F1 oriundos do cruzamento de raça Britânica com Zebuína e o abate de animais mais pesados. Além disso, o abate de animais mais leves permite ainda aumentar o giro de capital pela liberação das instalações mais cedo para entrada de novo lote na fase de terminação, liberando mais área de pasto para as demais categorias da propriedade. Contudo, a terminação de bovinos em confinamento não deve ser avaliada de forma isolada, única e exclusiva. A avaliação dos resultados econômicos não implica apenas em calcular os índices que meçam a eficiência produtiva, como também os que meçam a eficiência reprodutiva. Dessa forma, o uso de raças de menor porte em programas de cruzamento pode ser interessante quando se deseja manter as fêmeas F1 como reposição no rebanho, haja vista que estas são sexualmente mais precoces. Portanto, o sucesso do sistema de produção como um todo dependerá da gestão eficiente, a qual envolve, entre outros aspectos, o planejamento eficaz, informação e conhecimento técnico, identificação do momento certo para abater os animais, capacidade gerencial e o entendimento do mercado, alocando adequadamente os recursos conforme os objetivos e as metas estabelecidas para se obter eficácia no empreendimento.