

IVANNA MORAES DE OLIVEIRA

**DIFERENÇAS ENTRE GRUPO GENÉTICO E REGIME ALIMENTAR SOBRE  
CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARÇAÇA E DA CARNE E  
COMPOSIÇÃO CORPORAL DE BOVINOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, para

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

IVANNA MORAES DE OLIVEIRA

DIFERENÇAS ENTRE GRUPO GENÉTICO E REGIME ALIMENTAR SOBRE  
CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARÇAÇA E DA CARNE E COMPOSIÇÃO  
CORPORAL DE BOVINOS DE CORTE

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, para

APROVADA: 16 de fevereiro de 2009

---

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho  
(Coorientador)

---

Prof. Lúcio Alberto de Miranda Gomide  
(Coorientador)

---

Prof. Edenio Detmann

---

Prof. Mário Fonseca Paulino

---

Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino  
(Orientador)

*Há pessoas que desejam saber só por saber, e isso é curiosidade. Outras só para alcançar a fama e isso é vaidade. Outras para se enriquecerem com sua ciência, e isso é um negócio torpe. Outras para serem edificadas, isso é prudência. Outras para edificarem os outros e*

*isso é caridade!*

(Tomás de Aquino)

*“Vaidade de vaidades, tudo é vaidade.  
Que proveito tira o homem de todo trabalho  
Com que se fadiga debaixo do sol?  
Todas as coisas têm seu tempo  
E todas elas passam por debaixo do sol  
segundo o termo que a cada um foi prescrito.  
Há tempo de nascer e tempo de morrer.  
Há tempo de rir e de chorar.  
Há tempo de adquirir e tempo de perder.  
Há tempo de guerra e tempo de paz.  
Reconheci que nada havia de melhor  
Do que alegrar-se o homem nas suas obras  
e que esta era a parte que lhe cabia.”*

(Livro do Eclesiastes)

À minha mãe, pelo exemplo e sonhos em mim vividos, por acreditar e me amar. Pelos ensinamentos, pelos erros e acertos em minha educação, fazendo de mim, quem sou...

Ao meu pai, por, ao seu modo, me educar e acreditar em minhas conquistas, sendo meu grande fã. Por me amar e ser capaz de fazer das minhas pequenas conquistas, grandes feitos...

Aos meus irmãos, Arthur e Bianca, pela amizade, pelas “brigas” e amor incondicional. Pela necessidade, constante, de ser sempre alguém melhor, na condição de irmã mais velha e “espelho”.

Ao Vovô Eny, Vovó Nenês, Vovô Geraldo e Vovó Naná pelos exemplos de vida e trabalho, pela linda infância proporcionada, por acreditarem em mim e me amar, sempre...

Aos meus tios Iran, Isac, Iuri e tias Nanci, Isa, Iara, Rose e toda minha família, por acreditarem em mim, pelo apoio e felicidade sempre constante em minhas conquistas.

Aos meus amigos Isabela, Victor, João Paulo, pelo apoio nas horas mais difíceis, em que se quer desistir... Pela capacidade de me encorajar, pelos momentos de alegria, simplesmente, pela amizade...

*Dedico as pessoas mais importantes da minha vida...*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela inspiração, pelo acolhimento, principalmente nos momentos mais difíceis e pela certeza de sua presença em minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, sobretudo ao Departamento de Zootecnia, por desenvolver o ensino da Zootecnia no Brasil, e por ter possibilitado a realização deste curso.

À FAPEMIG, pelo financiamento do projeto de pesquisa e a CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador, Prof. Pedro Veiga pela orientação, pela disposição, amizade e acreditar na minha competência.

Ao Professor Sebastião de Campos Valadares Filho por acreditar em minhas capacidades, por estar sempre disposto a ajudar da maneira que fosse possível e pelo exemplo de profissional.

Ao Professor Mário Fonseca Paulino por acreditar no meu trabalho e pela sua disposição e dedicação, sempre muito especial e pelo exemplo de pesquisador.

Ao Professor Edenio Detmann pelas palavras sempre bem colocadas, pelo apoio, pela amizade, pela ajuda indispensável e pelas dicas sempre muito esclarecedoras.

Ao professor Lúcio Gomide pela disposição imprescindível, pelo uso de seu laboratório, que foi de grande importância e também pelo tempo dispensado em discutir os dados.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela contribuição indispensável à minha formação acadêmica.

Ao Marcos pela amizade de muitos anos, por sempre acreditar no meu trabalho e período de perfeita convivência durante o experimento, pelas horas despendidas diante do computador, a Km de distância, ajudando na estatística, rs! Pela prontidão incondicional em me ajudar no que fosse preciso. Pelos capítulos “doados”, sem qualquer problema ou restrição. Pela disposição em ensinar.

Ao Zezé, Marcelo Cardoso, e “Pum”, pela disposição em ajudar, pelo agradável convívio e pela amizade.

Aos Funcionários do Abatedouro do DZO/UFV, Nuvanor, Vicente, Graça e Zé Antônio pela ajuda valiosa e momentos de descontração durante os abates.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, Fernando, Monteiro, Wellington, Vera, Valdir, Mário pelo auxílio em situações chave e pelo agradável convívio. Em especial, ao Wellington e Monteiro, pela convivência e amizade. Sem eles, grande parte desse trabalho não teria sido possível.

Aos funcionários administrativos do DZO/UFV, especialmente, Adilson, Celeste, Fernanda, Mário, Márcia, Raimundo, Rosana, Venâncio e Cleone, por estarem sempre aptos a ajudar no que for preciso e pela amizade.

Aos estagiários Mayra, Sushi, Márcia, Baiano, Laura, André, Ronald, Pé, Erick, Jeca, Larissa, Camila, Marina, Susu, Dener, Expedito, Thiago, Pitoco, Luís, Tathy, Pedrão, Palominha e tantos outros, que o nome agora foge a memória, mas que foram cruciais para que este trabalho fosse concluído.

A Isabela, minha irmã, minha amiga. Pelos momentos vividos, pelas lembranças, por acreditar em mim e no meu trabalho. Por me escutar e me fazer persistir... Pelos nossos sonhos compartilhados e realizados. Por você fazer parte da minha vida.

Ao Victor pela capacidade de ser tão sincero, pela cumplicidade, por preocupar tanto comigo e me escutar, pelos conselhos sempre bem vindos e por acreditar em mim. Pela valiosa ajuda nos momentos mais necessários, por congelar dentro da câmara fria a 4°C, fazendo calpaína, pelas horas a fio diante de planilhas. Pela amizade construída e solidificada cada dia mais, durante todos esses anos.

Ao João Paulo, pela amizade, pelas horas de escape em qualquer bar dessa Viçosa, pelas nossas longas conversas sobre tudo e sobre nada. Por ser companheiro e poder compartilhar tantas idéias com você.

A Helô, por ser uma pessoa especial e pela amizade construída, por horas de conversa no msn para descansar, pelos bolos e tardes de café, pelos milhões de fotos de fibras tiradas, pelas palavras muito bem colocadas e ajuda em momentos difíceis.

A Juci, por estar sempre disposta a ajudar, pelos nossos erros e acertos na tentativa de iniciar algo novo, pela esperança e trabalho compartilhado.

As minhas amigas Indira e Bruna por fazerem parte da minha vida por tanto tempo, por serem minhas irmãs e amigas, por estarem sempre perto, mesmo que distantes, me apoiando.

As minhas amigas de infância Luciana, Mirelle, Marcela, Fernanda e Otávia que mesmo longe sempre me deram e dão apoio e sempre ficam felizes pelas minhas vitórias.

As minhas amigas Kássia, Carol, Karla, Érika amigas mais que especiais, que acreditam no meu potencial e trabalho, e estão sempre me dando força e apoio, a qualquer distância.

Aos amigos Maykel, Jaca, Nicola, Livinha, Ériton, Nelcino, Matheus, Analívia, Isis, Poliana, André Telelé, Dawson, Tadeu, Gustavo, Verônica, Daiany Iris, Fabi Lanna,

Claudinha, Rê feia, Janaína, Manoel e Luísa entre tantos outros que fazem parte da minha vida, sendo muito especiais.

Aos companheiros de orientação Márcio, Josy, Simone e Rafael pela amizade e companheirismo, por tornarem os dias de trabalho e os momentos de descanso mais animados e felizes.

As meninas da República Amigas da Onça Eliza, Germanna, Carol, Fernanda e Tássia pelos momentos alegres e harmonia em nossa casa.

*“Queria poder agradecer mais, a pessoas que me fizeram melhor, ou me carregaram em momentos que sem elas eu não teria conseguido.”*

*"Carne não é apenas alimento. É satisfação, trabalho e lazer."*

## **BIOGRAFIA**

Ivanna Moraes de Oliveira, filha de Ivan Batista de Oliveira e Annabel Maria Moraes de Oliveira, nasceu em Nova Era, Minas Gerais, em 07 de janeiro de 1984.

Em agosto de 2007, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em setembro de 2007 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, sendo bolsista da CAPES.

Submeteu-se à defesa de tese no dia 16 de fevereiro de 2009.

## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	iv
BIOGRAFIA .....	vii
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUÇÃO.....	1
LITERATURA CITADA .....	8

<b>CAPÍTULO I - Características quantitativas da carcaça de bovinos Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore alimentados ao nível de manutenção e <i>ad libitum</i> com dois níveis de concentrado na dieta .....</b>	<b>12</b>
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
MATERIAL E MÉTODOS .....	15
Medidas de Ultrassom .....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
CONCLUSÃO .....	29
LITERATURA CITADA .....	30

<b>CAPÍTULO II - Padrão de deposição de tecidos, composição do ganho e corporal de bovinos Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore alimentados ao nível de manutenção e <i>ad libitum</i> com dois níveis de concentrado na dieta.....</b>	<b>32</b>
ABSTRACT.....	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS .....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÃO .....	54
LITERATURA CITADA .....	56

<b>CAPÍTULO III - Características qualitativas da carne de bovinos Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore F<sub>1</sub> Angus x Nelore alimentados ao nível de manutenção e <i>ad libitum</i> com dois níveis de concentrado na dieta</b> .....	58
ABSTRACT.....	59
INTRODUÇÃO .....	60
MATERIAL E MÉTODOS .....	62
Mensuração do pH e temperatura das carcaças .....	65
Mensuração da maciez .....	65
Mensuração das perdas .....	66
Análise de fibra muscular .....	66
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	68
CONCLUSÃO .....	78
LITERATURA CITADA .....	79

## RESUMO

OLIVEIRA, Ivanna Moraes de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009.

**Diferenças entre grupo genético e regime alimentar sobre características qualitativas da carcaça e da carne e composição corporal de bovinos de corte** Orientador: Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Coorientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Lúcio Alberto Miranda Gomide.

O setor produtivo de carne deve implementar tecnologias que produzam animais mais jovens, com características raciais que promovam carne de qualidade. A manipulação da dieta e o uso de cruzamento industrial são tecnologias de fácil acesso ao produtor. Foram utilizados 60 bovinos castrados de 18 meses, sendo 20 Nelore (NE), F1 Simental x Nelore, F1 Angus x Nelore com peso médio de  $265,6 \pm 6,4$  kg,  $325,3 \pm 4,7$  kg e  $324,6 \pm 6,0$  kg, respectivamente. O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 grupos genéticos (Nelore, F1 Simental x Nelore, F1 Angus x Nelore) e três regimes alimentares (alimentação ao nível de manutenção e ad libitum com 1% e 2% do peso corporal (PC) em concentrado na matéria natural da dieta), compondo, portanto, 9 tratamentos (6 repetições em cada grupo genético nos níveis de alimentação ad libitum (1% e 2%) e quatro repetições para o nível de alimentação restrito). Após período de adaptação inicial, os animais designados a receber 2% do PC em concentrado passaram uma semana recebendo 1,5% do PC em concentrado e mais uma semana recebendo 2% do PC em concentrado para adaptação à dieta. Os animais designados a receber 1% do PC em concentrado e o tratamento em manutenção iniciaram sua dieta imediatamente após a adaptação inicial. Ao término dessa segunda semana, chamada de segunda adaptação, todos os animais foram pesados, em jejum de 16 horas, para início do primeiro período experimental. Os animais em regime de manutenção receberam a mesma dieta fornecida para os animais alimentados com 1% do PC em concentrado, na quantidade equivalente a 1% do PC. O volumoso foi fornecido à vontade, sendo constituído de silagem de milho. O concentrado, em quantidade restrita, foi formulado à base de milho moído, farelo de soja, caroço de algodão, casca de soja, uréia/sulfato de amônio (9:1), bicarbonato de sódio, óxido de magnésio, sal comum e premix mineral. Os concentrados foram formulados para que a mesma ração fosse ofertada a ambos tratamentos, mudando apenas a relação milho/uréia+sulfato de amônia permitindo que as dietas se mantivessem isoprotéicas (12,5% de PB na MS). Os animais foram mantidos em baias individuais, com piso, comedouro e bebedouro de concreto, com área total de 30 m<sup>2</sup>, dos quais 8 m<sup>2</sup> de área coberta com telhas de amianto. O experimento teve duração total de 136 dias, sendo 30 dias de adaptação às condições experimentais, 14 dias de adaptação à dieta (2<sup>a</sup>

adaptação) e 84 dias de período experimental. Foram realizadas pesagens intermediárias, em jejum de 16 horas, aos 28 dias e 56 dias de desempenho. Após o período de avaliação do desempenho, iniciou-se o abate dos animais. Assim, avaliou-se o efeito de grupo genético e regime alimentar sobre características quantitativas, qualitativas, composição física e química do ganho, da carcaça e do corpo vazio e padrão de deposição de tecidos. Animais alimentados com maior nível de concentrado tiveram maior ( $P < 0,05$ ) peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça fria (RCF) e área de olho de lombo/100 Kg de carcaça fria (AOL/100 kg) em relação ao menor nível de concentrado. Exceto para o corte da alcatra, não houve diferença ( $P > 0,05$ ) na alimentação ad libitum para o rendimento de cortes. Animais cruzados apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) PCF que animais NE. Os animais NA tiveram maior ( $P < 0,05$ ) espessura de gordura subcutânea (EGS) e menor AOL/100 kg em relação aos animais NS. O rendimento de cortes não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pelo grupo genético, exceto pelo corte da paleta que teve menor ( $P < 0,05$ ) rendimento nos animais cruzados. O pH final não foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos tratamentos e ficou dentro dos padrões adequados para exportação, abaixo de 6,0. As medidas de AOL e EGS tomadas ao longo do desenvolvimento dos animais detectaram o estágio de crescimento em que eles se encontravam. Animais cruzados e alimentados com maior nível de concentrado possuem carcaças com características mais adequadas às exigências do mercado importador, de uma forma geral. Animais em manutenção apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) proporção de ossos e músculo na carcaça e animais NE tiveram maior proporção de músculo e menor ( $P < 0,05$ ) proporção de tecido adiposo total na carcaça que animais cruzados. Animais NE e em manutenção apresentam menor ( $P < 0,05$ ) quantidade de gordura total que animais cruzados e alimentados ad libitum, respectivamente. A gordura foi depositada em maior proporção no tecido adiposo intermuscular, seguido do tecido adiposo de mesentério. A taxa de deposição de tecidos na carcaça foi menor nos animais NE e alimentados com 1% de concentrado (exceto para tecido adiposo subcutâneo), em relação aos animais cruzados e alimentados com 2% de concentrado, respectivamente. A taxa de deposição de gordura no tecido adiposo de mesentério foi maior ( $P < 0,05$ ) nos animais NA e alimentados com 2% de concentrado em relação aos NS e animais alimentados com 1% de concentrado, respectivamente. Animais NS e NA apresentaram carne mais macia que os animais NE. A carne de animais alimentados com 1% e 2% de concentrado perdeu mais água ( $P < 0,05$ ) que a carne dos animais em manutenção durante o descongelamento e nas perdas totais. Durante a cocção, houve diferença ( $P < 0,05$ ) nas perdas por gotejamento para todos os regimes, sendo as perdas maiores nessa ordem: 1% de concentrado, 2% de concentrado e manutenção. O grupo genético NE apresentou maior proporção de fibras intermediárias

( $P < 0,05$ ) e menor proporção de fibras oxidativas ( $P < 0,05$ ), o contrário foi observado para os animais cruzados. Houve diferença ( $P < 0,05$ ), na proporção de fibras separadas de acordo com características contráteis, dentro de grupo genético. Os animais NE tiveram maior proporção de fibras de contração rápida e menor proporção de fibras de contração lenta ( $P < 0,05$ ) em relação aos animais cruzados. Animais cruzados possuem carne mais macia que os animais NE; no entanto, todas estavam dentro do padrão para a carne ser considerada macia. Animais em restrição perderam menos água que animais alimentados ad libitum e os animais NE perderam mais água em relação aos animais cruzados.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Ivanna Moraes de, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February, 2009.

**Influence of the alimentary regime on qualitative characteristics of the carcass and of the meat and corporal composition of beef cattle of different genetics groups.**

Adviser: Pedro Veiga Paulino. Co-Advisers: Sebastião de Campos Valadares Filho and Lúcio Alberto Miranda Gomide.

The productive section of meat should implement technologies that produce younger animals, with racial characteristics that promote quality meat. The manipulation of the diet and use of industrial crossing are technologies of easy access to the producer. Sixty cattle castrated with 18 months of age, being 20 Nellore (NE), F1 Simmental x Nellore, F1 Angus x Nellore with average body weight of  $265.6 \pm 6.4$ ,  $325.3 \pm 4.7$  kg and  $324.6 \pm 6.0$  kg, respectively. The experiment was in completely randomized experimental design, in factorial 3 x 3, being 3 genetics groups (Nellore, F1 Simmental x Nellore, F1 Angus x Nellore) and 3 alimentary regimes (feeding to the maintenance level and ad libitum with 1% and 2% of the corporal weight (CW) at concentrated in natural matter of the diet), composing, therefore, 9 treatments, with 6 repetitions in each genetic group in the feeding levels ad libitum (1% and 2%) and four repetitions for the restricted feeding level (maintenance). After period of initial adaptation, the animals designated to received 2% of CW at concentrated one week passed receiving 1.5% CW in concentrated and one more week receiving 2% CW in concentrated for adaptation on the diet. The animals designated to receive 1% CW in concentrated and the treatment in maintenance started your diet immediately after the initial adaptation. At the end of that second week, call of second adaptation, all the animals were heavy, in fast of 16 hours, for beginning of the first experimental period. The animals in maintenance regime received the same diet supplied for the animals fed with 1% of CW at concentrated, in the equivalent amount to 1% of CW. The roughage was supplied at ease, being constituted of corn silage. The concentrate, in restricted amount, was formulated at base of ground corn, soybean meal, whole cottonseed, soybean hulls, urea/ammonium sulfate (9:1), sodium bicarbonate, magnesium oxide, common salt and mineral premix. The concentrate were formulated for that the same ration was offered the both treatments, changing only relationship corn/urea + ammonium sulfate allowing the diets to keep isonitrogenous (12.5% CP in the DM). The animals were maintained in individual stalls, with floor, concrete feeder and drinker, with total area of 30 m<sup>2</sup>, with 8 m<sup>2</sup> of covered area. The experiment had total duration of 136 days, being 30 days of adaptation to the experimental conditions, 14 days of adaptation to the diet (2nd adaptation) and 84 days of experimental period. Were intermediate weighs, in fast of 16

hours, to the 28 and 56 days of performance. After the period of evaluation performance, started the slaughter of the animals. Like this, was evaluated the effect of genetic group and alimentary regime on quantitative and qualitative characteristics, physical and chemical composition of the gain, of the carcass and of the empty body and standard of deposition of tissues. Animals fed with larger concentrate level had larger ( $P < 0.05$ ) cold carcass weight (CCW), cold carcass dressing (CCD) and rib eye area/100 Kg of cold carcass (REA/100 kg) in relation to the small concentrate level. Except for cut of the top sirloin butt, there was not difference ( $P > 0.05$ ) in the feeding ad libitum for the yield of cuts. Crossbred animals presented larger ( $P < 0.05$ ) CCW that animals NE. The animals NA had larger ( $P < 0.05$ ) fat thickness (FT) and smaller REA/100 kg in relation to the animals NS. The trade cuts was not influenced ( $P > 0.05$ ) for the genetic group, except for the cut of the shoulder clod that had smaller ( $P < 0.05$ ) yield in the crossbred animals. The final pH was not influenced ( $P < 0.05$ ) for the treatments and it was inside of the appropriate patterns for export, below 6.0. The measures of REA and FT taken along the development of the animals detected the growth stage in that met. Crossbred animals and fed with larger concentrate level possess carcasses with more appropriate characteristics to the requirements of the import market, in a general way. Animals in maintenance presented larger ( $P < 0.05$ ) proportion of bones and muscle in the carcass and animals NE had larger muscle proportion and smaller ( $P < 0.05$ ) proportion of total fatty in the carcass that crossbreeds animals. Animals NE and in maintenance present smaller ( $P < 0.05$ ) amount of total fat that crossbreeds and fed ad libitum, respectively. The fat was deposited in larger proportion in the intermuscle fatty tissue, followed by the fatty of mesentery. The rate of deposition of tissues in the carcass was smaller in the animals NE and fed with 1% of concentrated (except for subcutaneous fatty tissue), in relation to the crossbreeds animals and fed with 2% of concentrated, respectively. The rate of fat deposition in the adipose tissue of mesentery it was larger ( $P < 0.05$ ) in the animals NA and fed with 2% of concentrated in relation to NS and animals fed with 1% of concentrated respectively. Animals NS and NA presented more tender meat than the animals NE. The meat of animals fed with 1% and 2% of concentrated it lost more water ( $P < 0.05$ ) that the meat of the animals in maintenance during the thawing and in the total losses. During the cooking, there was difference ( $P < 0.05$ ) in the losses for drip loss for all the regimes, being the larger losses in that order: 1% of concentrated, 2% of concentrated and maintenance. The genetic group Nellore presented larger proportion of intermediate fibers ( $P < 0.05$ ) and lower proportion of oxidative fibers ( $P < 0.05$ ), the opposite was observed for the crossbred animals. There were difference ( $P < 0.05$ ), in the proportion of separated fibers in agreement with contractile

characteristics, inside of genetic group. The animals Nellore had larger proportion of fibers of fast contraction and smaller proportion of fibers of slow contraction ( $P < 0.05$ ) in relation to the crossbred animals. Crossbred animals have more tender meat than the animals Nellore; however, all were inside of the pattern for the meat to be considered tender. Animals in restriction lost less water than animals fed ad libitum and the animals Nellore lost more water than the crossbred animals.

## INTRODUÇÃO

A crise financeira global que atingiu o mundo recentemente, não impediu o crescimento do setor animal brasileiro em 2008. Agora, de uma forma geral, existe a unanimidade de que o país possui vocação para a produção de carne com equilíbrio ambiental e segurança alimentar, mas sabe-se também que existem grandes desafios para manutenção do crescimento e liderança no mercado mundial. Existe, ainda, a necessidade de dissipar alguns paradigmas, como associação da carne bovina brasileira como de textura inadequada, proveniente de animais velhos criados a pasto.

O setor da carne bovina brasileira tem crescido ao longo dos últimos anos, ao mesmo tempo em que busca formas de melhorar sua estruturação na tentativa de tornar-se mais competitivo. Na última década, o crescimento médio foi de, aproximadamente, 30%, enquanto o crescimento das exportações foi superior a 200% (Pires, 2004). O rebanho de corte brasileiro está em torno de 199 milhões de cabeças (IBGE, 2007).

Contudo, existe falta de ligação e entendimento entre os elos da cadeia; os frigoríficos exigem animais adequados para atender seus compradores, relutam diante de bonificações e pagam valores baixos pela arroba do boi, e os mercados internacionais exigem cada vez mais pela qualidade do produto final. A carne bovina brasileira ainda é vista como um produto de baixo valor agregado, ou seja, é considerada apenas uma *commodity*, de valor relativamente baixo, quando comparada às carnes americana e australiana, por exemplo, que recebem maiores cotações internacionais. Os produtores necessitam adequar a sua produção às exigências do mercado e intensificar, modernizar a produção para se manterem competitivos. Assim, apesar da situação promissora, a pecuária brasileira possui índices produtivos e econômicos não condizentes com a idéia de “pecuária desenvolvida”.

No contexto atual, a intensificação da produção passa a ser encarada como forma de possibilitar aumento de produtividade, de forma a conferir maior competitividade e lucratividade aos sistemas de produção. O incremento da produtividade, mensurada, geralmente, como a quantidade de carne produzida por unidade de área, é atingido quando tecnologias nas áreas de nutrição, genética e sanidade passam a ser adotadas, desde que sejam economicamente vantajosas.

A base genética do rebanho brasileiro é composta por animais zebuínos, com grande predominância da raça Nelore. Estima-se que aproximadamente 80% do rebanho brasileiro de bovinos de corte têm genes de origem zebuína (Alves et al., 2004), seja na forma de animais puros ou resultantes de cruzamentos (Josahkian, 1999). Assim, a predominância de animais

zebúinos no rebanho brasileiro, associada ao fato de que sistemas de produção de carne bovina no Brasil serem baseados, quase que exclusivamente, na criação extensiva a pasto, tem contribuído para a imagem de que a carne brasileira provém de animais velhos, apresentando aspectos qualitativos indesejáveis, sendo a maciez o quesito mais questionado (Abularach et al., 1998).

Desta forma, o setor produtivo nacional deve implementar tecnologias que propiciem obter animais jovens, com características raciais que facilitem a produção de carne de qualidade. A manipulação da dieta e o uso de cruzamento industrial representam tecnologias disponíveis aos produtores capazes de incrementar os níveis de produtividade e a rentabilidade bem como de propiciar animais de qualidade superior, com carcaças e carne com características favoráveis a comercialização (Pacheco et al., 2005; Pádua, 1999; Gregory & Cundiff, 1980; Brondani et al., 2006; Mandell et al., 1998).

O Brasil tem atingido níveis recordes na produção de grãos, apresentando, nos últimos 15 anos, crescimento de 110% no volume produzido, enquanto a área cultivada elevou-se em apenas 21%. Devido à maior oferta de alimentos e à maior demanda de carne de qualidade para o mercado externo, a incorporação do confinamento nos sistemas de produção de bovinos de corte no Brasil aumentou 69% nos últimos anos (Ezequiel et al., 2006). Nesse contexto, o uso de dietas de alto grão também vem apresentando crescimento significativo nos confinamentos brasileiros, já que acarreta melhorias na eficiência do uso dos alimentos quando comparadas às dietas com maior proporção de volumoso (Resende et al., 2001), além do fato da economicidade dessas dietas ter se mostrado vantajosa. Associado a esse fato, o desenvolvimento da técnica da inseminação artificial e a transferência dessa tecnologia ao setor produtivo, ainda que de forma restrita, abriu a possibilidade da adoção do cruzamento industrial em regiões tropicais (Rodríguez-Voight et al., 1997), onde, devido às limitações climáticas, o uso de touros europeus a campo pode não ser viável. Além disso, a adoção da inseminação artificial permite obter animais cruzados, de maior potencial de crescimento e de produção de carne de melhor qualidade, o que resulta em impactos econômicos altamente positivos aos sistemas de produção de gado de corte (Ferraz, 1996).

A taxa de crescimento animal é uma variável que pode determinar o sucesso em um sistema de produção, bem como interferir em características sensoriais da carne, como maciez. A alimentação e o grupo genético são fatores que podem determinar o crescimento dos animais (Lanna, 1997). A deposição de músculo é determinada pela relação entre síntese e degradação protéica (Koohmaraie et al., 1992); no entanto, apenas o que envolve a supressão da degradação protéica é determinante em alterações na maciez da carne

(Koohmaraie, 1995). A hipótese consiste no fato de que durante o crescimento muscular, há elevação dos níveis de calpastatina suprimindo a taxa de degradação da  $\mu$ -calpaína (e talvez a de m-calpaína). Isso leva à alteração (redução) da degradação protéica, resultando em aumento do crescimento muscular. Todo esse processo bioquímico *ante mortem* promove efeito negativo na proteólise *post mortem*, e logo, redução na maciez (Koohmaraie et al., 2002).

Sabe-se que à medida em que aumenta a participação do genótipo zebuino dentro de uma raça bovina, aumenta a força de cisalhamento e diminuem os escores de avaliação sensorial da maciez, devido à maior atividade de calpastatina, o inibidor das enzimas naturais que causam o amaciamento da carne, as calpaínas (Shackelford et al., 1994). Existe uma correlação fraca e positiva entre o grau de marmoreio e maciez, suculência e intensidade de sabor da carne bovina. Somente 5 a 10% da variação da maciez podem ser explicados devido à deposição de gordura intramuscular (Wheeler et al., 1994).

A maciez tende a diminuir com a idade do animal, devido ao acúmulo e à maturação do tecido conjuntivo das fibras musculares, sendo influenciada ainda pelo genótipo, sexo e alimentação (Sainz & Araújo, 2001). Maiores taxas de crescimento, conseguidas com o uso de dietas de alta energia, determinam a maior relação colágeno solúvel:insolúvel (Bosselmann et al., 1995), que promoverá animais abatidos mais jovens e carne mais macia. Crouse (1986) afirmou que a intensidade de ganho de peso tem influência na maciez da carne, pois animais que atingem mais rápido o máximo de crescimento muscular formam colágeno de maior solubilidade, ou seja, animais em restrição, provavelmente, irão possuir maior proporção de colágeno insolúvel, que analisado de forma isolada, tornará a carne mais dura.

A água possui influência na cor, no sabor e na suculência da carne (Felicio, 1999). A capacidade de retenção de água é um dos fenômenos mais importantes no que diz respeito à qualidade do produto carne. Além da perda de peso e suculência, a eliminação de água durante o processamento da carne significa perda significativa de proteínas (Offer & Knight, 1988), ou seja, dano à qualidade nutricional do alimento. O pH é um fator que pode interferir nas perdas de líquido pela carne. A desnaturação de proteínas, principalmente em baixos pH e altas temperaturas, é um dos fatores responsáveis pela liberação de líquido (Offer, 1991).

Diferenças nas perdas totais podem estar relacionadas ao fato de que carnes com pouca gordura intramuscular tendem a perder mais líquido que carnes com mais gordura intramuscular. De acordo com Bianchini (2005), a proporção de água é maior em animais jovens, mas essa proporção diminui em músculos marmorizados, com maior teor de gordura. A carne de animais com maior precocidade para deposição de gordura também apresenta

menores perdas totais que carne de animais com menor precocidade para terminação; posto isso, raças e taxas de crescimento, podem interferir na capacidade de retenção de água.

Durante o cozimento da carne, parte da gordura sólida se dissolve, liberando certa quantidade para o meio. A gordura intramuscular e externa pode se soltar ou ser recapturadas pelas fibras de proteínas da carne magra. Os líquidos ou a suculência da carne que são perdidos são compostos de água e de mínimas quantidades de proteína, nitrogênio não-protético e de minerais. Portanto, além da água, outros constituintes, juntamente com a gordura, são perdidos durante o cozimento (Goutefongea & Dumont, 1990).

No período *post mortem*, ocorrem processos que são determinantes para maciez, perdas de água e cor da carne. Após a morte do animal, o músculo ainda continua o seu metabolismo, e com a cessação do aporte de sangue, esse metabolismo passa a ser anaeróbico, inicia-se a depleção do glicogênio. Sem corrente sanguínea ocorre acúmulo de produtos no tecido, como lactato, reduzindo o pH. A glicólise é interrompida quando acaba o glicogênio, ou o pH do músculo se torna baixo o suficiente para inativar suas enzimas (Lawrie, 1992). A combinação entre pH e temperatura após o abate do animal pode ocasionar fenômenos como o encurtamento pelo calor (Ashmore & Lee, 1985) ou encurtamento pelo frio, que são determinantes na maciez da carne. O peso de carcaça, levando em consideração a superfície específica e troca de calor, é um fator importante na atividade glicolítica, relacionando-se ao efeito da temperatura, na atividade das enzimas glicolíticas (Daly, 2005).

O efeito do genótipo e alimentação em relação ao pH pode estar relacionado ao tipo de fibra muscular, tendo relação direta com o metabolismo muscular *ante e post mortem*. Animais com maiores taxas de crescimento, apresentam tecido mais magro (maior quantidade de tecido muscular), menor quantidade de gordura e maior proporção de fibras glicolíticas (Duris et al., 1999), além de menor metabolismo oxidativo (Cassar-Malek et al., 2003). Proporções maiores de fibras glicolíticas são associadas a quedas mais rápidas de pH (Greenwood & Hegarty, 2006).

A restrição alimentar também parece não afetar só o crescimento animal, como também as características da carcaça e a qualidade da carne (Murphy & Loerch, 1994, Gesualdi Júnior et al., 2006; Lehnert et al., 2006; Tomkins et al., 2006). Animais que atravessam períodos de restrição alimentar apresentam melhor eficiência alimentar como resultado de ampliação na digestão e redução da atividade física e do tamanho das vísceras, especialmente fígado, o que acarreta menor exigência de energia para manutenção (Hicks et al., 1990). Por outro lado, como forma de se adaptar à oferta restrita de nutrientes, o tecido muscular dos animais submetidos à restrição alimentar sofre mudanças homeorréticas no sentido de manter as fibras musculares

vermelhas oxidativas, tipo I (Lehnert et al., 2006) e reduzir a participação das fibras brancas ou glicolíticas, tipo IIB, a partir da modulação entre fibras intermediárias, tipo IIA, e glicolíticas. A hipótese mais aceita para essa mudança fisiológica é que as fibras glicolíticas são comumente menos utilizadas pelo tecido muscular e, desta forma, mais dispensáveis como reserva protéica. Assim, o aumento proporcional no número das fibras oxidativas permite que animais em restrição se adaptem melhor à essa situação, uma vez que fibras oxidativas gastam menos energia por unidade contrátil e produzem mais ATP por unidade de glicose do que fibras glicolíticas (Wendt & Gibbs, 1973), já que apresentam vias bioquímicas distintas.

Um aspecto adaptativo adicional que explicaria a atrofia mais pronunciada das fibras glicolíticas no músculo de animais em restrição alimentar é que o músculo com menor participação de fibras brancas consegue conservar mais glicose, já que fibras glicolíticas de ruminantes apresentam maior densidade de receptores para insulina (Sasaki, 2002) e maior quantidade de transportadores de glicose (Hocquette et al., 1995). Além disso, a restrição nutricional, seja calórica ou protéica, tem sido frequentemente associada às mudanças na síntese protéica muscular, particularmente de proteínas extracelulares, com destaque para o colágeno, cuja síntese é reduzida (Reverter et al. 2003). Músculos com maior quantidade de fibras glicolíticas apresentam maior participação de tecido conectivo, menor quantidade de gordura intramuscular e são menos macios que músculos com maiores teores de fibras oxidativas (Kirchofer et al., 2002). Felício (1997) afirmou que o cruzamento entre animais *Bos taurus* e *Bos indicus* proporciona aumento de peso e melhora a qualidade da carcaça. Maior rendimento de carcaça e espessura adequada de gordura são características preconizadas no mercado de bovinos de corte.

As principais raças taurinas utilizadas para cruzamento industrial no Brasil são Angus e Simental. Segundo a ASBIA (Associação Brasileira de Inseminação Artificial), em 2008, a comercialização de sêmen da raça Angus aumentou 41,5%, sendo a raça taurina mais utilizada, seguida pela raça Simental.

Animais de maior tamanho à maturidade, como os da raça Simental, possuem altas taxas de ganho de peso, maior crescimento muscular e menor deposição de gordura quando comparados a animais Angus, por exemplo, sob mesmas condições. As diferenças morfológicas, fisiológicas e zootécnicas distintas entre essas raças taurinas promovem diferenças na composição corporal, características de carcaça e qualidade de carne (Cundiff et al., 2004).

Animais Nelore possuem características de carcaça intermediárias as raças citadas anteriormente; no entanto, são mais adaptados ao ambiente tropical. O interesse no cruzamento de animais *Bos taurus* com *Bos indicus* está relacionado com a distância genética entre esses animais, promovendo maior heterose e complementariedade de características desejáveis. Isso poderia promover melhoria em carcaças e carnes, obtendo-se maiores taxas de crescimento, espessura de gordura adequada e características sensoriais desejáveis com a participação do genótipo europeu, e, ao mesmo tempo, animais adaptados às condições tropicais e com menores exigências de manutença, com a utilização de animais zebuínos.

Observa-se que animais zebuínos e seus cruzamentos utilizam dietas baseadas em forragens de baixa qualidade de forma mais eficientes que taurinos (Karue et al., 1972). Isso pode ser explicado, em parte, pela maior energia de manutença necessária para animais que possuem elevada taxa de crescimento e maior tamanho a maturidade. No caso de animais *Bos indicus*, acredita-se que possuam menor gasto com energia de manutença, o que permitiria obtenção de desempenho melhor em ambientes com restrição nutricional (Frisch & Vercoe, 1977). No caso de alimentação *ad libitum*, esses animais consumiriam menos, obtendo menores taxas de ganho em relação ao *Bos taurus* (Beaver et al., 1989). No entanto, existem poucas informações sobre a interação regime alimentar x grupo genético e suas influências nas características de carcaça e qualidade de carne no Brasil.

Como animais de raças zebuínas são mais sensíveis às dietas baseadas grãos (Owens et al., 1998), o consumo de matéria seca, em confinamento, por esses animais, produziria menor aporte de glicose para o organismo, prejudicando a deposição de gordura intramuscular. Melhores respostas com relação as deposições de gordura subcutânea e intramuscular são esperadas quando animais cruzados são alimentados com dietas de alto concentrado quando comparados diretamente com animais Zebu.

Outro aspecto importante a ser avaliado entre animais de diferentes grupos genéticos alimentados sob diferentes regimes alimentares é a composição corporal, já que a proporção de cada tecido varia de acordo com a fase de vida do animal, o tipo de animal e os nutrientes, em qualidade e quantidade. A composição corporal permite definir as exigências do animal e manipular as dietas para que o animal deposite a quantidade adequada do tecido que mais importar em determinado momento.

Desta forma, a obtenção de carcaça com determinados padrões de qualidade, como grau de acabamento, por exemplo, dependerá não só de qual raça ou cruzamento está sendo utilizado, mas também do manejo nutricional ao qual os animais estão sendo submetidos.

No Brasil ainda são escassos estudos que avaliem a raça Nelore e seus cruzamentos com as principais raças européias para corte (Angus e Simental), submetidos a diferentes regimes alimentares, e os impactos na composição corporal, nas principais características da carcaça e nos atributos mais importantes de qualidade de carne, como a maciez.

Nesse sentido, esse trabalho foi desenvolvido objetivando-se avaliar o efeito do regime alimentar sobre características quantitativas, qualitativas, composição física e química do ganho, da carcaça e do corpo vazio e padrão de deposição de tecidos em bovinos Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore.

## LITERATURA CITADA

- ABULARACH, M.L.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.
- BEAVER, E. E., WILLIAMS, J. E.; MILLER, S. J.; et al. Influence of breed and diet on growth, nutrient digestibility, body composition and plasma hormones of Brangus and Angus steers. *Journal of Animal Science*, v.67, p.2415–2425, 1989.
- ALVES, D.D.; PAULINO, M.F.; BACKES, A.A. et al. Características de carcaça de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu (F<sub>1</sub>) nas fases de recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1274-1284, 2004.
- ANUALPEC (São Paulo), v. 15, p. 294-296, 2008.
- ASBIA; [2008]. Disponível em: < <http://www.asbia.org.br>>. Acesso em 04/01/2009.
- BIANCHINI, W. **Crescimento muscular e qualidade da carne de bovinos Nelore, Simental e seus mestiços no sistema de produção superprecoce.**, 2005. 82f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.
- BOSELTMANN, A., C. MOLLER, H. STEINHART, M.; et al. Pyridinoline cross-links in bovine muscle collagen. **Journal Food Science**, v. 60, p.953, 1995.
- BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M.; RESLITE, J. et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2034-2042, 2006.
- CASSAR-MALEK, I., SUDRE, K., BOULEY, J., et al. Integrated approach combining genetics, genomics and muscle biology to manage beef quality. In **Annual Meeting of The British Society of Animal Science**, York (England), 24–26th March 2003 Proceedings of the British Society of Animal Science, p. 52, 2003.
- CROUSE, J. D.; CALKINS, C. R.; SEIDEMAN, S. C. The effects of rate of change in body weight I tissue development and meat quality of youthfull bulls. **Journal Animal of Science**, v.63, p.1824-1829, 1986.
- CUNDIFF, L.V.; WHEELER, T.L.; GREGORY, K.E. et al. **Preliminary results from cycle VII of the cattle germplasm evaluation program at the Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center.** [S.I.]: USDA. ARS, 2004. (Germplasm Evaluation Program Progress Report n° 22), 16p.
- DALY, B. L. Factors affecting rate of pH decline in bovine muscle post-mortem. Ph.D. Thesis, **University of New England**, Armidale, 2005.
- DURIS, M. P., RENAND, G., PICARD, B. Genetic variability of fetal bovine myoblasts in primary culture. **The Journal Histochemical**, v.31,p.753–760, 1999.
- EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2050-2057, 2006.
- FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999, p.89-97.

- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 79-97.
- FERRAZ, J.B.S. Impacto econômico na pecuária de leite e de corte no Brasil, com o aumento da utilização da inseminação artificial. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.20, n.3, p.95-98, 1996.
- Frisch, J. E., Vercoe, J. E. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic rate and efficiency of feed utilization in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred cattle. *Animal Production*, v. 25, p.343–358, 1977.
- GARDNER, G. E., PETHICK, D. W., GREENWOOD, P. L., et al. The effect of genotype and plane of nutrition on the rate of pH decline in lamb carcasses and the expression of metabolic enzymatic markers. **Australian Journal of Agricultural Research**, 27 (in press), 2006.
- GESUALDI JÚNIOR, A.; QUEIROZ, A.C.; RESENDE, F.D. et al. Características de carcaça de bovinos Nelore e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade recebendo alimentação restrita ou à vontade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.131-138, 2006.
- GOUTEFONGEA, R; DUMONT, J.P. Developments in low-fat meat and meat products. In: Wood, J.D.; Fisher, A.V. **Reducing fat in meat animals**. Elsevier, London. Cap. 9. p. 398-436, 1990.
- HICKS, R.B.; OWENS, F.N.; GILL, D.R. et al. Effects of controlled feed intake on performance and carcass characteristics of feedlot steers and heifers. **Journal of Animal Science**, v.68, n.1, p.233-244, 1990.
- IBGE; [2007]. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1269&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1269&id_pagina=1). Acesso em 15/03/2009.
- JOSAHKIAN, L.A. Associação Brasileira dos Criadores de Zebu: uma empresa de genética tropical. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.21-28, 1999.
- LAWRIE, R. A. Conversion of muscle into meat: biochemistry. In D. A. Ledward, D. E. Johnston, & M. K. Knight (Eds.), **The chemistry of muscle based foods** Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry. p 43–61, 1992.
- LEE, Y. B., & ASHMORE, C. R. Effect of early postmortem temperature on beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 60, n.6, p.1588–1596, 1985.
- LEHNERT, S.A.; BYRNE, K.A.; REVERTER, A. et al. Gene expression profiling of bovine skeletal muscle in response to and during recovery from chronic and severe undernutrition. **Journal of Animal Science**, v.84, n.12, p.3239-3250, 2006.
- KOOHMARAIE, M. The role of Ca<sup>2+</sup> - dependent proteases (calpains) in *post mortem* proteolysis and meat tenderness. **Biochimie**, v.74, n.3, p.239-245, 1992.
- KOOHMARAIE, M. The biological basis of meat tenderness and potential genetic approaches for its control and prediction. **Proceedings of the Reciprocal Meat Conference**, v.48, p.69–75, 1995.
- KARUE, C. N.; EVANS, J. L.; TILLMAN, A. D. Metabolism of nitrogen in Boran and in Hereford-Boran crossbred steers. **Journal of Animal Science**. v. 35, n.5, p.1025–1030, 1972.

- LANNA, D.P.D. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: **Simpósio sobre pecuária de corte**, 4, 1997, Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ, p.41-78, 1997.
- MANDELL, I.B.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; CAMPBELL, C.P. Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. **Journal of Animal Science**, v.76, n.10, p.2619-2630, 1998.
- MURPHY, T.A.; LOERCH, S.C. Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition. **Journal of Animal Science**, v.72, n.9, p.2497-2507, 1994.
- OFFER, G., KNIGHT, P. The structural basis of water-holding capacity in meat. Part 2: drip losses. In R. Lawrie (Ed.). **Developments in meat science** (Vol. 4, pp. 173–243). London:Elsevier Science Publications,1988.
- OFFER, G. Modeling of the formation of pale, soft and exudative meat – effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. **Meat Science**, v.30, p.157–184, 1991.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; et al. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.275-286, 1998.
- PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S. et al. Desempenho de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.963-975, 2005.
- PÁDUA, J.T. O cruzamento industrial na bovinocultura de corte. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1.,1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1999. p.35-56.
- PIRES, P. P.; [2004]. **Relevância da rastreabilidade do agronegócio da carne**. Disponível em:< <http://www.serrana.com.br/nutricaoanimal/boletimtecnicointegra.asp?id=73>>. Acesso em 04/01/2009.
- RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.261-269, 2001.
- RODRÍGUEZ-VOIGHT, A.; NOGUERA, E.; RODRÍGUEZ, H.L. et al. Crossbreeding dual-purpose cattle for beef production in tropical regions. **Meat science**, v.47, n.3-4, p.177-185, 1997.
- SAINZ, D.; ARAÚJO, F. R. C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos, 1º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. In: **Carne: Qualidade e Segurança para os consumidores do Novo Milênio**, p.26, 2001.
- SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE M.; CUNDIFF, L. V.; et al. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield, and growth rate. **Journal of Animal Science**, v.72, n.4, p.857-863, 1994.
- TOMKINS, N.W.; HARPER, G.S.; BRUCE, H.L. et al. Effect of different pot-weaning growth paths on long-term weight gain, carcass characteristics and eating quality of beef. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.46, n.12, 1571-1578, 2006.

- WHEELER, T. L.; CUNDIFF, L. V. KOCH, R. M. Effect of marbling degree on beef palatability in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *Journal Animal Science*, v.72, n.4, 3145-3151, 1994.
- WENDT, I.R.; GIBBS, C.L. Energy production of rat extensor digitorum longus muscle. ***American Journal of Physiology***, v.224, n.5, p.1081-1086, 1973.

## CAPÍTULO I

### **Características quantitativas da carcaça de bovinos Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore alimentados ao nível de manutenção e *ad libitum* com dois níveis de concentrado na dieta**

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho avaliar as características quantitativas da carcaça de animais Nelore (NE), F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore alimentados ao nível de manutenção e *ad libitum* com 1% e 2% do peso corporal (PC) em concentrado, seguindo o delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x3. Animais alimentados com maior nível de concentrado tiveram maior (P<0,05) peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça fria (RCF) e área de olho de lombo/100 Kg de carcaça fria (AOL/100 kg) em relação ao menor nível de concentrado. Exceto para o corte da alcatra, não houve diferença (P>0,05) na alimentação *ad libitum* para o rendimento de cortes. Animais cruzados apresentaram maior (P<0,05) PCF que animais NE. Animais NA tiveram maior (P<0,05) espessura de gordura subcutânea (EGS) e menor AOL/100 kg em relação aos animais NS. O rendimento de cortes não foi influenciado (P>0,05) pelo grupo genético, exceto pelo corte da paleta que teve menor (P<0,05) rendimento nos animais cruzados. As variáveis AOL, espessura de gordura subcutânea (EGS) e espessura de gordura na altura da garupa, avaliadas pelo ultrassom, foram influenciadas pelo peso dos animais. Animais cruzados e alimentados com maior nível de concentrado possuem carcaças com características mais adequadas as exigências do mercado.

**Palavras-chave:** área de olho de lombo, rendimento de carcaça, taxa de acréscimo

## ABSTRACT

### **Quantitative characteristics of the carcass of Nellore, F<sub>1</sub> Simmental x Nellore e F<sub>1</sub> Angus x Nellore fed at maintenance and ad libitum with two concentrate levels in the diet**

ABSTRACT - This trial was conducted to evaluate the quantitative characteristics of the carcass of animals Nellore (NE) , F<sub>1</sub> Simmental x Nellore (NS) and F<sub>1</sub> Angus x Nellore fed to the maintenance level and ad libitum with 1% and 2% of the corporal weight (CW) in concentrated, following in completely randomized experimental design, in factorial 3x3. Animals fed with larger concentrate level had larger (P<0.05) cold carcass weight (CCW), cold carcass dressing (CCD) and rib eye area/100 Kg of cold carcass (REA/100 kg) in relation to the small concentrate level. Except for cut of the top sirloin butt, there was not difference (P>0.05) in the feeding ad libitum for the yield of cuts. Crossbred animals presented larger (P<0.05) CCW that animals NE. The animals NA had larger (P <0.05) fat thickness (FT) and smaller REA/100 kg in relation to the animals NS. The trade cuts was not influenced (P>0.05) for the genetic group, except for the cut of the shoulder clod that had smaller (P<0.05) yield in the crossbred animals. Variables REA, FT and FT at the height of the rump assessed by ultrasonography were influenced by the weight of the animals. Crossbred animals and fed with larger concentrate level possess carcasses with more appropriate characteristics to the requirements of the market.

**Keywords:** carcass dressing percentage, increase rate, rib eye area

## INTRODUÇÃO

O Brasil passa por transformações profundas no sistema de produção de bovinos de corte. O país, conhecido pelos baixos custos de produção e área extensa para a produção de carne, tem revisto conceitos e começa a entender que é preciso reduzir ciclos, aumentar giro de capital e padronizar a produção, para que ocorra aumento na percentagem de carne produzida com destino à exportação ou para atender a mercados mais exigentes de maneira geral. Apesar da situação privilegiada perante outros países, o Brasil ainda possui índices produtivos e econômicos não condizentes com o conceito de pecuária desenvolvida.

O uso de dietas de alto grão vem crescendo nos confinamentos do Brasil, baseando-se, entre outros fatores, na melhor eficiência no uso destes alimentos quando comparados a dietas com maior proporção de volumosos (Resende et al., 2001).

Estima-se que a participação de animais ou genes zebuínos no rebanho bovino brasileiro esteja em torno de 80% (Alves et al., 2004), com grande predominância de animais Nelore, que apresentam menor potencial de crescimento em relação as raças taurinas, sendo contudo, rústicos e adaptados ao ambiente tropical. Utilizar animais F1 *Bos indicus* x *Bos taurus* pode maximizar a heterose, principalmente no tocante a características de maior variabilidade entre as raças, como a de carcaça.

O rendimento de carcaça é importante economicamente, uma vez que grande parte da comercialização da carne inspecionada no Brasil é realizada com base no peso de carcaça e não no peso corporal.

Nesse sentido, este trabalho foi realizado visando avaliar a influência do regime alimentar com relação às características quantitativas da carcaça e taxa de acréscimo de gordura e músculo na carcaça ao longo do crescimento de animais Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no confinamento experimental do Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de maio a setembro de 2007. Foram utilizados 48 bovinos castrados de 18 meses, sendo 16 Nelore, 16 F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> 16 Angus x Nelore com PC médio de 265,6±6,4 kg, 325,3±4,7 kg e 324,6±6,0 kg respectivamente. Os animais passaram por período de adaptação de 30 dias, no qual receberam dieta (*ad libitum*) composta por 55% de volumoso (silagem de milho) e 45% de concentrado, à base de milho, farelo de soja, caroço de algodão, casca de soja, uréia e minerais (12,5%PB).

Após este período, aqueles animais que foram designados a receber 2% do peso corporal em concentrado passaram uma semana recebendo 1,5% do peso corporal (PC) em concentrado e mais uma semana recebendo 2% do PC em concentrado para adaptação à dieta. Os animais que foram designados a receber 1% do PC em concentrado e o tratamento em manutenção iniciaram com sua dieta imediatamente após a adaptação inicial. Ao término dessa segunda semana, chamada de segunda adaptação, todos os animais foram pesados para início do primeiro período experimental.

Os animais foram mantidos em baias individuais, com piso, comedouro e bebedouro de concreto, com área total de 30 m<sup>2</sup>, dos quais 8 m<sup>2</sup> de área coberta com telhas de amianto. As rações foram formuladas para que as dietas fossem isoprotéicas (12,5%), sendo os consumos estimados segundo Valadares Filho et al. (2006) e as exigências de macro e micro minerais ajustadas de acordo com o NRC (1996). Os concentrados foram formulados para que a mesma ração fosse ofertada para ambos os tratamentos, mudando apenas a relação milho/uréia+sulfato de amônia permitindo que as dietas se mantivessem isoprotéicas.

O volumoso foi fornecido à vontade, sendo constituído de silagem de milho e os concentrados, em quantidade restrita, foram formulados à base de milho moído, farelo de soja, caroço de algodão, casca de soja, uréia/sulfato de amônio (9:1), bicarbonato de sódio, óxido de magnésio, sal comum e premix mineral. As dietas foram formuladas para conter um mínimo de 20% de fibra em detergente neutro. Ao longo do experimento, a relação média volumoso:concentrado foi de 58,70:41,30 e 24,84:75,16 para as ofertas de 1 e 2% do PC, respectivamente. As dietas e sua composição são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Os alimentos (volumoso + concentrado) foram fornecidos duas vezes ao dia (6h30 e 15h30), com cerca de 60% da quantidade diária fornecida pela manhã e os 40% restantes na parte da tarde. A quantidade de alimento fornecida foi ajustada diariamente de forma a permitir sobras em torno de 5-10% do ofertado, para os animais alimentados com 1% e 2% do

peso corporal em concentrado. No caso dos animais designados ao grupo manutenção, que receberam a mesma dieta do tratamento que recebia 1% de concentrado, a dieta foi fornecida toda pela manhã, sem haver sobras. No primeiro período a dieta dos animais do tratamento manutenção foi restrita a 1,2% do PC na matéria seca, no entanto, devido ao ganho de peso observado nesses animais, a partir do segundo período esses animais passaram a receber a ração na quantidade equivalente a 1% do peso corporal.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nos concentrados e nas dietas e composição dos concentrados e dietas obtidas na base da matéria seca

Ingrediente	1%		2%	
	Concentrado	Dieta	Concentrado	Dieta
	Proporção			
Silagem de Milho		58,70		24,84
Caroço de Algodão	12,28	5,07	12,071	9,07
Casca de Soja	26,93	11,12	26,659	20,04
Uréia	3,17	1,31	1,063	0,80
Sulfato de Amônio	0,35	0,14	0,209	0,16
Milho	52,43	21,65	55,071	41,39
Farelo de Soja	2,02	0,83	2,093	1,57
Mistura Mineral <sup>1</sup>	0,69	0,29	0,695	0,52
Sal	0,69	0,29	0,695	0,52
Cloreto de Potássio	0,35	0,14	0,348	0,26
Óxido de Magnésio	0,32	0,13	0,319	0,24
Bicarbonato de Sódio	0,64	0,26	0,638	0,48
Calcário	0,14	0,06	0,139	0,11
	Composição Nutricional			
Matéria seca	-	53,97	-	74,29
Matéria Orgânica	95,72	94,31	95,70	95,11
Proteína Bruta	20,69	12,73	14,96	13,02
Extrato Etéreo	4,01	3,09	4,06	3,66
Fibra em Detergente Neutro isenta de cinzas e proteína	41,18	45,84	35,51	38,89
Carboidratos Não Fibrosos	52,39	41,96	48,21	44,83
Nutrientes Digestível Totais	-	70,50	-	70,27
Energia Digestível	-	3,11	-	3,10
Energia Metabolizável	-	2,54	-	2,54
Fósforo	0,56	0,44	0,57	0,52
Cálcio	0,67	0,49	0,67	0,59
Magnésio	0,35	0,21	0,36	0,30
Sódio	0,55	0,31	0,55	0,45
Potássio	0,95	1,14	0,96	1,04

<sup>1</sup>Composição: Ca - 24,0%; P - 17,4%; Co - 100,0 ppm; Cu - 1.250,0 ppm; Fe - 1.795,0 ppm; Mn - 2.000,0 ppm; Se - 15,0 ppm; Zn - 5.270,0 ppm; I - 90,0 ppm. Os nutrientes digestíveis totais foram obtidos conforme recomendações de Sniffen et al. (1992). A energia digestível foi obtida a partir dos nutrientes digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos NRC (2001). Concentração de energia metabolizável foi considerada 82% da ED (Coelho da Silva & Leão, 1979).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3, sendo, 3 grupos genéticos (Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore) e três regimes alimentares (alimentação ao nível de manutenção e alimentação *ad libitum* com dois níveis de concentrado, respectivamente, 1% e 2% do peso corporal em concentrado com base na matéria natural da dieta), compondo, portanto, 9 tratamentos, com 6 repetições em cada grupo genético nos níveis de alimentação *ad libitum* (1% e 2%) e quatro repetições para o nível de alimentação restrito (manutenção).

Tabela 2- Composição química dos ingredientes utilizados na ração experimental

Item	Caroço de Algodão	Casca de Soja	Farelo de Soja	Milho	Silagem de Milho	Mistura Mineral
Matéria Seca <sup>1*</sup>	91,18	88,68	88,61	88,38	28,95	-
Matéria Orgânica <sup>1*</sup>	96,91	96,19	94,04	98,97	93,32	-
Proteína Bruta (PB) <sup>1*</sup>	23,92	11,85	49,46	8,91	7,13	-
Proteína Insolúvel em Detergente Neutro/PB <sup>2</sup>	12,79	40,10	11,68	29,72	19,55	-
Extrato Etéreo <sup>1*</sup>	15,75	1,05	1,48	3,36	2,44	-
Fibra em Detergente Neutro (FDN) <sup>1*</sup>	49,63	67,43	17,58	21,95	52,48	-
FDN isenta de cinzas e proteína <sup>1</sup>	45,68	61,68	11,17	18,78	49,13	-
FDN indigestível <sup>1</sup>	20,47	6,32	2,60	3,07	19,60	-
Carboidratos Não Fibrosos <sup>1</sup>	11,56	21,62	31,93	67,92	34,62	-
Fósforo <sup>1*</sup>	0,94	0,20	1,02	0,50	0,36	15,57
Cálcio <sup>1*</sup>	0,31	0,81	0,56	0,25	0,36	31,54
Magnésio <sup>1*</sup>	0,29	0,27	0,35	0,11	0,11	0,66
Sódio <sup>1*</sup>	0,16	0,17	0,11	0,11	0,14	0,23
Potássio <sup>1*</sup>	1,17	1,31	2,13	0,47	1,28	0,40

<sup>1</sup> % na MS; <sup>2</sup> % da PB. \*Determinações segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo a proteína bruta obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. Utilizou-se o sistema ANKOM para as avaliações de FDN, FDA, FDNi e FDAi, com modificação do saco utilizado (5,0 × 5,0 cm, porosidade de 100 µm), que foi confeccionado utilizando-se tecido TNT (100 g/m<sup>2</sup>). FDN: empregou-se alfa-amilase termoestável e correções sugeridas por Mertens (2002) para cálculo da FDN isenta de cinzas e proteína (FDNcp). Carboidratos não fibrosos = %CNF = 100 - [(%PB - %PB da Uréia + %Uréia) + %FDNcp + Cinzas + %EE).

O experimento teve duração total de 136 dias, sendo 30 dias de adaptação às condições experimentais, 14 dias de adaptação à dieta (2ª adaptação), 84 dias de período experimental. Foram realizadas pesagens intermediárias aos 28 e 56 dias de desempenho. Ao término do período de avaliação do desempenho, iniciou-se o abate dos animais. No entanto, em virtude de limitações físicas do abatedouro da Universidade Federal de Viçosa (onde as carcaças foram armazenadas), foi possível abater somente seis animais por dia, sempre três oriundos da combinação grupo genético x regime alimentar *ad libitum*. Os animais em manutenção abatidos nos dois últimos dias de abate. Como as avaliações das carcaças foram realizadas um dia após o abate, foram necessários oito dias alternados para que todos os animais fossem abatidos. Os animais foram pesados, após jejum de sólidos de 16 horas, e abatidos em seguida, por

concussão cerebral, seguida de secção da veia jugular, conforme resolução 714 de 2002 do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV).

Ao término de cada abate, as carcaças foram resfriadas, em câmara fria, a 0°C por 24 horas. Transcorrido o resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas, sendo mensuradas a espessura de gordura subcutânea e a área de olho de lombo, na altura da 12ª costela, bem como o comprimento da carcaça. A meia-carcaça direita de cada animal foi separada entre a quinta e a sexta costelas, em traseiro e dianteiro. O dianteiro compreendeu os cortes acém, paleta completa com osso e ponta de agulha; enquanto o traseiro especial foi representado pelo coxão e pela alcatra completa. O rendimento dos cortes comerciais foi avaliado de forma absoluta (kg) e relativa (em relação ao peso da carcaça).

As variáveis espessura de gordura subcutânea, rendimento de carcaça fria, área de olho de lombo, rendimentos de cortes comerciais, foram analisadas utilizando o programa SAS, segundo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3. As variáveis foram comparadas a partir de contrastes, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

### **Medidas de Ultrassom**

Medidas ultrasonográficas foram realizadas, na região lombar compreendida entre a 12ª e 13ª costelas e na região da P8 (gordura na garupa), durante as pesagens intermediárias e a pesagem final dos animais, utilizando-se ultrassom modelo Aloka 500-V, dotado de um transdutor linear de 17,2 cm e 3,5 MHz de frequência.

As medidas de AOL, EGS e P8 tomadas por ultrassom ao longo do desenvolvimento dos animais foram avaliadas a partir do modelo alométrico básico:  $Y = \beta_0 \times X^{\beta_1} + \varepsilon$  em que: Y = variável resposta (AOL, EGS ou P8); X = peso corporal (kg);  $\beta_0$  = parâmetro de ajustamento escalar;  $\beta_1$  = coeficiente alométrico; e  $\varepsilon$  = erro aleatório. Os dados foram linearizados por anamorfose, incluindo-se ao modelo básico descrito acima os efeitos de nível de alimentação concentrada (1 ou 2%) e grupo genético. Este último efeito foi introduzido no modelo utilizando-se variáveis Dummy (Draper & Smith, 1966).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação regime alimentar x grupo genético ( $P>0,05$ ) para nenhuma das características avaliadas.

Para todas as características avaliadas animais em manutenção apresentaram valores menores ( $P<0,05$ ) em relação aos animais alimentados *ad libitum*, exceto para AOL/100 Kg (Tabela 3).

Características de carcaça são influenciadas pelo crescimento e desenvolvimento do animal, que pode ser definido como o acúmulo de massa e mudanças na forma, respectivamente (Berg & Butterfield, 1976). O crescimento pode ser determinado pela genética e ambiente. Em relação ao ambiente, o que mais pode afetá-lo é a nutrição. Animais alimentados ao nível de manutenção receberam energia suficiente apenas para manter suas funções vitais, de forma que a alimentação não permitiu que crescessem ou depositassem tecido adiposo e muscular de forma adequada. Assim, animais submetidos à situação de restrição apresentaram características de carcaça inadequadas ao preconizado pelas indústrias frigoríficas, como mínimo de 3 mm de espessura de gordura subcutânea e peso de carcaça mínimo de 210 kg para animais castrados.

Os órgãos internos do corpo; principalmente fígado, rins, coração e trato gastrintestinal; são responsáveis por 40% da energia exigida para manutenção de um animal em jejum (Koong et al., 1985). Percebe-se, assim, relação direta entre tamanho de órgãos internos e exigências para manutenção. Esses tecidos possuem elevado turnover protéico, relativamente maior que o tecido muscular, o que significa alto gasto de energia, desnecessário, quando se considera o fator de maior interesse na produção de bovinos de corte, conversão de alimento em carne.

De acordo com Winter et al., (1976), durante o período de restrição ocorre redução no tamanho dos órgãos internos em relação ao peso corporal, ou seja, o crescimento dos mesmos, principalmente fígado e intestinos, é mais afetado do que o crescimento do animal (tendência a crescimento alométrico negativo).

Apesar dos animais em manutenção terem apresentado menor ( $P<0,05$ ) percentagem de órgãos e vísceras (13,63%) com relação aos animais alimentados *ad libitum* (16,21%), obtiveram menor rendimento de carcaça ( $P<0,05$ ). O menor rendimento de carcaça nos animais em manutenção pode, então, ter sido influenciado pela menor espessura de gordura subcutânea e menor massa muscular, evidenciada pela menor AOL, bem como pelo comprimento de carcaça ( $P<0,05$ ). O menor comprimento de carcaça nos animais em manutenção permite afirmar que o crescimento desses animais foi comprometido em relação ao crescimento dos animais alimentados *ad libitum*.

Animais alimentados com o maior nível (2% do PC em concentrado) apresentaram maior rendimento de carcaça ( $P < 0,05$ ) com relação aos animais que receberam menor nível (1% PC em concentrado) (Tabela 3). Como ressaltado anteriormente, o trato gastrintestinal pode sofrer variações no seu tamanho de acordo com a dieta. Animais submetidos a dietas com maior proporção de concentrado tendem a possuir menor peso e tamanho de trato gastrintestinal que animais alimentados com dietas com menor proporção de concentrado (ARC, 1980), o que não ocorreu neste experimento. Animais alimentados *ad libitum* possuíram a mesma percentagem de órgãos e vísceras com relação ao peso de corpo vazio (16,21%). Pode-se inferir que o maior rendimento de carcaça dos animais alimentados com maior nível de concentrado em relação aos alimentados com o menor nível deveu-se exclusivamente ao maior ( $P < 0,05$ ) peso de carcaça destes animais (Tabela 3).

O desenvolvimento muscular, dentre outros fatores, pode ser estimado através da observação da área da seção transversal do músculo *Longissimus dorsi*, que é denominada de área de olho de lombo (Crouse & Dikeman, 1976). Animais com maior AOL tendem a apresentar maior desenvolvimento do tecido muscular.

Animais alimentados com 1% de concentrado tiveram maior AOL/100 Kg ( $P < 0,05$ ) que animais alimentados com 2% de concentrado. Por outro lado, animais em manutenção apresentaram maior AOL/100 Kg ( $P < 0,05$ ) que animais alimentados *ad libitum* (Tabela 3). A maior AOL/100 kg em animais alimentados ao nível de manutenção ( $P < 0,05$ ) pode estar relacionada com a maior proporção de músculos na carcaça desses animais (65,11% contra 60,5% dos animais em regime *ad libitum*).

Animais em restrição alimentar buscam meios para economizar o uso de energia, por exemplo, depositando tecido muscular preferencialmente em relação aos outros tecidos, como o visceral e adiposo. Algumas classes de genes expressos nas fibras musculares (relacionados a proteínas estruturais e enzimas) ao serem expostas a altos níveis nutricionais têm sua expressão reduzida quando o animal passa por algum tipo de restrição nutricional. Como exemplo, cita-se a redução na expressão da lipoproteína lipase (responsável por levar “gotas” de lipídeos até os adipócitos) em animais em restrição (Faulconnier et al. 2001). Essa pode ser uma explicação para produção de carcaças com mais músculo e menos gordura em animais mantidos sob restrição.

Tabela 3 - Características de carcaça de animais alimentados *ad libitum*, com 1% e 2% de concentrado em relação ao peso corporal (PC) e ao nível de manutenção

Variável <sup>1</sup>	REGIME ALIMENTAR			VALOR -P			CV (%) <sup>4</sup>
	<i>Ad libitum</i>		Restrito	RA X GG <sup>2</sup>	M X AL <sup>3</sup>	1% X 2% <sup>3</sup>	
	1% PC	2% PC	Mantença				
PCF (kg)	264,39	281,22	200,17	0,8576	<0,0001	0,0059	6,8
RCF (%)	57,57	58,88	57,03	0,8810	0,0139	0,0074	2,4
CC (cm)	130,42	133,17	126,08	0,5675	0,0002	0,0621	3,2
AOL (cm <sup>2</sup> )	75,84	75,35	58,96	0,7318	<0,0001	0,8122	8,5
AOL/100 Kg	28,67	26,86	29,40	0,8644	0,0172	0,0090	7,0
EGS (mm)	6,71	6,40	1,68	0,2861	<0,0001	0,6820	41,0

<sup>1</sup>Peso de carcaça fria (PCF); Rendimento de carcaça fria (RCF); Comprimento de carcaça (CC); Área de olho de lombo (AOL); Espessura de gordura subcutânea (EGS). <sup>2</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>3</sup>Contrastes Manutenção (M) x *Ad libitum* (AL), 1% x 2%; <sup>4</sup>CV (%)= coeficiente de variação;

A menor AOL/100 Kg em animais alimentados com 2% de concentrado em relação aos alimentados com 1% pode estar relacionada ao desvio de energia para a produção de gordura, em proporção maior que a deposição de proteína na carcaça. Segundo Owens (1993) o excesso de nutrientes é convertido a lipídeos, excretados ou catabolizados. Animais alimentados em nível mais baixo de concentrado possuíram carcaças mais musculosas.

O comprimento da carcaça corresponde à distância entre a curvatura média do osso púbis e o bordo cranial medial da primeira costela. A avaliação do comprimento indica o quanto a carcaça é compacta e possui correlação positiva com peso da carcaça e de seus cortes (Müller, 1980).

A ausência de diferença no comprimento de carcaça ( $P>0,05$ ) entre regimes nutricionais *ad libitum* (Tabela 3) pode ser explicada pelo crescimento ósseo já estabilizado na fase de terminação, considerando que o ponto máximo de crescimento ósseo ocorre por volta dos seis a oito meses de idade, período de desmama, variando de acordo com a maturidade dos animais. O menor valor do comprimento de carcaça ( $P>0,05$ ) em animais alimentados ao nível de manutenção em relação a animais alimentados *ad libitum* é provavelmente devido à ausência de crescimento ósseo nestes animais, durante o período em que foram alimentados ao nível de manutenção.

Animais Nelore apresentaram menor peso e comprimento de carcaça ( $P<0,05$ ) que animais cruzados, e as mesmas variáveis não diferiram ( $P>0,05$ ) entre animais cruzados, enquanto o rendimento de carcaça não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelos grupos genéticos (Tabela 4). Feijó et al., (1997) trabalhando com F<sub>1</sub> Simental x Nelore observaram que animais cruzados apresentavam carcaças maiores. Vaz & Restle, (2001) encontraram maior comprimento de carcaça para animais cruzados, evidenciando heterose nesta característica.

Diferenças para rendimento de carcaça entre grupos genéticos, geralmente, são evidenciadas quando o abate é determinado pelo grau de acabamento da carcaça (Euclides Filho et al., 1997), uma vez que animais mais tardios apresentam carcaças terminadas em maior peso, e logo, maior rendimento. Assim como o grau de acabamento também influencia no rendimento de carcaça, animais de menor peso a maturidade, provavelmente estão em grau de acabamento mais avançado, aumentando o rendimento. Isso não ocorreu neste experimento, pois o abate foi determinado pelo tempo de confinamento.

O menor peso de carcaça dos animais Nelore pode ser explicado pelo menor comprimento (Tabela 4) e ganho de carcaça (0,64 Kg/dia)<sup>1</sup>, em relação aos animais cruzados (0,86 Kg/dia)<sup>1</sup>. Devido à heterose, animais cruzados ganham mais peso que animais Nelore puros, resultando em maior peso de carcaça ao abate. Apesar dos animais F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) serem considerados de maior porte em relação aos animais F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA), esses apresentaram o mesmo peso e comprimento de carcaça (P>0,05), o que pode ser explicado pelo ganho de carcaça (0,86 Kg/dia)<sup>1</sup> similar (P<0,05) entre as duas raças. Além disso, considerando que animais Angus são de pequeno porte, provavelmente cruzamento F<sub>1</sub> Angus x Nelore gera uma maior heterose para a variável comprimento de carcaça.

Animais Nelore tiveram menor (P<0,05) AOL (cm<sup>2</sup>) e EGS (mm) e AOL/100 Kg semelhante (P>0,05) aos animais cruzados (Tabela 4). As raças taurinas passaram por maior seleção, tornando-se mais especializadas para a produção de carne. Logo, apresentam carcaças mais musculosas em relação aos animais zebuínos puros. Estes apresentam menor capacidade de crescimento muscular que animais taurinos e seus cruzamentos (Morales et al., 2002). Animais Nelore depositam proteína em menor intensidade, por período mais prolongado, são mais tardios e possuem menor taxa de maturação comparada a animais taurinos (Barbosa, 1999). Diante disso, pode-se inferir que estes animais levam maior tempo para iniciar a fase de acabamento em relação aos animais cruzados, por isso, a menor espessura de gordura. A AOL/100 kg de carcaça fria foi maior (P<0,05) nos animais NS em relação aos NA, que por sua vez apresentaram maior (P<0,05) cobertura de gordura (Tabela 4).

Camfield et al. (1997) observaram menor deposição de tecido adiposo subcutâneo em animais de maior peso à maturidade, o que pode explicar a menor espessura de gordura nos animais NS. Como existe relação direta na proporção músculo:gordura da carcaça, esperar-se-ia que animais NS apresentassem uma carcaça mais musculosa em relação aos animais NA.

---

<sup>1</sup> Dados não publicados de Marcos Inácio Marcondes.

Segundo Costa et al. (2002), o mínimo de gordura de cobertura na carcaça para evitar problemas como encurtamento pelo frio, que reduz a maciez da carne, é de 3 mm. Para o sistema brasileiro de tipificação e classificação de carcaça, a cobertura de gordura uniforme está presente quando a face lateral do coxão, da alcatra e do contrafilé é uniformemente recoberta por camada de 7 a 10 mm de gordura. Excetuando-se animais em manutenção, os animais de todos tratamentos obtiveram o mínimo de gordura exigido e seriam classificados com cobertura mediana, tendo de 3 a 6 mm de gordura sobre o contra filé.

Tabela 4 - Características de carcaça de animais Nelore (NE) , F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA)

Variável <sup>1</sup>	GRUPO GENÉTICO			VALOR -P			CV (%) <sup>4</sup>
	NE	Cruzados		RA X GG <sup>2</sup>	NexCZ <sup>3</sup>	NsxNA <sup>3</sup>	
		NS	NA				
PCF (kg)	222,17	269,78	271,99	0,8576	<0,0001	0,6118	6,8
RCF (%)	57,95	58,01	57,82	0,8810	0,7971	0,6942	2,4
CC (cm)	123,44	132,94	133,28	0,5675	<0,0001	0,8268	3,2
AOL (cm <sup>2</sup> )	61,56	78,49	74,26	0,7318	<0,0001	0,0797	8,5
AOL/100 Kg	27,88	29,24	27,40	0,8644	0,3971	0,0113	7,0
EGS (mm)	3,81	4,62	6,37	0,2861	0,0181	0,0342	41,0

<sup>1</sup>Peso de carcaça fria (PCF); Rendimento de carcaça fria (RCF); Comprimento de carcaça (CC); Área de olho de lombo (AOL); Espessura de gordura subcutânea (EGS). <sup>2</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>3</sup>Contrastes NE x Cruzados (CZ) e NS x NA. <sup>4</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

Os cortes básicos da carcaça de bovinos no mercado brasileiro são o dianteiro com cinco costelas, que compreende acém, paleta, ponta de agulha, e traseiro especial, que inclui coxão e alcatra completa (Péron et al., 1993). Economicamente, deseja-se maior rendimento do traseiro especial em relação aos outros cortes, em virtude de seu maior valor comercial.

O peso de cortes primários é influenciado pelo peso de carcaça fria. Animais recebendo 2% de concentrado possuíram cortes de maior peso (P<0,05) que animais alimentados com 1% de concentrado, excetuando-se o peso do acém e do dianteiro, os quais, não foram diferentes (P>0,05) para ambos os tratamentos (Tabela 5). A mesma afirmação pode explicar o menor peso (P<0,05) dos cortes de animais alimentados ao nível de manutenção com relação aos alimentados *ad libitum* e dos animais Nelore em relação aos animais cruzados (Tabela 6). Animais em manutenção foram alimentados com o objetivo de manter o peso corporal, sem ingerir energia para que houvesse aumento no peso de carcaça, conseqüentemente possuindo menor peso de cortes em relação aos animais alimentados *ad libitum*.

Segundo Luchiari Filho (2000), uma carcaça adequada deve ter, em relação ao seu peso, 38 a 43% de dianteiro, 12 a 16% de ponta de agulha e 45 a 50% de traseiro especial.

Observando os dados apresentados na tabela 3, percebe-se que as carcaças avaliadas neste experimento atingiram esses valores de referência.

Os rendimentos de acém, alcatra e dianteiro não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os animais em manutenção e aqueles alimentados *ad libitum* (Tabela 5). Animais em manutenção apresentaram maior rendimento ( $P<0,05$ ) de coxão, paleta e traseiro especial e menor rendimento ( $P<0,05$ ) de ponta de agulha em relação aos animais alimentados *ad libitum* (Tabela 5). Os animais alimentados com 2% de concentrado tiveram maior rendimento ( $P<0,05$ ) de alcatra que os animais alimentados com 1% de concentrado (Tabela 5).

A medida de espessura de gordura na altura da 12<sup>o</sup> costela correlaciona-se de forma positiva com a quantidade de gordura e de forma inversa com o rendimento de cortes comestíveis da carcaça, sabe-se ainda que a deposição de gordura ocorre de forma diferenciada no corpo do animal (Berg & Butterfield, 1976).

Além disso, assim como ossos e gordura, a musculatura em geral cresce de forma alométrica, assim, os músculos possuem crescimento diferenciado, de acordo com a região do corpo. Músculos mais distantes da extremidade torácica e abdominal, bem como os próximos da extremidade torácica e pélvica, ao nascimento estão mais desenvolvidos que os outros, e durante o desenvolvimento pós-natal estes músculos crescem menos, relativamente ao restante da musculatura (Butterfield & Berg, 1966). Em outras palavras, os músculos ao redor da coluna vertebral crescem em ritmo semelhante à musculatura total, sendo sua maturidade intermediária. Os músculos presentes nas outras regiões anatômicas estão pouco desenvolvidos ao nascimento e crescem de forma mais rápida que o resto da musculatura, sendo de maturidade mais tardia. As afirmações acima, possivelmente, explicam as diferenças e semelhanças no rendimento de cortes entre os animais em manutenção e alimentados *ad libitum*.

Exceto pelo maior ( $P<0,05$ ) rendimento da paleta em animais NE (Tabela 6), não houve influência do grupo genético para rendimentos de cortes. De acordo com Berg & Butterfield (1976), independentemente da raça e em condições normais, os animais apresentam tendência a equilibrar o peso dos quartos traseiro e dianteiro e, conseqüentemente, dos cortes nas posições anatômicas acima.

May et al. (1992) concluíram, a partir de diversos estudos, que carcaças de animais europeus possuem maior rendimento de cortes nobres que carcaças zebuínas. No presente estudo, no entanto, não houve diferença nos rendimentos de corte entre animais puros zebuínos e cruzados ( $P>0,05$ ), exceto para o rendimento de paleta, menor ( $P<0,05$ ) nos animais cruzados (Tabela 6). A ausência de efeito de grupo genético, principalmente para as

proporções de dianteiro e traseiro, nesse experimento pode ser explicada pela castração dos animais.

Tabela 5 - Rendimentos e peso de cortes comerciais de animais alimentados *ad libitum*, com 1% e 2% de concentrado em relação ao peso corporal e ao nível de manutenção

Variável	REGIME ALIMENTAR			VALOR-P			CV (%) <sup>3</sup>
	<i>Ad libitum</i>		Restrito	RA X GG <sup>1</sup>	M X AL <sup>2</sup>	1% X 2% <sup>2</sup>	
	1% PC	2% PC	Mantença				
Cortes ½ carcaça (Kg)							
Acém	29,62	29,35	21,51	0,5900	<0,0001	0,8727	18,2
Coxão	34,73	36,54	28,74	0,7750	<0,0001	0,0374	7,4
Alcatra	21,46	23,47	17,45	0,5956	<0,0001	0,0015	8,3
Paleta	21,23	22,50	17,84	0,9116	0,0351	<0,0001	8,4
Ponta de Agulha	15,58	16,99	10,16	0,8877	<0,0001	0,0273	12,5
Traseiro especial	56,18	60,01	46,18	0,6646	<0,0001	0,0060	7,1
Dianteiro	50,85	51,84	39,35	0,7572	<0,0001	0,5881	11,3
Rendimentos de corte (% da carcaça fria)							
Acém	24,29	22,82	22,59	0,5150	0,4650	0,2643	16,8
Coxão	28,61	28,45	30,09	0,7397	0,0002	0,6817	4,0
Alcatra	17,62	18,25	18,25	0,6070	0,2865	0,0376	4,9
Paleta	17,5	17,54	18,69	0,9233	0,0033	0,9565	6,3
Ponta de Agulha	12,80	13,17	10,58	0,4984	<0,0001	0,3527	9,6
Traseiro especial	46,22	46,70	48,34	0,4611	0,0002	0,3133	3,0
Dianteiro	39,46	40,35	41,28	0,6016	0,8768	0,2662	9,4

<sup>1</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>2</sup>Contrastes Manutença (M) x *Ad libitum* (AL) e 1% x 2%. <sup>3</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

De maneira geral, a diferenciação na proporção entre dianteiro e traseiro são mais intensificadas em animais não-castrados, uma vez que nesses animais existe maior ação de hormônios masculinos (testosterona). Devido à ausência da atuação da testosterona em animais castrados, estes possuem o corpo mais uniforme, com proporção semelhante entre traseiro e dianteiro, independente do grupo genético (Berg & Butterfield, 1976). Além disso, esperar-se-ia que animais zebuínos apresentassem maior proporção de dianteiro em relação a animais cruzados, devido à presença do cupim; no entanto, o cupim também é menos pronunciado em animais castrados e jovens.

Não houve diferença ( $P>0,10$ ) entre grupo genético para medidas de AOL, EGS e P8, tomadas ao longo do desenvolvimento animal. O peso corporal influenciou ( $P<0,10$ ) o acréscimo de AOL e deposição de gordura, bem como o acréscimo de AOL foi influenciada ( $P<0,10$ ) pelo nível de concentrado (Tabela 7). Animais alimentados com 2% de concentrado tiveram maior acréscimo ( $P<0,10$ ) de AOL, durante o desenvolvimento, em relação a animais alimentados com 1% de concentrado (Figura 1). Provavelmente, essa diferença está

relacionada com o consumo de energia metabolizável<sup>1</sup>, maior nos animais alimentados com 2% de concentrado; sendo desviada energia para deposição de um tecido específico, no caso, músculo, uma vez que o nível de concentrado não influenciou ( $P>0,10$ ) a deposição de gordura durante o desenvolvimento (Tabela 7).

Tabela 6 - Rendimentos e peso de cortes comerciais de animais Nelore (NE) , F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) x e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA)

Variável	GRUPO GENÉTICO			VALOR-P			CV (%) <sup>3</sup>
	Cruzados			RA X GG <sup>1</sup>	NexCZ <sup>2</sup>	NsxNA <sup>2</sup>	
	NE	NS	NA				
Cortes ½ carcaça (Kg)							
Acém	23,81	28,11	30,55	0,5900	0,0014	0,1857	18,2
Coxão	30,23	35,86	35,63	0,7750	<0,0001	0,9576	7,4
Alcatra	18,55	22,74	22,33	0,5956	<0,0001	0,6865	8,3
Paleta	18,88	21,71	21,98	0,9116	<0,0001	0,5963	8,4
Ponta de Agulha	12,74	15,64	15,88	0,8877	<0,0001	0,7332	12,5
Traseiro especial	48,78	58,60	57,96	0,6646	<0,0001	0,8301	7,1
Dianteiro	42,68	49,83	52,53	0,7572	<0,0001	0,1686	11,3
Rendimentos de corte (% da carcaça fria)							
Acém	23,02	22,45	24,48	0,5150	0,8231	0,1765	16,8
Coxão	29,39	28,79	28,52	0,7397	0,0893	0,6202	4,0
Alcatra	17,90	18,22	17,91	0,6070	0,4524	0,3955	4,9
Paleta	18,38	17,45	17,62	0,9233	0,0207	0,4721	6,3
Ponta de Agulha	12,11	12,44	12,60	0,4984	0,1927	0,8625	9,6
Traseiro especial	47,28	47,01	46,50	0,4611	0,3406	0,3434	3,0
Dianteiro	41,40	39,90	42,10	0,6016	0,6430	0,1454	9,4

<sup>1</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>2</sup>Contrastes NE x Cruzados (CZ) e NS x NA.

<sup>3</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

De acordo com Luchiari Filho, (2000) gordura é o tecido mais variável da carcaça, tanto em quantidade quanto em distribuição. A deposição de gordura ocorre primeiramente nos quartos traseiro e dianteiro, avançando em direção a coluna vertebral e, posteriormente, desce para a parte inferior das costelas (Berg & Butterfield, 1976). Além disso, a deposição de gordura entre as 12<sup>o</sup> e 13<sup>o</sup> costela é menor do que a deposição na garupa até que esta atinja 4 a 5 mm de espessura, segundo Tait et al., (2001). Provavelmente, por isso, não houve diferenças na deposição de gordura na altura da garupa, entre tratamentos, em função do aumento do peso corporal; e o aumento da espessura de gordura subcutânea seja menor que o aumento da espessura de gordura na P8 (Figura 2).

<sup>1</sup> Dados não publicados de Marcos Inácio Marcondes

Tabela 7 - Níveis descritivos de probabilidade para o erro tipo I (Valor-P) associado aos efeitos avaliados para medidas de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e na altura da garupa (P8) medidas por ultrassom

VALOR - P			
Comparações entre Grupos Genéticos	AOL	EGS	P8
Nelore x F <sub>1</sub> Simental x Nelore			
Nelore	0,6003	0,9975	0,6212
Nelore x F <sub>1</sub> Angus x Nelore	0,7848	0,5665	0,3873
Cruzados	0,4473	0,5907	0,7409
Efeitos Diretos			
Peso	0,0004	0,0178	0,0224
Nível de Concentrado	0,0929	0,6144	0,6023
Efeitos de Interação			
Peso x 1%	0,5819	0,8660	0,7578
Peso x 2%	0,8096	0,5734	0,5073
Nível de concentrado x Peso	0,1022	0,5978	0,5610
NC x F <sub>1</sub> Simental x Nelore	0,7399	0,3412	0,1379
NC x F <sub>1</sub> Angus x Nelore	0,5731	0,9925	0,1359

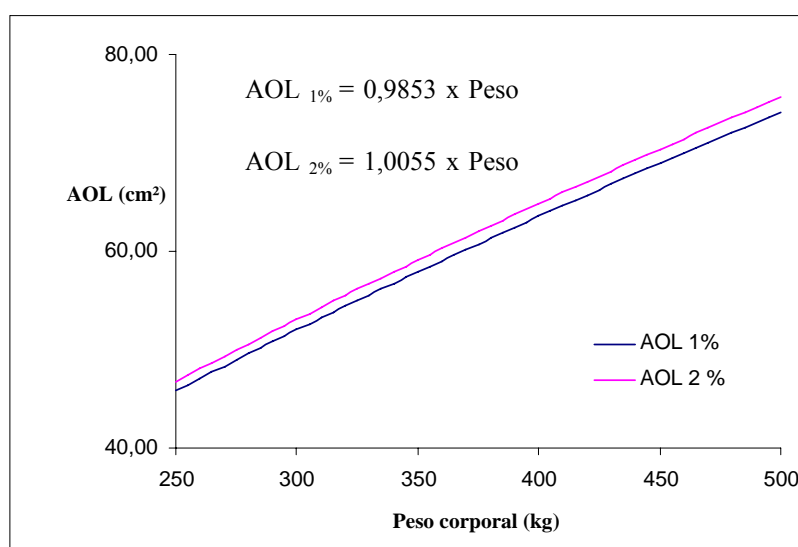


Figura 1 – AOL em função do peso corporal

As curvas que descrevem o crescimento do tecido muscular e adiposo apresentam comportamento alométrico, fazendo com que as taxas máximas de crescimento ocorram em épocas diferentes, já que são tecidos que apresentam diferenças quanto ao seu desenvolvimento.

Durante o crescimento animal, até a fase púbere, cujo momento é determinado pelo tipo biológico, a deposição de tecido muscular ocorre de forma acelerada e rápida, devido à liberação de hormônios protéicos de crescimento (Cervieri, 2003). No momento da puberdade o crescimento do tecido muscular atinge máximo, reduzindo-se por volta da maturidade. A

partir dessa fase, inicia-se o período de terminação, quando os animais intensificam a deposição de gordura.

A alteração que ocorre no padrão de deposição de tecidos é determinada pela maior produção de hormônios de reprodução em detrimento aos hormônios protéicos de crescimento (Berg & Butterfield, 1976). A partir daí, o ganho de peso será determinado, em maior proporção, pela deposição de gordura em detrimento de deposição de músculo.

Percebe-se, diante disso, que o crescimento de um organismo não ocorre de forma linear, além do ganho não possuir a mesma composição ao longo da vida do animal. Medições da área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e na região da P8 ou garupa com o ultrassom permitem perceber essas variações na deposição dos tecidos ao longo do crescimento do animal, baseando-se no aumento do peso corporal.

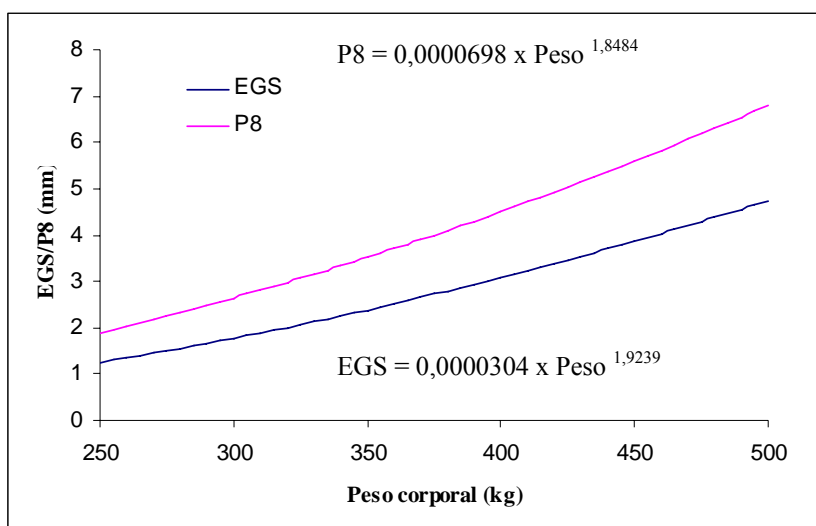


Figura 2 – Deposição de gordura em função do peso corporal

## CONCLUSÃO

Maior nível de concentrado e animais cruzados promove melhor rendimento e peso de carcaça.

A raça e alimentação *ad libitum* não afetam a proporção de cortes comerciais, dianteiro e traseiro.

O nível de concentrado e o peso corporal influenciam o aumento da área de olho de lombo durante o desenvolvimento animal, bem como o peso corporal influencia a deposição de gordura.

## LITERATURA CITADA

- ALVES, D.D.; PAULINO, M.F.; BACKES, A.A. et al. Características de carcaça de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu (F<sub>1</sub>) nas fases de recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1274-1284, 2004.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p.
- BARBOSA, P.F. Raças e estratégias de cruzamento para produção de novilhos precoces. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Suprema, 1999. p.1-19.
- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- BUTTERFIELD, R.M., BERG, R.T. Relative growth patterns of commercially important muscle groups of cattle. **Research in Veterinary Science**, v.7, p.389-393, 1966.
- CAMFIELD, P.K.; BROWN, A.H.; LEWIS, P.K. et al. Effects of Frame Size and Time-on-Feed on Carcass Characteristics, Sensory Attributes, and Fatty Acid Profiles of Steers. **Journal of Animal Science**, v. 75, p.1837-1844, 1997.
- CERVIERI, R.C. **Níveis plasmáticos hormonais e crescimento muscular de bovinos Superprecoces recebendo Somatotropina bovina recombinante (rbST)**, 2003. 86f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- 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 em diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31,n.1, p.417-428, 2002. (suplemento).
- CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M.E. Determinates of retail product of carcass beef. **Journal of Animal Science**, v.42, n.3, p.584-591, 1976.
- DRAPER, N.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York: John Willey & Sons, 1966. 407p.
- EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B.; FIGUEIREDO, G.R. et al. Efeito da suplementação com concentrado sobre idades de abate e características de carcaça de bovinos nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1096-1102, 1997.
- FAULCONNIE Y.; BONNET M.; BOCQUIER F.; et al. Effects of photoperiod and feeding level on adipose tissue and muscle lipoprotein lipase activity and mRNA level in dry non-pregnant sheep. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.299-306, 2001.
- FEIJÓ, G.L.D., EUCLIDES FILHO, K., FIGUEIREDO, G.R. et al. Avaliação de carcaças de Nelore e F1's europeu-Nelore a um grau de acabamento constante. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.133-135.
- KOONG, L.J., FERRELL, C.L., NIENABER, J.A. Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. **Journal of Nutrition**, v.115, n.10, p.1383-1388, 1985.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: LinBife, 2000. 134p.

- MAY, S. G.; EDWARDS, J. W.; WILLIAMS, F. L.; et al. Beef carcass composition of slaughter cattle differing in frame size, muscle score, and external fatness. **Journal of Animal Science**, v.70, n.8, p. 2431-2445, 1992.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds using refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **J. AOAC Int.** v. 85, p. 1217-1240. 2002.
- MÜLLER, L. **Normas para a avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. Santa Maria, Imprensa Universitária, 1980. 31 p. (publicação, 1).
- MORALES, D.C.; CHARDULO, L. A. L.; SILVEIRA.A.C.; et al. Características de qualidade de carne de bovinos de corte de diferentes tamanhos à maturidade submetidos ao sistema superprecoce. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.1-2, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C.: 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- 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.
- PAULINO, M. F.; FONTES, C. A. A.; JORGE, A. M. et al. Exigências de Energia para Manutenção de Bovinos Zebuínos Não-Castrados em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.621-626, 1999.
- PERON, J.A.; FONTES, C.A.A.; LANA, R.P. et al. Rendimento de carcaça e de seus cortes básicos e área corporal de bovinos de cinco grupos genéticos submetidos à alimentação restrita e “ad libitum”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.2, p.239-247, 1993.
- RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; OLIVEIRA, J.V. et al. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.261-269, 2001.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O’CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562 – 3577, 1992.
- 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).
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 1.ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.
- 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.
- WINTER, W.H., TULLOH, N.M., MURRAY, D.M. The effect of compensatory growth in sheep on empty body weight, carcass weight, carcass weight and the weights of some offal’s. **Journal of Agricultural Science**, v.87, p. 433-441, 1976.

## CAPÍTULO II

### **Padrão de deposição de tecidos, composição do ganho e corporal de bovinos Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore alimentados ao nível de manutenção e *ad libitum* com dois níveis de concentrado na dieta**

RESUMO - A composição do ganho e a taxa de ganho peso, bem como a composição da carcaça são fatores que determinam as exigências do animal e o tempo em que este irá permanecer no sistema de produção. Foram utilizados 48 bovinos castrados de 18 meses, sendo 20 Nelore (NE), 20 F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e 20 F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA) com peso médio de 265,6±6,4 kg; 325,3±4,7 kg e 324,6±6,0 kg, respectivamente. Avaliou-se o efeito de regime alimentar e grupo genético na composição física e química da carcaça e do corpo vazio, composição do ganho e padrão de deposição de tecidos. Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre grupo genético e regime alimentar. Animais em manutenção apresentaram maior ( $P<0,05$ ) proporção de ossos e músculo na carcaça e animais NE tiveram maior proporção de músculo e menor ( $P<0,05$ ) proporção de tecido adiposo total na carcaça que animais cruzados. Animais NE e em manutenção apresentam menor ( $P<0,05$ ) quantidade de gordura total que animais cruzados e alimentados *ad libitum*, respectivamente. A gordura foi depositada em maior proporção no tecido adiposo intermuscular, seguido do mesentério. A taxa de deposição de tecidos na carcaça foi menor nos animais NE e alimentados com 1% de concentrado (exceto para tecido adiposo subcutâneo), em relação aos animais cruzados e alimentados com 2% de concentrado, respectivamente. A taxa de deposição de gordura de mesentério foi maior ( $P<0,05$ ) nos animais NA e alimentados com 2% de concentrado em relação aos NS e animais alimentados com 1% de concentrado respectivamente.

**Palavras-chave:** gordura visceral, ganho de peso de corpo vazio, composição química do ganho

## ABSTRACT

### **Pattern of deposition of tissues, and body composition of gain of Nellore, F<sub>1</sub> Simmental x Nellore and F<sub>1</sub> Angus x Nellore fed in maintenance and ad libitum with two levels of concentrate in diet**

ABSTRACT: The composition of the gain and the rate of weight gain, and the carcass composition are factors that determine the demands of the animal and the time in that this will stay in the production system. Forty eight cattle castrated with 18 months were used, being 20 Nellore (NE), 20 F<sub>1</sub> Simmental x Nellore (NS) and 20 F<sub>1</sub> Angus x Nellore (NA) with medium weight of 265.6±6.4 kg; 325.3±4.7 kg and 324.6±6.0 kg, respectively. The effect of alimentary regime and genetic group was evaluated in the physical and chemical composition of the carcass and of the empty body, composition of the gain and pattern of deposition of tissues. There was not interaction ( $P>0.05$ ) between genetic group and alimentary regime. Animals in maintenance presented larger ( $P <0.05$ ) proportion of bones and muscle in the carcass and animals NE had larger muscle proportion and smaller ( $P<0.05$ ) proportion of total fatty in the carcass that crossbreds animals. Animals NE and in maintenance present smaller ( $P<0.05$ ) amount of total fat that crossbreds and fed ad libitum, respectively. The fat was deposited in larger proportion in the intermuscle fatty tissue, followed by the fatty of mesentery. The rate of deposition of tissues in the carcass was smaller in the animals NE and fed with 1% of concentrated (except for subcutaneous fatty tissue), in relation to the crossbreds animals and fed with 2% of concentrated, respectively. The rate of fat deposition in the adipose tissue of mesentery it was larger ( $P<0.05$ ) in the animals NA and fed with 2% of concentrated in relation to NS and animals fed with 1% of concentrated respectively.

**Keywords:** chemical gain composition, empty body gain, visceral fat

## INTRODUÇÃO

A tendência atual para a cadeia da carne bovina é de transformações, uma vez que a competição com outras cadeias de carne, como suína e de aves, e a necessidade de transformar a carne exportada de *commodity* em produto diferenciado tem direcionado profissionais da área a buscar meios para aumentar a produtividade, baixar custos, reduzir o ciclo de produção, padronizar produtos e abater animais mais jovens. Utilizar meios de produção que permitam chegar a esses objetivos, como a terminação de animais em confinamentos e o uso de cruzamentos entre raças procurando obter máxima heterose e complementariedade podem ser soluções que devem ser estudadas.

Além disso, o uso de dietas de alto concentrado pode ampliar o ganho de peso e a eficiência de utilização dos alimentos. Essa prática vem crescendo consideravelmente no Brasil e é utilizada de forma comum nos confinamentos americanos (Preston, 1998).

São diversos os fatores que podem alterar a composição física da carcaça e sua taxa de crescimento, entre os quais se destacam: idade, condição fisiológica (sexo, maturidade, peso, etc.), regime alimentar, grupo genético, ambiente, etc. Entre os que permitem manipulação por parte dos envolvidos na fase de produção destacam-se o grupo genético e a alimentação (Owens et al., 1995).

A estrutura corporal dos animais determina taxas de ganho de peso, deposição de gordura em diferentes pools e a energia necessária para a manutenção. Animais com diferentes *frame size* como Nelore, Red Angus e Simental, possuem tempos diferentes para serem terminados quando submetidos ao mesmo manejo. Assim, o grupo genético e a alimentação podem interferir na composição da carcaça. Buscar combinações adequadas pode garantir redução de *inputs* e aumento de *outputs* do sistema de produção.

O crescimento dos tecidos ocorre seguindo curvas alométricas, em que o platô de crescimento não se sobrepõe para diferentes tecidos, ocorrendo em épocas diferentes. Acompanhando este raciocínio, e sabendo que a deposição dos tecidos ósseo, muscular e adiposo segue essa ordem, é possível maximizar ganho de tecido muscular e permitir o mínimo de deposição de gordura, sem comprometer a qualidade da carne, nas diferentes raças, minimizando custos e possíveis gastos desnecessários.

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do regime alimentar no padrão de deposição de tecidos e composição de ganho, de carcaça e do corpo vazio de animais Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no confinamento experimental do Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de maio a setembro de 2007. Foram utilizados 60 bovinos castrados de 18 meses, sendo 20 Nelore (NE), 20 F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e 20 F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA) com peso médio de 265,6±6,4 kg; 325,3±4,7 kg e 324,6±6,0 kg, respectivamente, para as análises que utilizou-se animais alimentados *ad libitum* e em manutenção. No caso das análises que não foram utilizados animais em manutenção, o peso inicial foi 267,17 Kg; 325,63 Kg e 321,63 Kg, respectivamente para animais NE, NS e NA.

Após um período de adaptação de 30 dias, onde todos os animais receberam uma dieta composta por 55% de volumoso (silagem de milho) e 45% de concentrado à base de milho, farelo de soja, caroço de algodão, casca de soja, uréia e minerais (12,5% PB), o grupo referência (4 animais de cada grupo genético) foi abatido e determinado o peso de corpo vazio inicial (PCVZi) dos animais.

Após o abate do grupo referência, aqueles animais que foram designados a receber 2% do peso corporal em concentrado passaram uma semana recebendo 1,5% do peso corporal (PC) em concentrado e mais uma semana recebendo 2%, para adaptação à dieta. Os animais que foram designados a receber 1% do PC e o tratamento em manutenção iniciaram com sua dieta imediatamente após o abate do grupo referência. Ao término dessa segunda semana, chamada de segunda adaptação, todos os animais foram pesados para início do primeiro período experimental.

Os animais foram mantidos em baias individuais com área total de 30 m<sup>2</sup>, com piso, comedouro e bebedouro de concreto, e 8 m<sup>2</sup> de área coberta com telhas de amianto. As rações foram formuladas para que as dietas fossem isoprotéicas (12,5%), sendo os consumos estimados segundo Valadares Filho et al. (2006) e as exigências de macro e microminerais ajustadas de acordo com o NRC (1996). Os concentrados experimentais foram formulados de forma que a sua composição fosse alterada somente em termos da relação milho/uréia+sulfato de amônia, para que as dietas se mantivessem isoprotéicas. O volumoso foi constituído de silagem de milho e os concentrados formulados à base de milho moído, farelo de soja, caroço de algodão, casca de soja, uréia/sulfato de amônio (9:1), bicarbonato de sódio, óxido de magnésio, sal comum e premix mineral. Todas as dietas foram formuladas para conter um mínimo de 20% de fibra em detergente neutro na dieta. Ao longo do experimento, a relação média volumoso:concentrado foi de 58,70:41,30 e 24,84:75,16 para as ofertas de concentrado de 1 e 2% do PC, respectivamente. As dietas e sua composição (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados e nas dietas e composição dos concentrados e dietas obtidas na base da matéria seca

Ingrediente	1%		2%	
	Concentrado	Dieta	Concentrado	Dieta
	Proporção			
Silagem de Milho		58,70		24,84
Caroço de Algodão	12,28	5,07	12,071	9,07
Casca de Soja	26,93	11,12	26,659	20,04
Uréia	3,17	1,31	1,063	0,80
Sulfato de Amônio	0,35	0,14	0,209	0,16
Milho	52,43	21,65	55,071	41,39
Farelo de Soja	2,02	0,83	2,093	1,57
Mistura Mineral <sup>1</sup>	0,69	0,29	0,695	0,52
Sal	0,69	0,29	0,695	0,52
Cloreto de Potássio	0,35	0,14	0,348	0,26
Óxido de Magnésio	0,32	0,13	0,319	0,24
Bicarbonato de Sódio	0,64	0,26	0,638	0,48
Calcário	0,14	0,06	0,139	0,11
	Composição Nutricional			
Matéria seca	-	53,97	-	74,29
Matéria Orgânica	95,72	94,31	95,70	95,11
Proteína Bruta	20,69	12,73	14,96	13,02
Extrato Etéreo	4,01	3,09	4,06	3,66
Fibra em Detergente Neutro isenta de cinzas e proteína	41,18	45,84	35,51	38,89
Carboidratos Não Fibrosos	52,39	41,96	48,21	44,83
Nutrientes Digestível Totais	-	70,50	-	70,27
Energia Digestível	-	3,11	-	3,10
Energia Metabolizável	-	2,54	-	2,54
Fósforo	0,56	0,44	0,57	0,52
Cálcio	0,67	0,49	0,67	0,59
Magnésio	0,35	0,21	0,36	0,30
Sódio	0,55	0,31	0,55	0,45
Potássio	0,95	1,14	0,96	1,04

<sup>1</sup>Composição: Ca - 24,0%; P - 17,4%; Co - 100,0 ppm; Cu - 1.250,0 ppm; Fe - 1.795,0 ppm; Mn - 2.000,0 ppm; Se - 15,0 ppm; Zn - 5.270,0 ppm; I - 90,0 ppm. Os nutrientes digestíveis totais foram obtidos conforme recomendações de Sniffen et al. (1992). A energia digestível foi obtida a partir dos nutrientes digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos NRC (2001). Concentração de energia metabolizável foi considerada 82% da ED (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Os alimentos (volumoso + concentrado) foram fornecidos duas vezes ao dia (6h30 e 15h30), com cerca de 60% da quantidade diária fornecida pela manhã e os 40% restantes na parte da tarde. A quantidade de alimento fornecida foi ajustada diariamente de forma a permitir sobras em torno de 5-10% do ofertado, para os animais alimentados com 1% e 2% do peso corporal em concentrado. No caso dos animais designados ao grupo manutenção, que receberam a mesma dieta do tratamento que recebia 1% de concentrado, a dieta foi fornecida toda pela manhã, sem haver sobras. No primeiro período a dieta dos animais do tratamento manutenção foi restrita a 1,2% do PC com base na matéria seca, no entanto, devido ao ganho de

peso observado nesses animais, a partir do segundo período esses animais passaram a receber a ração na quantidade equivalente a 1% do peso corporal.

Tabela 2- Composição química dos ingredientes utilizados na ração experimental

Item	Caroço de Algodão	Casca de Soja	Farelo de Soja	Milho	Silagem de Milho	Mistura Mineral
Matéria Seca <sup>1*</sup>	91,18	88,68	88,61	88,38	28,95	-
Matéria Orgânica <sup>1*</sup>	96,91	96,19	94,04	98,97	93,32	-
Proteína Bruta (PB) <sup>1*</sup>	23,92	11,85	49,46	8,91	7,13	-
Proteína Insolúvel em Detergente Neutro/PB <sup>2</sup>	12,79	40,10	11,68	29,72	19,55	-
Extrato Etéreo <sup>1*</sup>	15,75	1,05	1,48	3,36	2,44	-
Fibra em Detergente Neutro (FDN) <sup>1*</sup>	49,63	67,43	17,58	21,95	52,48	-
FDN isenta de cinzas e proteína <sup>1</sup>	45,68	61,68	11,17	18,78	49,13	-
FDN indigestível <sup>1</sup>	20,47	6,32	2,60	3,07	19,60	-
Carboidratos Não Fibrosos <sup>1</sup>	11,56	21,62	31,93	67,92	34,62	-
Fósforo <sup>1*</sup>	0,94	0,20	1,02	0,50	0,36	15,57
Cálcio <sup>1*</sup>	0,31	0,81	0,56	0,25	0,36	31,54
Magnésio <sup>1*</sup>	0,29	0,27	0,35	0,11	0,11	0,66
Sódio <sup>1*</sup>	0,16	0,17	0,11	0,11	0,14	0,23
Potássio <sup>1*</sup>	1,17	1,31	2,13	0,47	1,28	0,40

<sup>1</sup> % na MS; <sup>2</sup> % da PB. \*Determinações segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo a proteína bruta obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. Utilizou-se o sistema ANKOM para as avaliações de FDN, FDA, FDNi e FDAi, com modificação do saco utilizado (5,0 × 5,0 cm, porosidade de 100 µm), que foi confeccionado utilizando-se tecido TNT (100 g/m<sup>2</sup>). FDN: empregou-se alfa-amilase termoestável e correções sugeridas por Mertens (2002) para cálculo da FDN isenta de cinzas e proteína (FDNcp). Carboidratos não fibrosos = %CNF = 100 - [(%PB - %PB da Uréia + %Uréia) + %FDNcp + Cinzas + %EE].

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3, sendo, 3 grupos genéticos (Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore) e três regimes alimentares (alimentação ao nível de manutenção e alimentação *ad libitum* com dois níveis de concentrado, respectivamente, 1% e 2% do peso corporal em concentrado com base na matéria natural da dieta), compondo, portanto, 9 tratamentos, com 6 repetições em cada grupo genético nos níveis de alimentação *ad libitum* (1% e 2%) e quatro repetições para o nível de alimentação restrito (manutenção). O experimento teve duração total de 136 dias, sendo 30 dias de adaptação às condições experimentais, 14 dias de adaptação à dieta (2<sup>a</sup> adaptação), 84 dias de período experimental. Foram realizadas pesagens intermediárias aos 28 e 56 dias de desempenho.

Ao término do período de avaliação do desempenho, iniciou-se o abate dos animais. No entanto, em virtude de limitações físicas do abatedouro da Universidade Federal de Viçosa (onde as carcaças foram armazenadas), foi possível abater somente seis animais por dia, sempre três de cada tratamento (grupo genético x regime alimentar *ad libitum*) e os animais em manutenção foram abatidos nos dois últimos dias de abate.

Durante o abate, o sangue foi recolhido em recipiente plástico, pesado e amostrado. Todas as partes constituintes do corpo animal [cabeça, patas, cauda, couro, aparelho gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso), órgãos internos (pulmões, rins, coração, baço, fígado), gordura interna, mesentério, língua, diafragma, aparas (esôfago, traquéia, laringe, aparelho reprodutivo) e meia-carcaça esquerda e direita] foram pesadas, sendo que o trato gastrintestinal foi devidamente esvaziado e lavado previamente à pesagem.

O peso de corpo vazio (PCVZ) de cada animal foi obtido pelo somatório de todas as partes constituintes do corpo descritas acima, mais o sangue. Para obtenção do peso de corpo vazio inicial dos animais que permaneceram no experimento, utilizou-se a relação PCVZ/PC média obtida nos animais referência, dentro de cada grupo genético. As composições químicas médias da carcaça e do corpo vazio, obtidas nos animais referência foi utilizada para estimar as composições iniciais dos demais animais, dentro de cada grupo genético. Ao término de cada abate, as carcaças foram resfriadas a 0° C por 24 horas. O aparelho gastrintestinal, os órgãos internos, a língua, as aparas, o mesentério, a gordura interna, o diafragma e a cauda, foram moídos conjuntamente, obtendo-se amostra única, denominada de amostra de órgãos + vísceras. Anterior à moagem, foi retirada amostra, em torno de 500 gramas, da gordura de mesentério e interna para análises químicas.

A meia-carcaça direita foi dissecada, quando houve a separação dos tecidos adiposo, muscular e ósseo, sendo que o tecido adiposo foi subdividido em tecido adiposo subcutâneo e intermuscular, que foram pesados separadamente. Após a moagem da gordura e músculo obteve-se, de forma proporcional, amostra composta, denominada de músculo + gordura da carcaça. Os ossos da carcaça foram subdivididos em três classes: ossos longos (representados pelos ossos dos membros anteriores e posteriores e da pelve), costelas e vértebras. Os ossos, dentro de cada classificação, foram pesados e serrados. No momento do processamento das amostras, os ossos foram pesados proporcionalmente e homogeneizados, constituindo uma amostra composta representativa da carcaça, denominada de amostra de ossos da carcaça.

Nas amostras dos ossos, composta de músculo + gordura e de cada depósito de gordura corporal foram quantificados os teores de matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo e proteína bruta das amostras, de acordo com Silva & Queiroz (2002). A partir dos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e minerais, obtidos nas amostras de todos os constituintes corporais, foram obtidos os teores de água, extrato etéreo, proteína bruta e minerais no corpo vazio, na carcaça dos animais. A partir da composição inicial, estimada pelos animais abatidos ao início do experimento, estimou-se a composição do ganho de peso

de corpo vazio, e a taxa de deposição dos tecidos e dos constituintes químicos na carcaça e no peso de corpo vazio dos animais.

A composição física e química da carcaça e do corpo vazio, a composição do ganho e as taxas de deposição foram analisadas utilizando o programa SAS, segundo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3, quando utilizados animais em manutenção e *ad libitum*; e esquema fatorial 3 x 2, quando utilizou-se somente animais alimentados *ad libitum*. As variáveis foram comparadas a partir de contrastes, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Animais em manutenção apresentaram carcaças com maior ( $P<0,05$ ) proporção de tecido muscular e ósseo, e menor proporção ( $P<0,05$ ) de gordura que animais alimentados *ad libitum* (Tabela 3). Animais Nelore (NE) apresentaram maior ( $P<0,05$ ) proporção de músculo e menor ( $P<0,05$ ) proporção de gordura total e intermuscular na carcaça que animais cruzados (Tabela 4). Enquanto o tecido ósseo e tecido adiposo subcutâneo não diferiram ( $P>0,05$ ) entre raças (Tabela 4). A carcaça dos animais em manutenção, bem como de animais NE, apresentou menor ( $P<0,05$ ) teor de extrato etéreo e maior ( $P<0,05$ ) teor de água em relação aos animais alimentados *ad libitum* e cruzados, respectivamente (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Composição física e química da carcaça de animais alimentados *ad libitum*, com 1% e 2% de concentrado em relação ao peso corporal (PC) e ao nível de manutenção

Variável <sup>1</sup>	REGIME ALIMENTAR		VALOR-P				CV <sup>4</sup> (%)
	<i>Ad libitum</i>		Restrito				
	1% PC	2% PC	Mantença	RA X GG <sup>2</sup>	M X AL <sup>3</sup>	1% X 2% <sup>3</sup>	
Composição física da carcaça (%)							
Tecido Muscular	60,68	60,31	65,11	0,8213	<0,0001	0,6275	3,8
Tecido Ósseo	15,26	15,19	19,70	0,2675	<0,0001	0,8475	6,0
TASUB	7,52	7,63	6,77	0,7887	<0,0001	0,5828	17,5
TAINT	15,39	16,37	11,20	0,3148	<0,0001	0,1218	12,6
TAT	22,91	24,00	17,97	0,4009	<0,0001	0,1611	11,7
Composição química da carcaça (%)							
Proteína bruta	17,06	17,41	17,88	0,0388	-	-	4,5
Extrato Etéreo	21,54	21,43	15,38	0,1690	<0,0001	0,8839	11,0
Cinzas	6,14	6,17	7,37	0,0173	-	-	9,0
Água	55,26	54,99	59,37	0,8606	<0,0001	0,6705	3,4

<sup>1</sup>TASUB: Tecido adiposo subcutâneo; TAINTE: Tecido adiposo intermuscular; TAT: Tecido Adiposo total.

<sup>2</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>3</sup>Contrastes Manutença (M) x *Ad libitum* (AL) e 1% x 2%. <sup>4</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

Os tecidos muscular, adiposo e, com menor destaque, o ósseo - já que a sua proporção não varia de forma relevante no decorrer do crescimento - possuem proporções diferentes no corpo do bovino. O tecido muscular constitui em torno de 40% da massa corporal e varia de 53 a 64% do peso da carcaça (Paulino et al., 2005). A relação músculo:gordura reduz com o aumento do peso de abate, já que existe inversão na intensidade com que estes tecidos são depositados na carcaça (Arboitte et al., 2004).

Os animais iniciaram este experimento com idade em torno de 18 meses e o ponto máximo de crescimento ósseo ocorre por volta de 6 a 8 meses de idade. Seria natural, portanto, que animais em crescimento possuíssem menor proporção de osso em relação aos outros tecidos na carcaça que animais em manutenção.

A proporção do tecido adiposo varia de forma inversa em relação à quantidade de músculo (Berg & Butterfield, 1976), sofrendo interferência do estado fisiológico determinado pela idade, sexo e grupo genético, além dos níveis nutricionais aos quais os animais foram submetidos ao longo da vida. Essa associação foi observada neste experimento, onde animais alimentados em restrição, bem como da raça NE tiveram maior proporção de músculo e menor proporção de gordura na carcaça, em relação aos animais alimentados *ad libitum* e cruzados, respectivamente (Tabela 3 e 4).

Tabela 4 - Composição física e química da carcaça de animais Nelore (NE) , F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA)

Variável <sup>1</sup>	GRUPO GENÉTICO				VALOR-P		CV <sup>4</sup> (%)
	NE	NS	NA	RA X GG <sup>2</sup>	NexCZ <sup>3</sup>	NsxNA <sup>3</sup>	
Composição física da carcaça (%)							
Tecido Muscular	62,74	60,80	61,41	0,8213	0,0393	0,3796	3,8
Tecido Ósseo	16,66	16,17	16,21	0,2675	0,1360	0,7000	6,0
TASUB	6,24	6,74	7,22	0,7887	0,0572	0,3488	17,5
TAINT	13,71	15,71	14,71	0,3148	0,0085	0,1155	12,6
TAT	19,94	22,45	21,93	0,4009	0,0051	0,4614	11,7
Composição química da carcaça (%)							
Proteína bruta	17,66	17,28	17,25	0,0388	-	-	4,5
Extrato Etéreo	18,65	20,87	20,37	0,1690	0,0073	0,5069	11,0
Cinzas	6,67	6,29	6,42	0,0173	-	-	9,0
Água	57,03	55,57	55,96	0,8606	0,0346	0,5889	3,4

<sup>1</sup>TASUB: Tecido adiposo subcutâneo; TAIN: Tecido adiposo intermuscular; TAT: Tecido Adiposo total.

<sup>2</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>3</sup>Contrastes NE x Cruzados (CZ) e NS x NA.

<sup>4</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

Animais em manutenção apresentaram carcaças com menor proporção (P<0,05) de gordura e maior proporção (P<0,05) de tecido muscular em relação aos animais alimentados *ad libitum*, uma vez que, com energia disponível apenas para manutenção de funções vitais, a deposição de gordura não foi primordial.

No animal vivo, durante o crescimento, o aumento na massa muscular é determinado pela relação no aumento da síntese ou redução na degradação. Calpaínas (micro e mili) são proteases endógenas, consideradas as principais responsáveis pela degradação protéica. Essas enzimas possuem inibidor endógeno específico chamado de calpastatina. O equilíbrio entre calpastatina e calpaínas determina a taxa de crescimento muscular (Goll et al., 1989). Animais zebuínos possuem, naturalmente, maiores níveis de calpastatina (Koohmaraie, 1992), bem como menores níveis de mili-calpaína. A menor degradação protéica em animais zebuínos pode explicar a maior proporção de tecido muscular nestes animais em relação aos animais cruzados (Tabela 4).

Diferenças na proporção de água podem ser determinadas por diferenças na gordura ou extrato etéreo. Carcaças com maior proporção de gordura e extrato etéreo tiveram menor proporção de água (Tabela 3 e 4). A evolução e a necessidade de fontes de energia na ausência de alimentos exigiram que animais desenvolvessem reservas, leves e compactas, que depositassem energia de forma eficiente. O triacilglicerol preencheu esses pré-requisitos sendo densos e hidrofóbicos. Um grama de triacilglicerol armazenado contém praticamente nenhuma água, enquanto o glicogênio contém cerca de 75% de água. Essa afirmação explica a relação inversa na proporção de água e gordura/extrato etéreo na carcaça.

Animais recebendo 2% de concentrado apresentaram mesma proporção ( $P>0,05$ ) de músculo e gordura na carcaça com relação animais recebendo 1% de concentrado (Tabela 3). A desaceleração do crescimento muscular com a puberdade pode ser devido à limitação de recursos (espaço, nutrientes e fatores de crescimento), acumulação de produtos ou fatores de inibição. Isso explicaria porque quando animais alimentados acima da manutenção, mesmo com diferentes quantidades de concentrado na dieta não apresentaram diferenças na percentagem de músculo na carcaça, mas animais alimentados com 2% de concentrado apresentaram maior quantidade de gordura corporal total. Segundo Owens, (1993) o excesso de nutrientes é convertido a lipídeos, excretados ou catabolizados.

Houve interação entre regime alimentar e grupo genético ( $P<0,05$ ) para percentagem de proteína bruta e cinzas na carcaça (Tabela 5). A percentagem de proteína bruta na carcaça de animais NS foi maior ( $P<0,05$ ) em animais alimentados com 2% de concentrado comparado com a dieta de 1% de concentrado; e animais NA apresentaram maior ( $P<0,05$ ) percentagem de proteína na carcaça quando alimentados ao nível de manutenção, em relação à alimentação *ad libitum* (Tabela 5). Quando alimentados com dieta de 1% de concentrado, animais NE apresentaram maior ( $P<0,05$ ) percentagem de proteína na carcaça em relação aos animais cruzados (Tabela 5). Para animais NE, o nível de energia na dieta não interferiu ( $P>0,05$ ) na percentagem de proteína na carcaça e cinzas na carcaça (Tabela 5). Animais NS, bem como NA apresentaram maior ( $P<0,05$ ) percentagem de cinzas na carcaça quando foram alimentados ao nível de manutenção, em relação à alimentação *ad libitum* (Tabela 5). Ao nível de manutenção, animais NA apresentaram maior ( $P<0,05$ ) percentagem de cinzas na carcaça, quando comparados com animais NS (Tabela 5).

Existe uma relação inversa entre as concentrações minerais nos tecidos ósseos e comestíveis e a concentração de gordura corporal (Nour & Thonney, 1987), uma vez que a gordura tem baixo teor de minerais, ocorrendo portanto, diluição desses elementos, em carcaças com maior teor de gordura.

Tabela 5 - Interação regime alimentar x grupo genético para as variáveis % Proteína Bruta e % Cinzas na carcaça

% Proteína Bruta na carcaça					
R. Alimentar	Grupo Genético			Contraste	
	NE	NS	NA	NE x CZ	NS x NA
Mantença	18,07	17,56	18,00	0,5333	0,4374
1%	17,93	16,67	16,57	0,0019	0,8243
2%	17,10	17,70	17,44	0,2445	0,5692
Contraste					
M x Al	0,2249	0,4189	0,0356		
1% x 2%	0,0743	0,0302	0,0651		
% Cinzas na carcaça					
R. Alimentar	Grupo Genético			Contraste	
	NE	NS	NA	NE x CZ	NS x NA
Mantença	7,11	7,46	7,55	0,2842	0,0011
1%	6,82	5,93	5,66	0,8149	0,8284
2%	6,21	5,87	6,43	0,4153	0,1015
Contraste					
M x Al	0,0840	<0,0001	<0,0001		
1% x 2%	0,0800	0,8394	0,0271		

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre grupo genético e regime alimentar para partição da gordura nos diferentes depósitos e porcentagem do peso de corpo vazio (Tabelas 6 e 7). Animais em manutenção tiveram menor ( $P<0,05$ ) quantidade de gordura no corpo em relação a animais alimentados *ad libitum* (Tabela 6), assim como animais NE apresentaram menor ( $P<0,05$ ) quantidade de gordura no corpo em relação aos animais cruzados (Tabela 7). Animais alimentados com 2% de concentrado apresentaram maior ( $P>0,05$ ) quantidade de gordura corporal que animais alimentados com 1% (Tabela 6).

Animais NE apresentaram menor proporção ( $P<0,05$ ) de gordura intermuscular e maior proporção ( $P<0,05$ ) de gordura de mesentério na gordura total que animais cruzados. Animais NA tiveram maior proporção ( $P<0,05$ ) de gordura perirenal que animais NS (Tabela 7). Segundo Leme (2000), animais de menor tamanho corporal apresentam maior proporção de gordura perirenal.

A porcentagem dos depósitos de gordura em relação ao peso de corpo vazio não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pela raça, bem como alimentação *ad libitum* (Tabelas 6 e 7), enquanto a gordura de mesentério teve maior ( $P<0,05$ ) participação no peso de corpo vazio em animais alimentados com 2% de concentrado em relação aos que receberam metade de concentrado (Tabela 6).

Tabela 6 - Partição entre os principais depósitos de gordura corporal em relação ao depósito total e em relação ao peso de corpo vazio em animais alimentados *ad libitum*, com 1% e 2% de concentrado em relação ao peso corporal (PC) e ao nível de manutenção

Variável	REGIME ALIMENTAR			VALOR-P			CV (%) <sup>3</sup>
	Ad libitum		Restrito	RAXGG <sup>1</sup>	MXAL <sup>2</sup>	1%X2% <sup>2</sup>	
	1% PC	2% PC	Mantença				
Depósitos de tecido adiposo	Partição em relação à gordura total (%)						
Total (Kg)	54,89	61,33	26,86	0,6651	<0,0001	0,0097	13,6
Gordura Subcutânea	18,26	17,53	15,03	0,9533	0,0012	0,3634	13,5
Gordura Intermuscular	37,03	37,15	42,52	0,5587	<0,0001	0,9026	7,3
Gordura Mesentérico	30,60	31,35	30,70	0,6144	0,7350	0,3486	7,7
Gordura Perirenal	14,03	13,92	11,64	0,6353	0,0004	0,8470	12,7
Depósitos de tecido adiposo	Partição em relação ao peso de corpo vazio (%)						
Gordura Subcutânea	2,51 a	2,86 a	0,95 b	0,1852	<0,0001	0,0859	26,4
Gordura Intermuscular	5,18 a	6,03 a	2,66 b	0,5587	<0,0001	0,3810	23,0
Gordura Mesentérico	4,26 a	5,04 a	1,93 b	0,0586	<0,0001	0,0144	22,9
Gordura Perirenal	1,96 a	2,29 a	0,75 b	0,2005	<0,0001	0,0525	27,7

<sup>1</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>2</sup>Contrastes Manutença (M) x Ad libitum (AL) e 1% x 2%. <sup>3</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

Existe ordem fixa cronológica, para o acúmulo de gordura corporal, sendo, na seqüência, a perirenal, intermuscular, subcutânea e intramuscular (Sainz & Hasting, 2000). O aumento na quantidade de gordura corporal, ao contrário do tecido muscular, após o nascimento ocorre por hiperplasia e hipertrofia. Na fase de terminação, os depósitos de gordura que se desenvolvem mais precocemente (perirenal, mesentérico e intermuscular) já atingiram seu desenvolvimento hiperplásico e passam a depositar gordura nos adipócitos já existentes, enquanto depósitos subcutâneo e intramuscular continuam a produzir novos adipócitos, ao mesmo tempo em que depositam gotas de gordura dentro das células (Sainz & Hasting, 2000).

Berg & Walters (1983), explicaram que a separação e distribuição da gordura corporal estaria relacionada a pressões locais exercidas a medida que o tecido é depositado durante o crescimento. Assim, a princípio, a gordura depositada na cavidade corporal e no espaço entre músculos encontraria pouca resistência para deposição. Após resistência máxima, o excedente de energia absorvido pelo animal seria armazenado em depósitos de gordura subcutânea. Novamente, sob a pele, os músculos corporais exerceriam resistências variáveis a deposição de gordura, assim músculos anteriores e posteriores exerceriam, a princípio, menor pressão contra a deposição, de forma que a gordura subcutânea seria depositada num primeiro momento nestes locais.

Tabela 7 - Partição entre os principais depósitos de gordura corporal em relação ao depósito total e em relação ao peso de corpo vazio em animais Nelore (NE), F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA)

Variável	GRUPO GENÉTICO			VALOR-P			CV (%) <sup>3</sup>
	Cruzados			RA X GG <sup>1</sup>	NexCZ <sup>2</sup>	NsxNA <sup>2</sup>	
	NE	NS	NA				
Depósitos de tecido adiposo	Partição em relação à gordura total (%)						
Total (Kg)	39,77	51,81	51,51	0,6651	<0,0001	0,9060	13,6
Gordura Subcutânea	16,85	16,20	17,77	0,9533	0,8611	0,0824	13,5
Gordura Intermuscular	37,63	40,59	38,48	0,5587	0,0408	0,0518	7,3
Gordura Mesentérico	32,57	30,43	29,64	0,6144	0,0016	0,3702	7,7
Gordura Perirenal	12,86	12,69	14,03	0,6353	0,3692	0,0448	12,7
Depósitos de tecido adiposo	Partição em relação ao peso de corpo vazio (%)						
Gordura Subcutânea	1,94	1,99	2,39	0,1852	0,1865	0,0740	26,4
Gordura Intermuscular	4,31	4,69	4,87	0,5587	0,1906	0,6539	23,0
Gordura Mesentérico	3,76	3,57	3,89	0,0586	0,9154	0,3432	22,9
Gordura Perirenal	1,6	1,53	1,87	0,2005	0,5357	0,0634	27,7

<sup>1</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>2</sup>Contrastes NE x Cruzados (CZ) e NS x NA.

<sup>3</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

Todos os grupos genéticos e regimes alimentares apresentaram maior deposição de gordura nos depósitos intermuscular e mesentérico respectivamente (Tabelas 6 e 7). Di Marco (1998) afirmou que quantitativamente, a deposição de gordura intermuscular seria a mais importante, estando envolvida na conformação dos cortes, não conferindo, porém, acabamento ao animal. No entanto, a deposição de gordura intermuscular não é interessante, já que é difícil de ser removida sem destruir a forma física e a integridade dos cortes, sendo menos atraente para o consumidor. Além disso, a ampliação na deposição de gordura intermuscular parece reduzir a gordura subcutânea. Com isso, a maior importância a gordura de cobertura subcutânea, que determina visualmente a terminação e promove proteção da carcaça durante resfriamento.

Segundo Ferreira (2000), a gordura nos depósitos viscerais (perirenal + mesentérico) significa desperdício de energia, já que existe aumento da exigência de manutenção devido à maior atividade metabólica desse tecido adiposo. Além disso, há redução do rendimento de carcaça com relação ao peso vivo, já que estes depósitos estão localizados em tecidos extra-carcaça.

Animais em manutenção apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) proporção de gordura intermuscular e proporção igual ( $P > 0,05$ ) de gordura de mesentérico na gordura total, em relação aos animais alimentados *ad libitum* (Tabela 6). A gordura visceral não é constante ao longo da vida do animal, havendo, durante o crescimento, fases de deposição e mobilização, o que pode explicar a proporção igual em relação à gordura total, em animais em manutenção e alimentados *ad libitum*, no momento do abate. Como ressaltado anteriormente, animais

alimentados em manutenção buscam meios para economizar energia. Provavelmente, depositar gordura em adipócitos que já atingiram seu desenvolvimento hiperplásico, como o intermuscular, pode ser um meio encontrado para esse fim.

A deposição diária na carcaça de tecido muscular, ósseo, tecido adiposo intermuscular e tecido adiposo total foi maior ( $P < 0,05$ ) nos animais que receberam 2% de concentrado em relação aos animais que receberam menor quantidade de concentrado (Tabela 8), o que reflete o maior ganho de carcaça nesses animais (0,85 contra 0,72 g/dia)<sup>1</sup>. Animais recebendo maior quantidade de concentrado foram mais eficientes quando se avaliou o ganho de peso de carcaça em relação ao consumo de matéria seca (0,364 para 2% de concentrado e 0,324 para 1% concentrado)<sup>1</sup>, ou seja, foram mais eficientes em utilizar os alimentos ingeridos, por isso, o maior ganho de carcaça e seus constituintes em relação aos animais alimentados com 1% de concentrado.

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) na taxa deposição diária de gordura subcutânea entre animais recebendo diferentes quantidades de concentrado (Tabela 8). A ausência de diferenças na deposição de gordura subcutânea pode ser explicada pela diferença no consumo de energia<sup>1</sup>, maior nos animais alimentados com 2%, que provavelmente foi desviado para deposição de gordura intermuscular em maior proporção. Podendo inferir, ainda, que estes animais não estavam totalmente acabados.

Animais alimentados com 2% de concentrado tiveram maior deposição ( $P < 0,05$ ) de proteína e água na carcaça que animais recebendo 1% de concentrado (Tabela 8). A maior deposição de proteína correspondeu à maior deposição de músculo na carcaça e a quantidade de água justifica-se pelo fato deste componente possuir relação direta com a quantidade de proteína.

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) na deposição de extrato etéreo entre os regimes alimentares (Tabela 8), apesar de haver diferenças ( $P < 0,05$ ) na deposição de tecido adiposo. O tecido adiposo é constituído de diferentes tipos celulares, com grande predominância dos adipócitos, enquanto o extrato etéreo representa a gordura que foi removida dos tecidos por solventes orgânicos (Sainz & Hasting, 2000); portanto, nem sempre a deposição ou proporção dos mesmos será similar. Exceto para proteína bruta e cinzas, a composição química e física do ganho de carcaça não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelos tratamentos (Tabelas 8 e 9).

---

<sup>1</sup> Dados não publicados Marcos Inácio Marcondes.

Tabela 8 - Deposição de tecidos, constituintes químicos e composição do ganho de carcaça de animais alimentados *ad libitum* com 1% e 2% de concentrado em relação ao peso corporal (PC)

Variável <sup>1</sup>	REGIME ALIMENTAR		VALOR-P		CV (%) <sup>4</sup>
	<i>Ad libitum</i>		RA XGG <sup>2</sup>	1% X 2% <sup>3</sup>	
	1% PC	2% PC			
Tecidos	Taxa de deposição dos tecidos constituintes da carcaça (g/dia)				
Muscular	200,89	246,50	0,9538	0,0524	30,3
Ósseo	33,06	48,09	0,8959	0,0561	52,0
TASUB	74,98	83,54	0,7839	0,2232	26,1
TAINT	117,44	141,89	0,2582	0,0303	24,9
TAT	192,42	225,43	0,3713	0,0417	22,3
	Padrão deposição dos constituintes químicos da carcaça (g/dia)				
Proteína Bruta	118,10	161,23	0,5683	0,0095	33,5
Extrato Etéreo	368,64	396,67	0,1649	0,3721	24,3
Cinzas	46,09	59,18	0,1382	0,0881	42,3
Água	329,75	424,14	0,8125	0,0284	32,6
Tecidos	Composição física do ganho de carcaça (%)				
Muscular	47,92	47,83	0,9295	0,9129	14,0
Adiposo	44,97	43,96	0,8595	0,7656	17,5
Ósseo	7,11	8,31	0,7397	0,3314	40,4
	Composição química do ganho de carcaça (%)				
PB	13,92	15,01	0,0161	-	17,4
EE	42,86	40,43	0,3421	0,482	24,6
CZ	5,91	5,50	0,0236	-	39,8
H2O	37,31	39,06	0,8928	0,5996	26,0

<sup>1</sup>TASUB: Tecido adiposo subcutâneo; TAIN: Tecido adiposo intermuscular; TAT: Tecido Adiposo total. <sup>2</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>3</sup>Contrastes Manutenção (M) x Ad libitum (AL) e 1% x 2%. <sup>4</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

Considerando-se que o desenvolvimento ponderal é consequência do aumento de peso dos tecidos que compõem a carcaça (ósseo, muscular e adiposo) e dos constituintes químicos do corpo vazio como um todo (água, proteínas, lipídios, minerais e vitaminas), cada tipo de tecido formado demanda maior ou menor quantidade de determinado nutriente.

Animais NE depositaram menos ( $P < 0,05$ ) tecido muscular, ósseo, tecido adiposo subcutâneo, intermuscular e total na carcaça, bem como tiveram menor deposição de proteína bruta, extrato etéreo e água na carcaça em relação aos animais cruzados (Tabela 9), refletindo o menor ganho de carcaça (0,86 para animais cruzados e 0,64 para animais NE)<sup>1</sup> nesses animais. Animais cruzados, provavelmente, ganharam mais peso devido ao efeito da heterose (Teixeira & Albuquerque, 2005). Pode-se inferir, ainda, que animais NE demoram mais para atingir o peso e o grau de acabamento adequado para abate, devido à menor precocidade para

<sup>1</sup> Dados não publicados Marcos Inácio Marcondes.

crescimento de tecido muscular (Bianchini, 2005), comparado aos outros grupos genéticos avaliados (Tabela 9).

Tabela 9 - Deposição de tecidos, constituintes químicos e composição do ganho de carcaça de animais Nelore (NE), F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA)

Variável <sup>1</sup>	GRUPO GENÉTICO			VALOR-P			CV(%) <sup>4</sup>
	NE	NS	NA	RA XGG <sup>2</sup>	NExCZ <sup>3</sup>	NsxA <sup>3</sup>	
Tecidos	Taxa de deposição dos tecidos constituintes da carcaça (g/dia)						
Muscular	152,08	261,11	257,90	0,9538	<0,0001	0,9025	30,3
Ósseo	29,18	55,58	33,18	0,8959	0,0890	0,0150	52,0
TASUB	65,37	76,67	95,74	0,7839	0,0078	0,0311	26,1
TAINT	103,19	143,91	141,90	0,2582	0,0016	0,8797	24,9
TAT	168,55	220,58	237,64	0,3713	0,0009	0,3765	22,3
	Padrão deposição dos constituintes químicos da carcaça (g/dia)						
Proteína Bruta	95,61	167,74	155,65	0,5683	0,0004	0,5308	33,5
Extrato Etéreo	270,39	425,55	452,03	0,1649	<0,0001	0,4900	24,3
Cinzas	43,59	54,05	60,26	0,1382	0,0952	0,5000	42,3
Água	267,31	432,13	431,40	0,8125	0,0007	0,9885	32,6
Tecidos	Composição física do ganho de carcaça (%)						
Muscular	45,99	48,59	48,43	0,9295	0,3650	0,9538	14,0
Adiposo	47,45	41,25	45,57	0,8595	0,2145	0,1845	17,5
Ósseo	6,57	10,17	6,01	0,7397	0,2429	0,0031	40,4
	Composição química do ganho de carcaça (%)						
PB	14,10	15,38	13,91	0,0161	-	-	17,4
EE	43,50	39,78	41,67	0,3421	0,4497	0,6537	24,6
CZ	6,790	5,03	5,31	0,0236	-	-	39,8
H <sub>2</sub> O	35,62	39,82	39,12	0,8928	0,2806	0,8629	26,0

<sup>1</sup>TASUB: Tecido adiposo subcutâneo; TAIN: Tecido adiposo intermuscular; TAT: Tecido Adiposo total.

<sup>2</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>3</sup>Contrastes NE x Cruzados (CZ) e NS x NA.

<sup>4</sup>CV (%)= coeficiente de variação

Animais NA apresentaram maior (P<0,05) deposição de gordura subcutânea que animais NS (Tabela 9). Raças britânicas são, em geral, mais precoces que continentais, o que poderia explicar a maior deposição de gordura subcutânea na altura da 12<sup>o</sup> costela nesses animais, que, em mesma idade, estariam mais avançados na terminação.

Houve interação entre regime alimentar e grupo genético (P<0,05) para porcentagem de proteína bruta e cinzas na composição do ganho de carcaça (Tabela 10). Animais NS apresentaram maior (P<0,05) porcentagem de proteína no ganho de carcaça quando alimentados com 2% de concentrado, o que reflete a maior porcentagem de proteína bruta na carcaça destes animais (Tabela 5). Quando alimentados com 2% de concentrado, animais NE apresentaram menor (P<0,05) porcentagem de proteína no ganho em relação aos animais cruzados (Tabela 10), e maior (P<0,05) porcentagem de cinzas no ganho de carcaça em relação a animais cruzados, quando alimentados com 1% de concentrado (Tabela 10).

Animais NE tiveram maior percentagem de cinzas no ganho de carcaça quando alimentados com 1% de concentrado (Tabela 10). Vêras et al., (2000) afirmam que a retenção de minerais depende da composição do ganho.

Tabela 10 - Interação regime alimentar x grupo genético para as variáveis % Proteína Bruta e % Cinzas a composição química do ganho de carcaça

% Proteína Bruta no ganho de carcaça					
R. Alimentar	Grupo Genético			Contraste	
	NE	NS	NA	NE x CZ	NS x NA
1%	14,89	13,85	12,52	0,0908	0,3661
2%	12,82	16,90	15,29	0,0140	0,2765
Contraste					
1% x 2%	0,0873	0,0442	0,0657		
% Cinzas no ganho de carcaça					
R. Alimentar	Grupo Genético			Contraste	
	NE	NS	NA	NE x CZ	NS x NA
1%	14,89	5,07	4,25	0,0024	0,5376
2%	12,82	4,99	6,36	0,6499	0,3027
Contraste					
1% x 2%	0,0186	0,9527	0,1174		

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre regime alimentar e grupo genético para a composição química do ganho de peso de corpo vazio em percentagem, bem como para a taxa de deposição dos seus constituintes químicos (Tabelas 11 e 12). Animais alimentados com 1% e 2% de concentrado apresentaram a mesma ( $P>0,05$ ) proporção de nutrientes na composição química do ganho de peso de corpo vazio (Tabela 11).

A composição do corpo vazio constitui fator determinante das exigências nutricionais, sendo que diferenças observadas na composição do ganho de peso de corpo vazio é que explicam, por exemplo, a maior exigência de energia para ganho de animais precoces em relação a animais tardios (NRC, 2000).

Animais alimentados com 2% ganharam mais água e proteína (g/dia) no peso de corpo vazio em relação aos animais alimentados com 1% de concentrado (Tabela 11), o que pode ser motivo para a maior eficiência destes animais, já que a eficiência para deposição de gordura é menor que a eficiência para deposição de proteína. Fortin et al. (1980) não encontrou diferenças para a deposição de componentes químicos, em relação ao peso de corpo vazio, em diferentes consumos de energia.

Animais NS apresentaram maior ( $P<0,05$ ) teor de proteína bruta que animais NA na composição química do ganho de peso de corpo vazio (Tabela 12), o que mostra maior tendência a depositar músculo, uma vez que é um animal com maior “*frame size*”, significando, ainda, animais mais tardios para deposição de gordura na carcaça. Animais NE,

por outro lado, não diferiram ( $P < 0,05$ ) na composição química do ganho de peso de corpo vazio em relação aos animais cruzados (Tabela 12).

Tabela 11 - Composição química e a taxa de deposição dos constituintes químicos do ganho de peso de corpo vazio de animais alimentados *ad libitum* com 1% e 2% de concentrado em relação ao peso corporal (PC)

Variável	REGIME ALIMENTAR		VALOR-P		CV (%) <sup>3</sup>
	<i>Ad libitum</i>		RA X GG <sup>1</sup>	1% X 2% <sup>2</sup>	
	1% PC	2% PC			
Composição química do ganho de peso de corpo vazio (%)					
Proteína Bruta	15,39	15,84	0,2041	0,6489	18,7
Extrato Etéreo	53,45	48,18	0,6622	0,1135	19,1
Cinzas	4,28	4,21	0,1554	0,9126	45,1
Água	26,89	31,78	0,5074	0,1737	35,9
Taxa de deposição dos constituintes químicos do GPCVZ <sup>4</sup> (g/dia)					
Proteína Bruta	166,02	201,51	0,9437	0,0124	21,8
Extrato Etéreo	581,72	617,33	0,2975	0,4009	20,9
Cinzas	42,70	54,18	0,1483	0,0578	36,0
Água	307,85	405,57	0,3657	0,0307	36,2

<sup>1</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>2</sup>Contrastes Manutença (M) x *Ad libitum* (AL) e 1% x 2%. <sup>3</sup>CV (%)= coeficiente de variação. <sup>4</sup>GPCVZ: Ganho de peso de corpo vazio.

Animais NE depositaram menor ( $P < 0,05$ ) quantidade de proteína e extrato etéreo no ganho de peso de corpo vazio em relação aos animais cruzados (Tabela 12), refletindo em menor deposição de gordura e músculo nesses animais. Animais NA apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) deposição de extrato etéreo no ganho de peso de corpo vazio em relação aos animais NS (Tabela 12), evidenciando que estes animais estavam depositando mais gordura proporcionalmente em relação a tecido muscular, sendo animais de menor porte, pode-se, inferir ainda, que são mais precoces quando comparados aos animais NS.

O grupo genético não teve influência ( $P > 0,05$ ) sobre a percentagem de extrato etéreo e água na composição final do peso de corpo vazio (Tabela 14). Animais em manutenção apresentaram menor ( $P < 0,05$ ) proporção de extrato etéreo e maior proporção de água ( $P < 0,05$ ) que animais alimentados *ad libitum* (Tabela 13), que reflete a maior proporção de músculos (Tabela 3) e menor proporção de gordura (Tabela 5) em relação a animais alimentados *ad libitum*.

Após o abate, além da carcaça, obtêm-se do animal certa quantidade de subprodutos conhecidos como componentes extra-carcaça, que são aproveitados para processamento industrial e utilizados como fonte alternativa de alimento ou para fins secundários, mas que não são interessantes para o produtor, já que recebem do frigorífico somente pela carcaça e esses componentes apresentam estreita relação inversa com o rendimento de carcaça (Carvalho et al., 2005).

Tabela 12 - Composição química e a taxa de deposição dos constituintes químicos do ganho de peso de corpo vazio de animais Nelore (NE) , F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA)

Variável	GRUPO GENÉTICO			VALOR-P			CV(%) <sup>3</sup>
	NE	NS	NA	RA x GG <sup>1</sup>	NExCZ <sup>2</sup>	NSxNA <sup>2</sup>	
Composição química do ganho de peso de corpo vazio (%)							
Proteína Bruta	15,35	17,27	14,22	0,2041	0,7034	0,0161	18,7
Extrato Etéreo	50,20	48,93	53,32	0,6622	0,7887	0,2767	19,1
Cinzas	5,12	3,58	4,02	0,1554	0,0605	0,5710	45,1
Água	29,34	30,22	28,44	0,5074	0,9992	0,6813	35,9
Taxa de deposição dos constituintes químicos do GPCVZ <sup>4</sup> (g/dia)							
Proteína Bruta	145,81	213,19	192,30	0,9437	0,0004	0,2106	21,8
Extrato Etéreo	477,22	601,08	720,28	0,2975	0,0003	0,0268	20,9
Cinzas	45,94	43,91	55,47	0,1483	0,5475	0,1153	36,0
Água	310,52	373,13	386,49	0,3657	0,1399	0,8018	36,2

<sup>1</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>2</sup>Contrastes NE x Cruzados (CZ) e NS x NA.

<sup>3</sup>CV (%)= coeficiente de variação. <sup>4</sup>GPCVZ: Ganho de peso de corpo vazio

Diversos estudos apontam para a importância da avaliação dos componentes não-integrantes da carcaça, em virtude da relação com requerimentos energéticos dos animais, principalmente de manutenção (Owens et al., 1993). Animais em manutenção apresentaram taxas de acréscimo e quantidade de gordura visceral (perirenal + mesentérico) menor ( $P < 0,05$ ) que animais alimentados *ad libitum*, justificado pelo fato destes animais não estarem em crescimento e se ajustam fisiologicamente, buscando reduzir seus requerimentos energéticos (Tabela 13). Assim como os depósitos de gordura, animais em manutenção apresentaram menor ( $P < 0,05$ ) porcentagem de órgãos e vísceras em relação aos outros animais. Segundo Reynolds et al. (1992), o trato gastrintestinal e o fígado são responsáveis por 40 a 45% do metabolismo energético basal do bovino sob condições normais, apresentando metabolismo seis vezes mais intenso que o corpo inteiro; portanto, é natural que animais em restrição tenham menor proporção dessas partes em relação ao peso de corpo vazio, como forma de reduzir gastos de energia.

Animais recebendo maior quantidade de concentrado depositaram maior quantidade de gordura de mesentérico ( $P < 0,05$ ) e mesma ( $P > 0,05$ ) quantidade de gordura perirenal, mas a proporção de gordura visceral no corpo vazio final desses animais não diferiu ( $P > 0,05$ ) dos animais alimentados com 1% de concentrado (Tabela 13).

O trato gastrintestinal sofre variações no seu tamanho de acordo com a dieta. Animais alimentados com dietas com maior proporção de volumoso tendem a possuir maior peso e tamanho de trato gastrintestinal que dietas mais concentradas (Véras et al., 2001).

No entanto, o peso de órgãos e vísceras não diferiu ( $P>0,05$ ) entre as dietas *ad libitum* (Tabela 13), o que pode ser explicado pela digestibilidade relativamente alta da silagem de milho, promovendo alta taxa de passagem e não alterando o trato gastrointestinal entre dietas.

Animais NE apresentaram menor ( $P<0,05$ ) percentagem de órgãos e vísceras que animais cruzados (Tabela 14). Raças zebuínas de corte (incluindo a raça Nelore), passaram por seleção com perfil de adaptação a condições ambientais adversas (em especial a exposição a períodos de baixa disponibilidade de alimentos), o que beneficia animais de baixa exigência de manutenção – mais especificamente animais de baixo metabolismo basal, com órgãos e vísceras proporcionalmente menores e menos ativos. Ferrell et al. (1976) afirmaram que diferenças nas exigências de energia líquida para manutenção entre grupos genéticos podem ser, em parte, explicadas por diferenças no tamanho de seus órgãos internos, que são maiores nos taurinos que nos zebuínos.

Tabela 13 – Deposição de tecidos e composição química final do peso de corpo vazio de animais alimentados *ad libitum* com 1% e 2% de concentrado em relação ao peso corporal (PC) e ao nível de manutenção

Variável <sup>1</sup>	REGIME ALIMENTAR			VALOR-P			CV (%) <sup>4</sup>
	<i>Ad libitum</i>		Restrito	RA x GG <sup>2</sup>	M x AL <sup>3</sup>	1% x 2% <sup>3</sup>	
	1% PC	2% PC	Mantença				
Padrão de acréscimo de depósitos de gordura (g/dia) e % de tecidos extra-carcaça no PCVZ final							
TAGPR	57,11	65,31	8,51	0,7838	<0,0001	0,0932	29,8
%GPR	1,96	2,29	0,75	0,2000	<0,0001	0,0525	27,7
TAGM	108,70	131,46	16,94	0,8692	<0,0001	0,0108	27,1
%GM	4,26	5,04	1,93	0,0586	<0,0001	0,0144	22,9
%O+V	16,06	16,36	13,63	0,0680	<0,0001	0,1660	4,2
Composição química do peso de corpo vazio final (%)							
Proteína Bruta	16,63	16,95	17,58	0,0409	-	0,1233	3,6
Extrato etéreo	20,52	20,67	14,08	0,5648	<0,0001	0,8129	10,5
Cinzas	4,64	4,74	5,50	0,0337	-	0,4098	7,6
Água	58,22	57,63	62,84	0,9734	<0,0001	0,3042	2,9

<sup>1</sup>GPCVZ: Ganho de peso de corpo vazio. <sup>2</sup>TAGPR: Taxa de acréscimo de gordura perirenal; % GPR: % de gordura perirenal; TAGM: Taxa de acréscimo de gordura de mesentério; %GM: % de gordura de mesentério. %O+V: % de órgãos e vísceras. <sup>3</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>3</sup>Contrastes Manutença (M) x *Ad libitum* (AL) e 1% x 2%. <sup>4</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

Animais NA depositaram maior quantidade de gordura perirenal diariamente ( $P<0,05$ ) que NS (Tabela 14). Como esses animais foram abatidos após mesma quantidade de dias em confinamento e a gordura perirenal é a primeira a começar a ser depositada, seria natural que animais mais precoces, como NA, tivessem maior deposição diária desse depósito, já que esses valores foram obtidos a partir da deposição total dividida pelos dias de confinamento.

Tabela 14 - Deposição de tecidos e composição química final do peso de corpo vazio de animais Nelore (NE), F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA)

Variável <sup>1</sup>	GRUPO GENÉTICO			VALOR-P			CV(%) <sup>4</sup>
	NE	NS	NA	RA x GG <sup>2</sup>	NExCZ <sup>3</sup>	NSxNA <sup>3</sup>	
Padrão de acréscimo de depósitos de gordura (g/dia) e % de tecidos extra-carcaça no PCVZ final							
TAGPR	42,58	42,61	58,92	0,7838	0,0756	0,0047	29,8
%GPR	1,60	1,53	1,87	0,2000	0,5357	0,0634	27,7
TAGM	85,44	94,9	102,54	0,8692	0,1118	0,4905	27,1
%GM	3,76	3,57	3,89	0,0586	0,9154	0,3432	22,9
%O+V	15,25	15,58	15,85	0,0680	0,0111	0,4512	4,2
Composição química do peso de corpo vazio final (%)							
Proteína Bruta	18,05	17,89	17,82	0,0409	-	0,0504	3,6
Extrato etéreo	18,91	20,46	20,55	0,5648	0,1968	0,0609	10,5
Cinzas	5,42	5,09	5,17	0,0337	-	0,0910	7,6
Água	57,62	56,56	56,46	0,9734	0,173	0,2521	2,9

<sup>1</sup>TAGPR: Taxa de acréscimo de gordura perirenal; % GPR: % de gordura perirenal; TAGM: Taxa de acréscimo de gordura de mesentério; %GM: % de gordura de mesentério. %O+V: % de órgãos e vísceras. <sup>2</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>3</sup>Contrastes NE x Cruzados (CZ) e NS x NA. <sup>4</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

Tabela 15 - Interação entre regime alimentar x grupo genéticos para as variáveis % Proteína Bruta e % Cinzas no peso de corpo vazio (PCVZ)

% Proteína Bruta no PCVZ final					
R. Alimentar	Grupo Genético			Contraste	
	NE	NS	NA	NE x CZ	NS x NA
Mantença	19,00	18,20	18,76	0,2601	0,2831
1%	18,04	17,54	17,36	0,1168	0,6754
2%	17,42	18,03	17,65	0,2622	0,3754
Contraste					
M x Al	0,0055	0,3401	0,0052		
1% x 2%	0,1553	0,2521	0,4956		
% Cinzas no PCVZ final					
R. Alimentar	Grupo Genético			Contraste	
	NE	NS	NA	NE x CZ	NS x NA
Mantença	5,75	6,00	6,06	0,2636	0,8471
1%	5,46	4,78	4,66	0,0007	0,6084
2%	5,15	4,80	5,08	0,3109	0,2434
Contraste					
M x Al	0,0628	<0,0001	<0,0001		
1% x 2%	0,1817	0,9402	0,0835		

Houve interação ( $P>0,05$ ) entre regime alimentar e grupo genético para porcentagem de proteína bruta e cinzas no corpo vazio final (Tabela 15). Animais NE, bem como NA apresentaram maior ( $P<0,05$ ) porcentagem de proteína bruta no peso de corpo vazio final quando alimentados em manutenção, em relação à alimentação *ad libitum* (Tabela 15). Animais NS, assim como NA apresentaram maior ( $P<0,05$ ) porcentagem de cinzas no peso de corpo vazio final quando alimentados em manutenção, em relação à alimentação *ad libitum* (Tabela 15). Quando alimentados com 1% de concentrado, animais NE apresentaram maior ( $P<0,05$ ) porcentagem de cinzas que animais cruzados (Tabela 15).

## CONCLUSÃO

O nível de concentrado não influencia a composição física e química da carcaça.

Animais Nelore possuem maior proporção de músculos e menor proporção de tecido adiposo na carcaça que animais cruzados.

Alto nível de concentrado promove maior quantidade de gordura na carcaça.

O depósito de gordura mais usado é o intermuscular, seguido do de mesentério.

A taxa de deposição de tecidos em animais Nelore é menor que em animais cruzados. E animais F<sub>1</sub> Angus x Nelore apresentam maior taxa de acréscimo de gordura subcutânea que animais F<sub>1</sub> Simental x Nelore.

A deposição de tecidos é maior em animais recebendo maior nível de concentrado.

A composição química final do peso de corpo vazio não é influenciada pelo grupo genético, bem como pela alimentação.

## LITERATURA CITADA

- 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 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.
- BERG, R. T.; WALTERS, L. E. The Meat Animal: Changes and Challenges. **Journal of Animal Science**, v.57, p.133-146,1983.
- BIANCHINI, W. **Crescimento muscular e qualidade da carne de bovinos Nelore, Simental e seus mestiços no sistema de produção superprecoce.**, 2005. 82f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.
- CARVALHO, S., VERGUEIRO, A., KIELING, R. Avaliação da suplementação concentrada em pastagem de Tifton-85 sobre os componentes não carcaça de cordeiros. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 435-439, 2005.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- DI MARCO, O.N. **Crecimiento de vacunos para carne**. 1.ed.Mar del Plata: Balcarce, 1998. 246p.
- FERREIRA, M. A.; VALADARES, S. C.; MUNIZ, E. B.; et al. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore Alimentados com Dietas contendo Vários Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p. 1174-1182, 2000.
- FERRELL, C. L., GARRETT, W. N., HINMAN, N.; et al. Energy utilization by pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, v. 42, n 4, p. 937-950, 1976.
- FORTIN, A.; SIMPFENDORFER, S.; REID, J. T.; AYALA, H. J.; ANRIQUE R.; KERTZ, A. F. Effect of Level of Energy Intake and Influence of Breed and Sex on the Chemical Composition of Cattle. **Journal of Animal Science**, v.51, p.604-614,1980.
- GOLL, D.E.; KLEESE, W.C.; SZPACENKO, Skeletal muscle proteases and protein turnover. In: CAMPION, D.R.; HAUSMAN, G.J.; MARTIN, R.J. (Eds.) **Animal growth regulation**. New York: Plenum Publishing, 1989. p.141-182.
- KOOHMARAIE, M. The role of Ca<sup>2+</sup> - dependent proteases (calpains) in *post mortem* proteolysis and meat tenderness. **Biochimie**, v.74, n.3, p.239-245, 1992.
- LEME, P. R.; BOIN, C.; MARGARIDO, R. C. C.; et al. Desempenho em Confinamento e Características de Carcaça de Bovinos Machos de Diferentes Cruzamentos Abatidos em Três Faixas de Peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2347-2353, 2000.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds using refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **J. AOAC Int.** v. 85, p. 1217-1240. 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

- NOUR, A.Y.M., THONNEY, M.L. Carcass, soft tissue and bone composition of early and late maturing steers fed two diets in two housing types and serially slaughtered a wide weight range. **Journal Agricultural Science**, v.109, p.345-355, 1987.
- 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.
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.V.; MARCONDES, M.I. et al. Desempenho, consumo residual e características de carcaça de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.
- PRESTON, R.L. **Management of high concentrate diets in feedlot**. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.82-91,1998.
- REYNOLDS, C.K.; LAPIERRE, H.; TYRREL, H.F. et al. Effects of growth hormone-releasing factor and feed intake on energy metabolism in growing beef steers: net nutrient metabolism by portal-drained viscera and liver. **Journal of Animal Science**, v.70, p.752-769, 1992.
- SAINZ, R.D.; HASTING, E. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. In: McNAMARA, J.P.; FRANCE, J.; BEEVER, D.E. (Eds.). **Modelling nutrient utilization in farm animals**. 1.ed. New York: CAB International, 2000. p.175-182.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562 – 3577, 1992.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- TEIXEIRA R.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; Heteroses materna e individual para ganho de peso pré desmama em bovinos Nelore × Hereford e Nelore × Angus. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.518-523, 2005.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2379-2389, 2000 (Supl. 2).
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Efeito do nível de concentrado sobre o peso dos órgãos internos e do conteúdo gastrointestinal de bovinos Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1120-1126, 2001 (suplemento 1).

### CAPÍTULO III

#### **Características qualitativas da carne de bovinos Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore F<sub>1</sub> Angus x Nelore alimentados ao nível de manutenção e *ad libitum* com dois níveis de concentrado na dieta**

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho avaliar as características qualitativas da carne de animais Nelore (NE), F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA). Avaliou-se o efeito de regime alimentar e grupo genético na maciez, perdas ao descongelamento, cocção (gotejamento + evaporação), totais e tipo de fibras que compõem o tecido muscular, bem como pH e temperatura durante 24 h após o abate. Houve diferença entre raças para a maciez ( $P<0,05$ ), com animais NS e NA apresentando carne mais macia que os NE ( $P<0,05$ ). A carne de animais alimentados com 1% e 2% de concentrado perdeu mais líquido ( $P<0,05$ ) que a carne dos animais em manutenção, durante o descongelamento e nas perdas totais. Durante a cocção, houve diferença ( $P<0,05$ ) nas perdas por gotejamento para todos os regimes, sendo as perdas maiores nessa ordem: 1% de concentrado, 2% de concentrado e manutenção. O grupo genético NE apresentou maior proporção de fibras intermediárias ( $P<0,05$ ) e menor proporção de fibras oxidativas ( $P<0,05$ ), enquanto o contrário foi observado para os animais cruzados. A proporção de fibra glicolítica não sofreu influência ( $P>0,05$ ) do grupo genético. Os animais NE tiveram maior proporção de fibras de contração rápida e menor proporção de fibras de contração lenta ( $P<0,05$ ) em relação aos animais cruzados. O regime alimentar não influenciou ( $P>0,05$ ) a proporção de fibras musculares e a maciez. O pH final não foi influenciado ( $P<0,05$ ) pelos tratamentos e ficou dentro dos padrões adequados para exportação, abaixo de 6,0.

**Palavras chave:** qualidade de carne, fibras musculares, força de cisalhamento

## ABSTRACT

### **Qualitative characteristics of the meat of Nellore, F1 Simmental x Nellore and F1 Angus x Nellore fed to the maintenance level and ad libitum with two concentrate levels in the diet**

ABSTRACT - This trial was conducted to evaluate the qualitative characteristics of the meat of animals Nellore (NE), F<sub>1</sub> Simmental x Nellore (NS) and F<sub>1</sub> Angus x Nellore (NA). The effect of alimentary regime and group genetic were evaluated in the softness, losses to the thawing, cooking (leak + evaporation), total and type of fibers that compose the muscular tissue, well as pH and temperature during 24 h after the discount. There was difference among breeds for the softness ( $P < 0.05$ ), with animals NS and NA presenting softer meat than NE ( $P < 0.05$ ). The meat of animals fed with 1% and 2% of concentrated it lost more liquid ( $P < 0.05$ ) that the meat of the animals in maintenance, during the thawing and in the totals losses. During the cooking, there was difference ( $P < 0.05$ ) in the losses for drip loss for all the regimes, being larger losses in that order: 1% of concentrated, 2% of concentrated and maintenance. The genetic group Nellore presented larger proportion of intermediate fibers ( $P < 0.05$ ) and lower proportion of oxidative fibers ( $P < 0.05$ ), the opposite was observed for the crossbred animals. The proportion of glycolytic fiber didn't influence ( $P > 0.05$ ) of the genetic group. The animals Nellore had larger proportion of fibers of fast contraction and smaller proportion of fibers of slow contraction ( $P < 0.05$ ) in relation to the crossbred animals. The alimentary regime didn't influence ( $P > 0.05$ ) the proportion of muscular fibers and the softness. The final pH was not influenced ( $P < 0.05$ ) by treatments and it was inside of the appropriate patterns for export, below 6.0.

**Keywords:** meat quality, muscular fibers, shear force

## INTRODUÇÃO

A mudança de atitudes e preferências dos consumidores de carne e exigências do mercado externo por produtos que atendam suas preferências, têm forçado profissionais da área a avaliar o tipo de animais e os métodos utilizados para a produção de carne.

Um dos maiores problemas da indústria de carne bovina no Brasil e no mundo reside na falta de uniformidade na idade de abate dos animais, cobertura de gordura e marmorização da carne, fatores estes que possuem grande influência na maciez e palatabilidade do produto.

O primeiro fator de influência na maciez seria a idade do animal. Animais alimentados com dietas contendo maior quantidade de concentrado podem ter maior velocidade de crescimento, o que irá favorecer características qualitativas, como maciez, já que atingem o ponto de abate mais cedo.

A maior parte do rebanho brasileiro é composto por animais zebuínos ou seus cruzamentos (Alves et al., 2004), sendo a carne desses animais considerada dura, o que pode ser explicado pela menor atividade da enzima micro-calpaína na degradação da carne e maior atividade da calpastatina (Rubensam et al., 1998), inibidor específico da calpaína. A grande participação deste genótipo, associado ao abate de animais com idade avançada gera pressupostos de que a carne brasileira apresenta textura inadequada. Um possível modo para alterar essa realidade, seria aumentar a participação de sangue taurino, com o uso de cruzamentos, aproveitando a heterose e complementariedade entre grupos genéticos.

Vários fatores podem determinar diferenças nas proporções e tamanhos das fibras musculares. O número de fibras musculares é determinado antes do nascimento do animal, mas suas proporções são definidas após nascimento, de acordo com ambiente no qual o animal vive. O tempo de alimentação pode interferir na modulação das fibras, assim como o nível de energia oferecido ao animal (Lehnert et al., 2006). A composição de fibras musculares é diferente de acordo com o músculo, bem como entre animais, que podem influenciar na qualidade da carne, sendo dependente de fatores como idade, peso, raça, e alimentação (Klont, 1998).

O suco exsudado, além da cor, são características primárias observadas pelo consumidor durante a compra da carne. A capacidade de retenção de água após aplicação de forças externas é importante para manutenção da suculência do alimento e evitar perdas de elementos nutricionais importantes (Cheftel et al., 1986).

O pH e a temperatura final, bem como a taxa de decréscimo de ambos, determinam grande parte das modificações *post mortem* que irão determinar a maciez e suculência do produto final. Além disso, o pH 5,9-6,0 tem sido considerado linha divisória entre carne

normal e DFD “dura, escura e seca” (Wirth, 1987), não sendo destinadas à exportação (Condão Certificadora, 2007).

Nesse sentido objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do regime alimentar sobre características que influenciam a qualidade da carne como maciez, tipo de fibra muscular, perdas durante o preparo da carne, bem como pH e temperatura na carne de bovinos Nelore, F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no confinamento experimental do Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de maio a setembro de 2007. Foram utilizados 48 bovinos castrados de 18 meses, sendo 16 Nelore, 16 F<sub>1</sub> Simental x Nelore e 16 F<sub>1</sub> Angus x Nelore com peso médio inicial de 265,6±6,4 Kg, 325,3±4,7 Kg e 324,6±6,0 Kg, respectivamente.

Após período de adaptação de 30 dias, onde todos os animais receberam dieta composta por 55% de volumoso (silagem de milho) e 45% de concentrado à base de milho, farelo de soja, caroço de algodão, casca de soja, uréia e minerais (12,5%PB), aqueles animais que foram designados a receber 2% do peso corporal em concentrado passaram uma semana recebendo 1,5% do peso corporal (PC) em concentrado e mais uma semana recebendo 2% do PC em concentrado para adaptação à dieta. Os animais que foram designados a receber 1% do PC em concentrado e o tratamento em manutenção iniciaram com sua dieta imediatamente após a adaptação inicial. Ao término dessa segunda semana, chamada de segunda adaptação, todos os animais foram pesados para início do primeiro período experimental.

Os animais foram mantidos em baias individuais, com piso comedouro e bebedouro de concreto, com área total de 30 m<sup>2</sup>, dos quais 8 m<sup>2</sup> de área coberta com telhas de amianto. As rações foram formuladas para que as dietas fossem isoprotéicas (12,5% PB), sendo os consumos estimados segundo Valadares Filho et al. (2006) e as exigências de macro e microminerais ajustadas de acordo com o NRC (1996). Os concentrados foram formulados para que a mesma ração fosse ofertada para ambos tratamentos, mudando apenas a relação milho/uréia+sulfato de amônia para que as dietas se mantivessem isoprotéicas. O volumoso foi constituído de silagem de milho e os concentrados formulados à base de milho moído, farelo de soja, caroço de algodão, casca de soja, uréia/sulfato de amônio (9:1), bicarbonato de sódio, óxido de magnésio, sal comum e mistura mineral. Todas as dietas foram formuladas para conter um mínimo de 20% de fibra em detergente neutro na dieta. Ao longo do experimento, a relação média volumoso:concentrado foi de 58,70:41,30 e 24,84:75,16 para as ofertas de 1 e 2% do PC, respectivamente. A composição química média e as dietas são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Os alimentos (volumoso + concentrado) foram fornecidos duas vezes ao dia (6h30 e 15h30), com cerca de 60% da quantidade diária fornecida pela manhã e os 40% restantes na parte da tarde. A quantidade de alimento fornecida foi ajustada diariamente de forma a permitir sobras em torno de 5-10% do ofertado, para os animais alimentados com 1% e 2% do peso corporal em concentrado. No caso dos animais designados ao grupo manutenção, que

receberam a mesma dieta do tratamento que recebia 1% de concentrado, a dieta foi fornecida toda pela manhã, sem haver sobras. No primeiro período a dieta dos animais do tratamento manutenção foi restrita a 1,2% do PC na matéria seca, no entanto, devido ao ganho de peso observado nesses animais, a partir do segundo período esses animais passaram a receber a ração na quantidade equivalente a 1% do peso corporal.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nos concentrados e nas dietas e composição dos concentrados e dietas obtidas na base da matéria seca

Ingrediente	1%		2%	
	Concentrado	Dieta	Concentrado	Dieta
	Proporção			
Silagem de Milho		58,70		24,84
Caroço de Algodão	12,28	5,07	12,071	9,07
Casca de Soja	26,93	11,12	26,659	20,04
Uréia	3,17	1,31	1,063	0,80
Sulfato de Amônio	0,35	0,14	0,209	0,16
Milho	52,43	21,65	55,071	41,39
Farelo de Soja	2,02	0,83	2,093	1,57
Mistura Mineral <sup>1</sup>	0,69	0,29	0,695	0,52
Sal	0,69	0,29	0,695	0,52
Cloreto de Potássio	0,35	0,14	0,348	0,26
Óxido de Magnésio	0,32	0,13	0,319	0,24
Bicarbonato de Sódio	0,64	0,26	0,638	0,48
Calcário	0,14	0,06	0,139	0,11
	Composição Nutricional			
Matéria seca	-	53,97	-	74,29
Matéria Orgânica	95,72	94,31	95,70	95,11
Proteína Bruta	20,69	12,73	14,96	13,02
Extrato Etéreo	4,01	3,09	4,06	3,66
Fibra em Detergente Neutro isenta de cinzas e proteína	41,18	45,84	35,51	38,89
Carboidratos Não Fibrosos	52,39	41,96	48,21	44,83
Nutrientes Digestível Totais	-	70,50	-	70,27
Energia Digestível	-	3,11	-	3,10
Energia Metabolizável	-	2,54	-	2,54
Fósforo	0,56	0,44	0,57	0,52
Cálcio	0,67	0,49	0,67	0,59
Magnésio	0,35	0,21	0,36	0,30
Sódio	0,55	0,31	0,55	0,45
Potássio	0,95	1,14	0,96	1,04

<sup>1</sup>Composição: Ca - 24,0%; P - 17,4%; Co - 100,0 ppm; Cu - 1.250,0 ppm; Fe - 1.795,0 ppm; Mn - 2.000,0 ppm; Se - 15,0 ppm; Zn - 5.270,0 ppm; I - 90,0 ppm. Os nutrientes digestíveis totais foram obtidos conforme recomendações de Sniffen et al. (1992). A energia digestível foi obtida a partir dos nutrientes digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos NRC (2001). Concentração de energia metabolizável foi considerada 82% da ED (Coelho da Silva & Leão, 1979).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3, respectivamente 3 grupos genéticos (Nelore, ½ Nelore x ½ Simental e ½ Nelore x ½ Angus) e três regimes alimentares (alimentação ao nível de manutenção e alimentação *ad*

*libitum* com dois níveis de concentrado, respectivamente, 1% e 2% do peso corporal em concentrado na matéria natural da dieta), compondo, portanto, 9 tratamentos, com 6 repetições em cada grupo genético nos níveis de alimentação *ad libitum* (1% e 2%) e quatro repetições para o nível de alimentação restrito (manutenção).

Tabela 2 - Composição química dos ingredientes utilizados na ração experimental

Item	Caroço de Algodão	Casca de Soja	Farelo de Soja	Milho	Silagem de Milho	Mistura Mineral
Matéria Seca <sup>1</sup>	91,18	88,68	88,61	88,38	28,95	-
Matéria Orgânica <sup>1</sup>	96,91	96,19	94,04	98,97	93,32	-
Proteína Bruta (PB) <sup>1</sup>	23,92	11,85	49,46	8,91	7,13	-
Proteína Insolúvel em Detergente Neutro/PB <sup>2</sup>	12,79	40,10	11,68	29,72	19,55	-
Extrato Etéreo <sup>1</sup>	15,75	1,05	1,48	3,36	2,44	-
Fibra em Detergente Neutro (FDN) <sub>1</sub>	49,63	67,43	17,58	21,95	52,48	-
FDN isenta de cinzas e proteína <sup>1</sup>	45,68	61,68	11,17	18,78	49,13	-
FDN indigestível <sup>1</sup>	20,47	6,32	2,60	3,07	19,60	-
Carboidratos Não Fibrosos <sup>1</sup>	11,56	21,62	31,93	67,92	34,62	-
Fósforo <sup>1</sup>	0,94	0,20	1,02	0,50	0,36	15,57
Cálcio <sup>1</sup>	0,31	0,81	0,56	0,25	0,36	31,54
Magnésio <sup>1</sup>	0,29	0,27	0,35	0,11	0,11	0,66
Sódio <sup>1</sup>	0,16	0,17	0,11	0,11	0,14	0,23
Potássio <sup>1</sup>	1,17	1,31	2,13	0,47	1,28	0,40

<sup>1</sup> % na MS; <sup>2</sup> % da PB. \*Determinações segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo a proteína bruta obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25. Utilizou-se o sistema ANKOM para as avaliações de FDN e FDN<sub>i</sub> com modificação do saco utilizado (5,0 × 5,0 cm, porosidade de 100 µm), que foi confeccionado utilizando-se tecido TNT (100 g/m<sup>2</sup>). FDN: empregou-se alfa-amilase termoestável e correções sugeridas por Mertens (2002) para cálculo da FDN isenta de cinzas e proteína (FDN<sub>ncp</sub>). Carboidratos não fibrosos = %CNF = 100 - [(%PB - %PB da Uréia + %Uréia) + %FDN<sub>ncp</sub> + Cinzas + %EE).

O experimento teve duração total de 136 dias, sendo 30 dias de adaptação às condições experimentais, 14 dias de adaptação à dieta (2ª adaptação), 84 dias de período experimental. Foram realizadas pesagens intermediárias aos 28 e 56 dias de desempenho. Ao término do período de avaliação do desempenho, iniciou-se o abate dos animais. No entanto, em virtude de limitações físicas do abatedouro da Universidade Federal de Viçosa (onde as carcaças foram armazenadas), foi possível abater somente seis animais por dia, sempre três oriundos da combinação grupo genético x regime alimentar *ad libitum*. Os animais em manutenção foram abatidos nos dois últimos dias de abate. Como as avaliações das carcaças foram realizadas um dia após o abate, foram necessários oito dias alternados para que todos os animais fossem abatidos.

Os animais foram pesados, após jejum de sólidos de 16 horas, e abatidos em seguida, por concussão cerebral, seguida de secção da veia jugular, conforme resolução 714 de 2002 do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV). A carcaça foi dividida ao meio,

resultando em duas meia-carcaças, que foram acondicionadas em câmara fria, a 0°C, durante 24 horas.

Após as 24 horas, da meia-carcaça esquerda foram retiradas porções, de tamanho adequado a cada análise, do músculo *longissimus dorsi*, na altura da 12ª costela, que foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por análise e armazenadas em freezer a -20°C para posteriores avaliações de maciez, teor de gordura intramuscular e perdas ao descongelamento, à cocção (gotejamento + evaporação) e totais. Parte da porção retirada foi acondicionada em saco plástico, identificada e armazenada em ultra freezer a -80°C para posterior avaliação dos tipos de fibras musculares. Todas as amostras foram processadas de forma a ficarem livres de tecido conjuntivo e gordura subcutânea.

A força de cisalhamento, perdas e tipo de fibras foram analisadas utilizando o programa SAS, segundo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3. As variáveis foram comparadas a partir de contrastes, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

### **Mensuração do pH e temperatura das carcaças**

Durante as 24 horas de resfriamento das duas meia-carcaça, a cada 2 horas foram tomadas medidas de pH e temperatura, na região do músculo *Longissimus dorsi*, utilizando termômetro e peagâmetro específicos para essa finalidade. Desta forma, foi possível avaliar a curva de decréscimo da temperatura e do pH do músculo ao longo do período de resfriamento.

As taxas de decréscimo de pH e temperatura foram obtidas pelo procedimento NLIN do SAS e foram comparadas por intervalo de confiança ao nível de 5% de probabilidade. Os coeficientes de regressão foram estimados segundo o modelo:

$$Y=a*EXP (b*tempo)$$

sendo a o pH ou temperatura inicial e b a taxa de decréscimo dos mesmos.

Adotou-se o nível de 5% de probabilidade para as comparações entre médias de pH e temperatura inicial e final pelo critério de Roy & Bose.

### **Mensuração da maciez**

A maciez da carne foi estimada através da força de cisalhamento (*shear force*). As análises foram feitas no Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa. As amostras (bifes) para análise de maciez foram retiradas com espessura de 2,54 cm. No momento da análise essas amostras foram descongeladas em geladeira durante 24 horas, à temperatura de 5°C, até atingirem temperatura interna de 2 a 5 °C. Os bifes foram, em seguida, assados, utilizando-se forno elétrico, sendo revirados a cada 15 minutos, até atingirem temperatura interna de 71 °C. O forno foi pré-aquecido a 150°C. O

monitoramento da temperatura interna dos bifes foi realizado através de termômetros tipo K, cujas sondas foram inseridas no centro geométrico de cada bife. Depois de atingirem a temperatura interna desejada, os bifes foram retirados do forno e resfriados, em geladeira, durante uma noite até atingirem temperatura interna de 2 a 5 °C. Cinco amostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, foram removidas de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox, devidamente afiado. As amostras cilíndricas foram cisalhadas, a uma temperatura entre 2 e 5 °C, perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em V, com angulação de 60° e espessura de 1,016 mm de espessura e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada ao texturômetro Warner-Bratzler® (G-R Electrical Manufacturing Company, Manhattan – KS, USA).

### **Mensuração das perdas ao descongelamento, cocção (gotejamento + evaporação) e totais**

A quantificação das perdas foi realizada na mesma amostra usada na análise de maciez. A perda ao descongelamento foi quantificada pesando-se os bifes antes e após o descongelamento. As perdas por cocção (exsudação + evaporação) e totais foram obtidas pela pesagem das bandejas de cozimento, com e sem as amostras (Arrigoni et al., 2004). As pesagens das bandejas e dos bifes foram realizadas antes e após o cozimento das amostras e a relação percentual de perda de peso das bandejas com as amostras permitiu quantificar as perdas por evaporação. O acréscimo de peso das bandejas após o cozimento e sem as amostras representou as perdas por exsudação que, acrescidas às perdas por evaporação, resultando nas perdas totais por cocção. As perdas totais durante os processos foram quantificadas a partir da diferença de peso inicial e final do bife.

### **Análise de fibra muscular**

As análises de fibra muscular foram conduzidas no Laboratório de Histologia e Embriologia Animal, no Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa.

As amostras foram retiradas do ultra freezer e transferidas para um criomicrotomo Leica® CM 1850™ (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) onde foram mantidas a -20°C. Ao chegar à temperatura de corte, as amostras foram fixadas com resina *Optimal Critical Temperature compound* – OCT Tissue-Tek® (Sakura, Finetek, Zoeterwoude, The Netherlands) em suportes metálicos do criostato.

Foram feitos cortes seriados de 12 µm, perpendiculares ao sentido das fibras. Após cortadas, as fibras foram coladas às lâminas, que estavam em temperatura ambiente. As

lâminas foram previamente lavadas e embebidas em solução de gelatina e sulfato de cromo e potássio, passando uma noite em estufa a 37°C. As lâminas já com os cortes foram colocadas em freezer a -20°C de onde foram retiradas e ajustadas à temperatura ambiente antes de serem coradas, baseando-se nas variações de sensibilidade para atividade de adenosina tri-fosfatase miofibrilar (m-ATPase) em exposição a diferentes valores de pH (adaptado de Stevens & Palmer, 1996). Sendo assim, a diferenciação dos tipos de fibras musculares foi realizada associando dois procedimentos de reação histoquímica da ATPase miofibrilar. Após ajuste de temperatura, todos os cortes foram submetidos à pré-incubação em pH 9,4 para ativação da ATPase. Em seguida, metade dos cortes foram submetidos a incubação em pH 4,2 para separar as fibras de contração lenta das rápidas ( $I \neq IIA+IIB$ ) e incubação em pH 4,7 para distinção entre fibras glicolíticas e intermediárias ( $IIA \neq IIB+I$ ).

Comparando-se as duas lâminas, as fibras puderam ser classificadas em tipo I, IIA e IIB de acordo com a proposta de Brooke & Kaiser (1970). Após a coloração, foram capturadas 20 imagens de cada lâmina por meio de câmera Olympus® U-CMAD-2 (Olympus Corporation Tokyo Japan) que estava acoplada diretamente ao microscópio ótico de luz Olympus® BX-60™ (Olympus Corporation, Tokyo, Japan), com objetiva de 10X e auxílio do aplicativo Image-Pro® Plus v.4.5.0.29 (Media Cybernetics, Maryland, USA). A frequência relativa (%) de fibras foi calculada pela contagem do número absoluto de cada tipo de fibra em pontos localizados em espaços vazios na máscara de grade (*grid mask*), que possuía, no total, 65 pontos. Para cada animal foram utilizadas 15 imagens (as melhores dentro das 20 imagens capturadas).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre regime alimentar e grupo genético ( $P>0,05$ ) para nenhuma das variáveis analisadas. As fibras musculares podem ser classificadas de acordo com seus produtos metabólicos, propriedades contráteis e cor (Klont,1998).

Não houve efeito de regime alimentar e interação entre grupo genético x regime alimentar ( $P>0,05$ ) para nenhum tipo de fibra (Tabela 4). Observou-se diferença ( $P<0,05$ ) na proporção das fibras intermediárias e glicolíticas, entre animais NE e cruzados (Tabela 4). O grupo genético Nelore apresentou maior proporção de fibras intermediárias ( $P<0,05$ ) e menor proporção de fibras oxidativas ( $P<0,05$ ), em relação ao observado para animais cruzados.

Tabela 3 - Proporção de fibras musculares no músculo *longissimus dorsi* de animais alimentados *ad libitum*, com 1% e 2% de concentrado em relação ao peso corporal (PC) e ao nível de manutenção

Tipo de fibra muscular	REGIME ALIMENTAR			VALOR-P			CV (%) <sup>3</sup>
	<i>Ad libitum</i>		Restrito	RA x GG <sup>1</sup>	M x AL <sup>2</sup>	1% x 2% <sup>2</sup>	
	1% PC	2% PC	Mantença				
Características metabólicas							
Glicolíticas	61,42	58,05	57,22	0,3798	0,4280	0,2902	16,0
Intermediárias	29,75	31,08	32,52	0,2417	0,2638	0,4775	18,0
Oxidativas	8,83	10,87	10,24	0,9340	0,8731	0,4128	74,3
Características de cor							
Vermelha	38,58	41,95	42,77	0,3773	0,4315	0,2900	23,1
Branca	61,42	58,05	57,22	0,3798	0,428	0,2902	16,0
Características contráteis							
Lenta	8,83	10,87	10,24	0,934	0,8731	0,4128	74,3
Rápida	91,17	89,13	89,73	0,9356	0,8668	0,4131	8,2

<sup>1</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>2</sup>Contrastes Manutença (M) x Ad libitum (AL), 1% x 2%; <sup>3</sup>CV (%) = coeficiente de variação.

No caso das fibras glicolíticas e separação das fibras quanto sua cor, não houve diferenças ( $P>0,05$ ) na frequência das fibras musculares entre grupos genéticos. Houve diferença ( $P<0,05$ ), na frequência das fibras musculares ( $P<0,05$ ) separadas de acordo com características contráteis, dentro de grupo genético (Tabela 4), com animais NE apresentando maior proporção de fibras de contração rápida e menor proporção de fibras de contração lenta ( $P<0,05$ ) em relação aos animais cruzados.

No tecido muscular de bovinos podem ser identificados três tipos de fibras: oxidativas, de contração lenta e coloração vermelha (Tipo I;  $\beta$ -vermelhas ou SO = *Slow-twitch Oxidative*), intermediárias de contração rápida e coloração vermelha (Tipo IIA;  $\alpha$ -vermelhas ou FOG = *Fast-twitch Oxidative Glycolytic*) e glicolíticas, de contração rápida e coloração branca (Tipo IIB;  $\alpha$ -brancas ou FG = *Fast-twitch Glycolytic*) (Mello, 2007).

Tabela 4 - Proporção de fibras musculares no músculo *longissimus dorsi* de animais Nelore (NE), F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA)

Tipo de fibra muscular	GRUPO GENÉTICO			VALOR-P			CV(%) <sup>3</sup>
	Cruzados			RA x GG <sup>1</sup>	NExCZ <sup>2</sup>	NSxNA <sup>2</sup>	
	NE	NS	NA				
Características metabólicas							
Glicolíticas	60,08	58,67	58,56	0,3798	0,7344	0,8385	16,0
Intermediárias	33,74	31,16	27,93	0,2417	0,0146	0,1706	18,0
Oxidativas	6,18	10,16	13,51	0,9340	0,0238	0,1955	74,3
Características de cor							
Vermelha	39,92	41,32	41,44	0,3773	0,7367	0,8344	23,1
Branca	60,08	58,67	58,56	0,3798	0,7344	0,8385	16,0
Características contráteis							
Lenta	6,18	10,16	13,51	0,9340	0,0238	0,1955	74,3
Rápida	93,82	89,92	86,49	0,9356	0,0236	0,1978	8,2

<sup>1</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>2</sup>Contrastes NE x Cruzados (CZ) e NS x NA.

<sup>3</sup>CV (%)= coeficiente de variação.

As fibras do tipo I apresentam menor diâmetro, metabolismo aeróbico e velocidade de contração lenta sendo capazes de contrair-se repetidamente com força moderada, alto número de mitocôndrias, ampla vascularização e elevado teor de 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.

As fibras IIA apresentam diâmetro médio, metabolismo aeróbico e velocidade de contração rápida; possuem número intermediário de mitocôndrias e densidade capilar, bem como elevado teor de mioglobina, tendo a coloração vermelha. Já 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; utiliza preferencialmente o glicogênio como substrato energético e são facilmente fatigáveis devido ao acúmulo de ácido lático (Banks, 1992). Fibras IIB possuem retículo sarcoplasmático e sistema de túbulos T mais desenvolvido que fibras IIA; ambas características estão relacionadas com necessidade de maior velocidade de contração. Estas fibras possuem, ainda, linhas Z mais estreitas (Judge, 1989). Os túbulos T permitem chegada de estímulos nervosos próximos às miofibrilas, bem como acoplamento do retículo, que é responsável pela liberação de cálcio durante contração.

No que diz respeito ao fator qualidade da carne, existe variação individual muito grande entre animais de mesmo grupo genético, sexo e regime alimentar e que não é bem compreendida. A susceptibilidade a essas diferenças dentro de um mesmo grupo de animais é causada por fatores intrínsecos (genéticos) e extrínsecos (ambientais) que interagem, determinando os processos metabólicos que ocorrem no período *pré* e *post mortem*. Há

diferenças na proporção dos diferentes tipos de fibras musculares, nos diferentes músculos de um animal, assim como entre animais, que podem influenciar na qualidade da carne e dependem de fatores como idade, peso e raça (Klont,1998).

O número de fibras musculares é determinado durante o período pré-natal, fase em que ocorre a hiperplasia muscular. O aumento no número de fibras será determinado nesta fase por fatores genéticos e ambientais, como nutrição materna adequada. O fenótipo das fibras, no entanto, é determinado durante sua fase de crescimento, podendo sofrer modificações ao longo da vida do animal, considerando que a fibra possui o fenômeno de plasticidade fenotípica, ou seja, são capazes de mudar suas características funcionais em resposta a mudanças ambientais. A morfologia e bioquímica são fatores que influenciam o metabolismo de energia e cálcio em animais vivos, bem como durante a conversão *post mortem*, do músculo em carne (Ryu & Kim, 2005). Essas modificações ocorrem em função de alteração na expressão de genes que regulam, por exemplo, consumo e produção de energia, metabolismo de cálcio, etc.

O *longissimus dorsi* é um músculo de sustentação, considerado branco (Ashmore et al., 1972) , sendo esperado, portanto, que possuísse maior proporção de fibras glicolíticas, bem como maior proporção de fibras brancas, como foi observado (Tabelas 3 e 4).

Em geral, com o aumento no nível de energia da dieta há modulação entre fibras musculares intermediárias e fibras glicolíticas, reduzindo a proporção do primeiro tipo e aumentando a proporção do segundo tipo. Moody et al. (1980) observaram que a energia disponível em dietas (pasto x confinamento) para cordeiros parece ter provocado mudanças fisiológicas entre fibras intermediárias e brancas. Animais alimentados com menor nível de energia apresentaram maior proporção de fibras intermediárias em relação às fibras glicolíticas. No entanto, esse fato não foi observado neste experimento, visto que não houve diferenças ( $P>0,05$ ) nas fibras intermediárias e glicolíticas entre regimes alimentares (Tabela 3). Isto pode ser explicado pela influência causada pelo mesmo ambiente, de confinamento, ao qual os animais foram submetidos e ao sexo dos mesmos, já que eram todos castrados. Além disso, outra possível explicação seria o tempo de alimentação, bem como a manutenção e não perda de peso dos animais em manutenção, que provavelmente não foi suficiente para a modulação das fibras musculares.

Lehnert et al. (2006) não encontrou diferença nas proporções de fibras de animais alimentados em restrição durante 114 dias, tempo maior do que os animais alimentados neste experimento, podendo inferir que, provavelmente, precisa-se de período maior de alimentação para que haja modulação entre as fibras. Até 114 dias, no trabalho de Lehnert et al. (2006)

houve diferença apenas no diâmetro das fibras, implicando que, antes de haver modulação existe redução no diâmetro das fibras musculares. É bem provável que animais alimentados ao nível de manutenção, neste experimento, apresentaram menor diâmetro de fibra muscular, comparados com animais alimentados *ad libitum*.

Com relação às fibras oxidativas, a ausência de diferença ( $P>0,05$ ) entre regime alimentar (Tabela 3), confirma a hipótese de que estas fibras possuem menor plasticidade fenotípica que outros tipos de fibra (Staron & Pette, 2001). No entanto, o mesmo não ocorreu para grupo genético. Animais NE apresentaram menor quantidade de fibras oxidativas ( $P<0,05$ ) em relação aos animais cruzados, bem como maior quantidade ( $P<0,05$ ) de fibras intermediárias (Tabela 4). Além disso, os valores para esse tipo de fibra foram menores do que os encontrados por Wegner et al. (2000) e Mello (2007), em torno de 19,8%. Segundo Johnston et al. (1981) não existe diferença apenas nas proporções de fibras entre músculos, mas dentro de um mesmo músculo, que pode ser afetado pelo grupo genético.

A frequência de distribuição dos tipos de fibras no interior de um mesmo músculo tem se revelado variável (Armstrong & Phelps, 1984) e, segundo Pearson & Young (1989), existe, de maneira geral, maior concentração de fibras oxidativas em regiões mais profundas do músculo e maior distribuição de fibras glicolíticas na porção superficial. Apesar da amostragem ter sido feita na mesma região do *Longissimus dorsi*, a sub-amostragem não foi feita de forma extremamente uniforme, o que poderia explicar a diferença na frequência de distribuição no número de fibras oxidativas entre grupos genéticos.

Animais NE e NA apresentaram maior pH inicial ( $P<0,05$ ) em relação aos animais NS, embora essa diferença não tenha se mantido até atingir o pH final, que não diferiu ( $P>0,05$ ) entre grupo genético, o que pode ser explicado pelas diferenças nas taxas de decréscimo do pH (Tabela 5). A taxa de decréscimo de pH nos animais NA foi superior ( $P<0,05$ ) à taxa dos animais NS, sendo a dos animais NE intermediária (Tabela 5).

A taxa de declínio do pH é em grande parte reflexo da taxa glicolítica, determinada pela relação entre disponibilidade ATP e glicogênio muscular, que é convertido a ácido láctico, após consumo do ATP por respiração aeróbica, e cujo acúmulo no músculo *post mortem* resulta em abaixamento do pH. O tipo de fibra muscular pode determinar o metabolismo muscular *post mortem*. Em geral, a glicólise ocorre de forma mais rápida em músculos brancos do que em músculos vermelhos. Ryu & Kim (2005) relatou que músculos com maior proporção de fibras glicolíticas, devido metabolismo glicolítico, contribuem para rápido declínio do pH. Em contrapartida, com aumento nas percentagens de fibras oxidativas e intermediárias, relataram decréscimo nas taxas de metabolismo *post mortem*. Espera-se que

diferenças ou semelhanças nas taxas de quedas de pH entre tratamentos esteja relacionada ao teor de glicogênio no músculo imediatamente antes do abate.

Tabela 5 - Temperatura e pH iniciais e finais no músculo *longissimus dorsi* de animais Nelore (NE), F1 Simental x Nelore (NS) e F1 Angus x Nelore (NA), alimentados *ad libitum*, com 1% e 2% de concentrado na dieta em relação ao peso corporal e as taxas de decréscimo

Tratamentos	Valor Inicial	Taxa de decréscimo	Valor Final
		pH	
Nelore	6,35 a	- 0,00783 ab	5,47 a
NS	6,06 b	- 0,00598 b	5,48 a
NA	6,27 a	- 0,00792 a	5,45 a
1%	6,25	- 0,00757	5,43
2%	6,20	- 0,00685	5,48
		Temperatura	
Nelore	25,78	- 0,0507	9,9 a
NS	22,37	- 0,0468	8,55 ab
NA	27,56	- 0,0585	7,75 b
1%	27,19	- 0,0578	8,85
2%	24,38	- 0,0504	8,81

Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si, pelo nível de 5% de probabilidade.

A temperatura inicial da carcaça e suas taxas de decréscimo não diferiram ( $P>0,05$ ) entre grupos genéticos (Tabela 5). A temperatura final, no entanto, foi maior ( $P<0,05$ ) nos animais NE e menor ( $P<0,05$ ) nos animais NA, sendo a dos NS intermediária. Essas diferenças podem estar relacionadas com a posição das carcaças na câmara fria. Animais Nelore, por apresentarem carcaças mais leves, foram abatidos por último, ficando suas carcaças, mais próximas à porta, que era aberta constantemente para medição do pH e temperatura. Isso pode ter interferido para que essas carcaças atingissem uma temperatura maior ao longo das 24 horas de refrigeração. O pH e temperatura inicial e final, bem como taxas de decréscimo dessas duas variáveis não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelo nível de concentrado na dieta (Tabela 5).

A glicólise é altamente sensível à temperatura. Quando a carcaça é exposta adequadamente a temperaturas baixas ocorrem tremores na carcaça e maior fluxo sanguíneo, reduzindo os níveis de glicogênio muscular sem promover um acúmulo significativo de ácido láctico (Roça, 2009). Quando há degradação de glicogênio a altas temperaturas, em animais incapazes de eliminar o calor corporal, ocorre elevação da temperatura muscular, acelerando as reações metabólicas, como hidrólise do ATP e glicólise. A ausência de efeitos no pH final entre os níveis de concentrado pode estar relacionada a variação semelhante na taxa de queda de temperatura (Tabela 5).

O pH inicial das carcaças foi um pouco menor do que o normal (6,9 a 7,2) logo após o abate. Isso pode ter ocorrido devido ao estresse pré-abate, havendo depleção de parte do glicogênio e produção de ácido lático, reduzindo assim, o pH inicial.

Todos os tratamentos apresentaram pH final adequados, ou típico da carne bovina, em torno de 5,4-5,6. Carnes com pH acima de 6,0 não podem ser destinadas à exportação. O pH acima de 6,0 está associado com carnes DFD ("dark firm and dry"), que relaciona-se, de modo geral, ao manejo pré-abate, o que não ocorreu neste experimento. No entanto, a temperatura final, em todos os tratamentos, ficou acima de 7°C +/- 1°C, que é desejável após 24 horas de resfriamento para que a carcaça seja processada ou destinada à comercialização, garantindo a segurança higiênico-sanitária da carne. O fato da câmara fria ter sido aberta constantemente, para medição do pH e temperatura, prejudicou o resfriamento adequado das carcaças. Isso demonstra que existe a necessidade de buscar meios que permitam mensurar o pH e a temperatura experimentalmente, sem que isso tenha influência na temperatura final da carcaça.

O regime alimentar não influenciou ( $P>0,05$ ) a força de cisalhamento (Tabela 6). Houve diferença ( $P<0,05$ ) entre grupo genético para a força de cisalhamento, em que animais F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA) apresentaram carne mais macia que animais Nelore (NE) (Tabela 7). A carne dos animais NE perdeu mais líquido ( $P<0,05$ ) ao descongelamento, durante a cocção por evaporação e perdas totais em relação aos animais cruzados (Tabela 7).

Não houve diferenças entre regimes alimentares ( $P>0,05$ ) para perdas por cocção e evaporação (Tabela 6). A carne dos animais alimentados com 1% e 2% de concentrado perdeu mais líquido ( $P<0,05$ ) que a carne dos animais em manutenção durante o descongelamento e nas perdas totais. Durante a cocção, houve diferença ( $P<0,05$ ) nas perdas por gotejamento para todos regimes, sendo as perdas, maiores nessa ordem: 1% de concentrado, 2% de concentrado e manutenção (Tabela 6).

As alterações bioquímicas e fisiológicas que ocorrem no corpo do animal, durante todo o seu crescimento e após a sua morte, interferem de forma direta e indireta na maciez final da carne, além de existir uma grande interação entre fatores. Portanto, definir porque uma raça difere de outra, ou como o regime alimentar pode ou não influenciar na maciez da carne deve ser feita de forma cautelosa, avaliando todo o contexto, desde a escolha dos animais até o manejo antes e depois do abate.

O primeiro fator de influência na qualidade da carne bovina é a idade de abate dos animais. Sua importância está na relação direta com a solubilidade do tecido conjuntivo e

com o grau de acabamento das carcaças. Reduzir a idade de abate tem sido uma das principais estratégias adotadas para a produção de carnes mais macias. Porém, somente reduzir a idade de abate não garante a textura adequada. Mais do que controlar a idade cronológica é importante controlar a idade fisiológica dos animais que se traduz pelo estado corporal no momento do abate. Essa estaria relacionada, principalmente, com a cobertura de gordura e tamanho de carcaça, que exerce efeito na queda de temperatura da carcaça e, logo, no encurtamento pelo frio (Judge, 1989).

Tabela 6 - Força de cisalhamento (Kg/cm<sup>2</sup>), perdas do *longissimus dorsi* de animais alimentados *ad libitum*, com 1% e 2% de concentrado em relação ao peso corporal (PC) e ao nível de manutenção

Variável	REGIME ALIMENTAR			VALOR -P	CV(%) <sup>3</sup>		
	<i>Ad libitum</i>		Restrito				
	1% PC	2% PC	Mantença				
Força de Cisalhamento (Kg/cm <sup>2</sup> )	3,59	3,68	4,04	0,2817	0,0975	0,3975	16,8
	Perdas (%)						
Descongelamento	12,14	12,04	8,20	0,8496	<0.0001	0,7675	17,5
Gotejamento	4,73	3,24	2,19	0,4675	0,0125	0,0363	58,2
Evaporação	24,59	28,89	23,55	0,3793	0,2739	0,1187	37,9
Cocção	29,32	33,13	25,74	0,4812	0,1402	0,1838	31,8
Totais	37,55	40,72	32,81	0,3978	0,0374	0,2868	23,5

<sup>1</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>2</sup>Contrastes Manutença (M) x Ad libitum (AL), 1% x 2%; <sup>3</sup>CV (%) = coeficiente de variação.

Segundo Koohmaraie (1992), as diferenças na maciez da carne são determinadas 85% devido às alterações *post mortem* e 15% devido a diferenças *ante mortem*. Os principais fatores *ante mortem* seriam: genética, maturidade, acabamento, taxa de crescimento, composição do colágeno, etc. Os principais fatores *post mortem* seriam: velocidade de resfriamento, taxa de queda de pH, pH final, atividade proteolítica e tempo de maturação, etc.

Aberle et al. (1981) sugeriram que a rápida taxa de crescimento e aumento do *turnover* protéico no período pré-abate permitiria maior maciez. Por outro lado, Crouse (1986) afirmou que a velocidade de ganho de peso permite que os animais atinjam mais rápido o máximo crescimento muscular, tendo maior proporção de colágeno de maior solubilidade. Há menor formação de ligações cruzadas no colágeno em animais com altas taxas de crescimento (Harper, 1999). A ausência de diferenças entre os tratamentos 1% e 2% pode ser explicada pela taxa de crescimento similar.

Em condições normais, o diâmetro da fibra muscular aumenta com animais submetidos a alimentação que permite crescimento adequado (Pardi et al., 1998). Baseando-se em crescimento do tecido muscular, esperar-se-ia que animais em manutenção apresentassem a

carne mais macia, já que com a ausência de crescimento é esperado que possuam fibras de menor diâmetro, o que significa maior facilidade para cisalhar.

Outro fator que pode interferir na maciez é o teor de colágeno e, principalmente pela relação colágeno solúvel:insolúvel. Animais recebendo dietas com menor teor de energia, próximo ao abate, possuem menor teor de colágeno recém sintetizado, ou seja, menor relação colágeno solúvel:insolúvel. Fishell et al. (1985) descreveu que novilhos com taxa de crescimento mais lenta apresentaram menores porcentagens de colágeno solúvel no músculo *Semimembranosus* e que a concentração de colágeno intramuscular é maior com restrição alimentar. Baseando-se nessas afirmações, pode-se inferir que o diâmetro da fibra e a relação colágeno solúvel:insolúvel possa ter equilibrado a maciez da carne dos animais em manutenção, implicando valores semelhantes de força de cisalhamento entre animais alimentados *ad libitum* e em manutenção.

Segundo Shackelford et al. (1994), aproximadamente 65% da variação na maciez entre todas as raças de bovinos é devido à genética e 35% devido a fatores ambientais.

Morgan et al. (1991) afirmaram que em regiões onde existe maior proporção de animais *Bos indicus* os valores para força de cisalhamento são maiores e mais variáveis, o que seria o caso do Brasil. Alguns estudos indicam que a carne de *Bos indicus* é mais dura devido a menores níveis de gordura intramuscular e maior tecido conjuntivo quando comparada com *Bos taurus* (Belew et al., 2002; Bailey, 1985).

Além disso, Bonilha et al. (2008) afirmaram que a carne de *Bos indicus* apresenta níveis mais baixos de  $\mu$ -calpaína e níveis mais altos de calpastatina, e estas enzimas possuem papel fundamental na maciez da carne, já que existe uma relação inversa entre atividade de calpastatina e maciez (Koohmaraie, 1994). É importante ressaltar que os valores encontrados para todos os tratamentos, inclusive para animais NE, estão dentro do padrão para que a carne seja considerada macia, abaixo de 6,0 kg/cm<sup>2</sup> (Shackelford et al., 1997) ou abaixo de 4,5 Kg/cm<sup>2</sup> (Johnson et. al. 1988; Knapp et al.1989).

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

Tabela 7 - Força de cisalhamento (Kg/cm<sup>2</sup>), perdas de líquido do *longissimus dorsi* de animais Nelore (NE), F<sub>1</sub> Simental x Nelore (NS) e F<sub>1</sub> Angus x Nelore (NA)

Variável	GRUPO GENÉTICO			RA x GG <sup>1</sup>	VALOR -P		CV(%) <sup>3</sup>
	Cruzados				NExCZ <sup>2</sup>	NSxNA <sup>2</sup>	
	NE	NS	NA				
Força de Cisalhamento (Kg/cm <sup>2</sup> )	4,43	3,39	3,49	0,2817	<0,0001	0,6204	16,8
Perdas (%)							
Descongelamento	13,00	10,59	9,65	0,8496	<0,0001	0,1564	17,5
Gotejamento	3,99	3,08	3,55	0,4675	0,2971	0,5583	58,2
Evaporação	31,85	23,15	23,96	0,3793	0,0178	0,9164	37,9
Cocção	35,84	26,23	27,51	0,4812	0,0113	0,9670	31,8
Totais	44,01	34,57	34,09	0,3978	0,0017	0,7675	23,5

<sup>1</sup>Interação entre regime alimentar (RA) e grupo genético (GG). <sup>2</sup>Contrastes NE x Cruzados (CZ) e NS x NA.

<sup>3</sup>CV (%)= coeficiente de variação

A capacidade de retenção de água pode ser elevada por diversos fatores, entre eles, lenta glicólise *post mortem* e pH alto, resfriamento rápido da carcaça, anterior ao estabelecimento do *rigor mortis*, armazenamento a temperaturas próximas a 0°C. Além disso, músculos que possuem alto conteúdo em gordura intramuscular podem ter maior capacidade de retenção de água. É possível que a gordura intramuscular afrouxe a microestrutura, permitindo desta forma a retenção de uma maior quantidade de água.

Nesse experimento, a taxa de queda de temperatura e pH e o pH final não diferiram (P>0,05) entre animais NE e cruzados (Tabela 5). Estando acima do pH onde ocorre menor retenção de água, em torno de 5,2-5,3, que é ponto isoelétrico (pI) da maior parte das proteínas musculares, não sendo estes, portanto, fatores que expliquem a maior perda de líquido na carne dos animais Nelore.

A água se localiza mais nos músculos que na gordura e carcaças com mais gordura apresentam menor quantidade de água. Isto porque a substância que mais se liga à proteína é a água, sendo a carne o elemento mais rico em proteína na carcaça. Animais NE, neste experimento, apresentaram menor quantidade de gordura (39,77 kg contra 51,66 kg) e maior porcentagem de água na carcaça (57,03% contra 55,77%)<sup>5</sup> que animais cruzados.

A maior parte da água é retida por proteínas miofibrilares, enquanto as proteínas sarcoplasmáticas retêm apenas 3% da água total. A quantidade de água imobilizada depende do espaço existente entre os filamentos. Durante o desenvolvimento do *rigor mortis*, ocorre o encurtamento do sarcômero, reduzindo o espaço disponível para a água dentro da miofibrila. Segundo Honikel et al. (1986), a perda ao descongelamento pode aumentar linearmente com a diminuição do comprimento de sarcômero. A água é mobilizada do espaço intra-miofibrilar

<sup>5</sup> Dados apresentados no capítulo dois.

para o espaço extra-miofibrilar proporcionando aumento das perdas. A maior perda de água, principalmente ao descongelamento, nos animais NE, talvez possa ser explicado, devido ao maior encurtamento de sarcômero, já que estes apresentaram menor espessura de gordura subcutânea em relação aos animais cruzados.

A carne dos animais em regime de manutenção apresentou menores ( $P < 0,05$ ) perdas ao descongelamento, gotejamento e totais (Tabela 6). Os animais em manutenção apresentavam a carcaça com cobertura de gordura muito fina, o que pode ter acarretado abaixamento na temperatura muito rápida, antes do estabelecimento do rigor. Além disso, levando em consideração o nível de alimentação destes animais, esses provavelmente não possuíam quantidade de glicogênio suficiente para abaixar o pH de forma adequada, justificando a maior retenção de água.

## CONCLUSÃO

Animais cruzados F<sub>1</sub> Simental x Nelore e F<sub>1</sub> Angus x Nelore possuem carne mais macia que de animais Nelore, embora quando abatidos jovens, todos grupos genéticos apresentam carne considerada macia.

A carne de animais em restrição perde menos líquido que a carne de animais alimentados *ad libitum* e a carne de animais Nelore perde mais água que a carne de animais cruzados.

O regime alimentar não altera as proporções das fibras musculares. Animais Nelore apresentam menor proporção de fibras oxidativas que animais cruzados.

Animais Nelore e cruzados possuem pH final dentro dos padrões adequados para a exportação, abaixo de 6,0.

## LITERATURA CITADA

- ABERLE, E.D.; REEVES, M.D. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: Time on a high-energy diet. **Journal of Animal Science**, n.4,v.52, p.757-764, 1981.
- ARMSTRONG, R.B.; PHELPS, R.D. Muscle fiber type composition of rat hindlimb. **American Journal of Anatomy**, v.171, n.2, p.259-272, 1984.
- ARRIGONI, M.B.; ALVES JÚNIOR, A.; DIAS, P.M.A. et al. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.10, p.1033-1039, 2004.
- ASHMORE, C. R.; THOMPSON, G.; DOERR., L. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. **Journal of Animal Science**, n.1, v.34, p.37-41, 1972.
- ALVES, D.D.; PAULINO, M.F.; BACKES, A.A. et al. Características de carcaça de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu (F<sub>1</sub>) nas fases de recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1274-1284, 2004.
- BANKS, W.J. Tecido muscular. In: **Histologia veterinária aplicada**. 2.ed. São Paulo: Manole, cap.13, p.215-236, 1992.
- BAILEY, A.J. The role of collagen in the development of muscle and relationship to eating quality. **Journal of animal Science**, n. 6, v. 60, p. 1580-1587, 1985.
- BELEW, J.B. *et al.* Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, n.4, v. 64, p. 507-512, 2003.
- BONILHA, S. F. M.; TEDESCHI, L. O., PACKER, I. U.; et al. Evaluation of carcass characteristics of *Bos indicus* and tropically adapted *Bos taurus* breeds selected for postweaning weight. **Journal of Animal Science**, v. 86, p.1770-1780, 2008.
- 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.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- CONDÃO CERTIFICADORA [2007]. **Influência do transporte sobre a qualidade da carne produzida**. Disponível em: <<http://www.condaocertificadora.com.br/noticias.aspx?not=226>> Acesso em: 10/01/2009.
- CROUSE, J. D.; CALKINS, C. R.; SEIDEMAN, S. C. The effects of rate of change in body weight I tissue development and meat quality of youthfull bulls. **Journal Animal of Science**, n.6, v.63, p.1824-1829,1986.
- FISHELL, V.K.; ABERLE, E.D. et al. Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. **Journal of Animal Science**, n.1, v.61, p.151-157, 1985.
- HARPER, G.S. Trends in skeletal muscle biology and the understanding of toughness in beef. **Australian Journal of Agricultural Research**, n.7, v.50, p.1105-1129, 1999.
- HONIKEL,K. O.; KIM, C. J.; HAMM, R.; et al. Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss. **Meat Science**, n.4, v.16, p.267-282.,1986.

- JOHNSTON, D. M., MOODY W. G.; BOLING, J. A.; et al. Influence of breed type, sex, feeding systems, and muscle bundle size on bovine fiber type characteristics. **Journal of Food Science**, v. 46, p.1760–1765,1981.
- JOHNSON, D.D. et. al. Factors affecting carcass characteristics and palatability of young bulls. **Journal of Animal Science**, n.10, v. 66 , p. 2568-77, 1988.
- JUDGE, M. D.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; et al. **Principles of meat science**. 2nd ed. Dubuque: Kendall Hunt, 1989. 351 p.
- KNAPP R.H. et al. Characterization of cattle types to meet specific beef targets. **Journal of Animal Science**, n.9, v. 67, p.2294-308, 1989.
- KLONT, R.E.; BROCKS, L.; EIKELENBOOM, G. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**, n.1, 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.
- KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, n. 1-2, v.36, p.93-104. 1994.
- LEHNERT, S.A.; BYRNE, K.A.; REVERTER, A. et al. Gene expression profiling of bovine skeletal muscle in response to and during recovery from chronic and severe undernutrition. **Journal of Animal Science**, v.84, n.12, p.3239-3250, 2006.
- MOODY, W. G., KEMP, J. D.; MAHYUDDIN, M.; et al. Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on histological properties of lamb carcasses. **Journal of Animal Science**, n.2, v.50, p.249-256, 1980.
- MORGAN, J. B.; SAVELL, J. W.; HALE, D. S.; et al. National beef tenderness survey. **Journal of Animal Science**, n. 8,v. 69, p.3274–3283, 1991.
- PARDI, M.C.; SANTOS, I.F. dos; SOUZA, E.R. de; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Goiânia: UFG, 1995.
- PEARSON, A.M.; YOUNG, R.B. Skeletal muscle fibers. In: PEARSON, A.H.; YOUNG, R.B. (Eds.) **Muscle and meat biochemistry**. 1.ed. San Diego: Academic Press, p.235-265,1989.
- PETTE, D.; STARON, R.S. Transitions of muscle fiber phenotypic profiles. **Histochemistry and Cell Biology**, v.115, p.359-372, 2001.
- MELLO, R.O. **Eficiência produtiva e econômica, características da carcaça e qualidade da carne de bovinos mestiços confinados e abatidos com diferentes pesos corporais**, 2007. 160f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds using refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **J. AOAC Int.** v. 85, p. 1217-1240. 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- RYU, Y.C., KIM, B.C. The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig *longissimus dorsi* muscle. **Meat Science**, v. 71, p. 351–357, 2005.

- ROÇA, A.O. [2009]. **Modificações Post Mortem**. Disponível em: <<http://dgta.fca.unesp.br/docentes/roca/carnes/Roca105.pdf>> Acesso em: 10/01/2009.
- RUBENSAM, J.M.; FELÍCIO, P.E.; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, p.405-409, 1998.
- 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**, n.9, v.75, p.2417-2422, 1997.
- SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. et al. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. **Journal of Animal Science**, n.4, v.72, p.857-863, 1994.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562 – 3577, 1992.
- 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.
- 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, n. 6, p.1485-1496, 2000.
- WIRTH, F. El pH y la elaboración de productos cárnicos. **Fleischwirtschaft**, espanõl, Frankfurt, v.2, p.24-33, 1980.