

SIMONE FROTAS DOS REIS

**CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E QUALIDADE DA CARNE DE
NOVILHAS DE CORTE DE DIFERENTES CLASSES DE CONSUMO
ALIMENTAR RESIDUAL**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

SIMONE FROTAS DOS REIS

CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E QUALIDADE DA CARNE DE
NOVILHAS DE CORTE DE DIFERENTES CLASSES DE CONSUMO
ALIMENTAR RESIDUAL

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

APROVADA: 28 de julho de 2009.

Prof. Mário Fonseca Paulino

Dr. Sergio Raposo de Medeiros
(Co-orientador)

Prof. Edenio Detmann

Prof. Sebastião de Campos Valadares
Filho
(Co-orientador)

Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino
(Orientador)

E eu te louvarei Senhor, levantando a Ti
minhas mãos, com louvor e canções de
amor Te exaltarei... E eu cantarei para Ti e
eu dançarei e me alegrarei em Ti... Minha
fonte de vida, luz e fé!
À Deus!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por mais uma promessa concretizada em minha vida.

Á toda minha família pelo apoio, incentivo, carinho e compreensão durante esses dois anos de estudos.

Ao meu pai, José Alves dos Reis Filho, meu grande incentivador, companheiro e pai amoroso.

A minha mãe, Vilma Frotas, meu exemplo de determinação e força, minha fonte de alegria.

Aos meus irmãos, Grazieli e Marcelo pelo carinho e amizade.

Ao Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino pela amizade, confiança e orientação.

Ao Dr. Sergio Raposo de Medeiros pela co-orientação, apoio, e principalmente amizade durante o período experimental na Embrapa Gado de Corte, todos os ensinamentos e momentos divertidos serão lembrados com carinho.

Ao Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, pelo auxílio nas análises laboratoriais finais e disponibilidade em contribuir com este trabalho.

A Prof. Maria da Graça Moraes, pelas oportunidades ao início da vida acadêmica.

Ao Prof. Edenio Detmann e Prof. Mário Fonseca Paulino pela disponibilidade e valorosas contribuições neste trabalho.

Ao Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior e Dr. Gelson Luís Dias Feijó pelas críticas sempre tão construtivas e ajuda durante o experimento.

A Fundect, Potensal Nutrição Animal e Embrapa Gado de Corte pelo auxílio financeiro para a realização do experimento.

Aos funcionários da Embrapa Gado de Corte e da UFV, pelo auxílio nas análises laboratoriais e na condução do experimento.

Aos ‘irmãos’ de orientação Márcio Duarte, João Paulo Monnerat, Rafael Mezzomo, Ivanna Moraes de Oliveira e Jucilene Cavali pelos agradáveis cafezinhos no LPV, divertidos momentos no seu Zé e pela grande amizade construída em tão pouco tempo.

A grande amiga Daiane Fausto, companheira de quarto no ‘orfanato’ embrapiano, por sua amizade incondicional, pela ajuda no experimento e principalmente pelos engraçadíssimos momentos vividos.

Aos funcionários da Embrapa Gado de Corte, Boaventura Moraes e José Nilton Miranda (Zezito), por serem sempre tão atenciosos e prestativos.

Ao Sr. Ênio Nogueira e família e Sr. Rubens e família pelo acolhimento caloroso no período em que estive na Embrapa.

Aos amigos e estagiários, Roberta Cristaldo, Felipe Curci, Rafael Silva, Marcos Shardong e Fernando Sales pela ajuda na condução do experimento.

Às companheiras de república Sylvia Sanae Takishita (Nae), Shiley Motta (Shilorca) Priscila Sequetto (Pri), Luísa Maretti (Luizinha), Luciana Marques Cardoso (Lú) e Joanna Souza (Jô) pela grande amizade.

Aos colegas que fiz na Embrapa, Matilde Pessoa, Sandra Galbeiro, Lucas Silva, Rosana Moreira, João Batistelli, Diego, Mauri, Amábily, Cássia, Marciele, Bruninho e todos os outros, agradeço pelos tererés no fim de tarde e convívio tão especial.

A Universidade Federal do Mato Grosso do Sul e Universidade Federal de Viçosa pela grande contribuição em minha formação profissional e pessoal.

BIOGRAFIA

SIMONE FROTAS DOS REIS, filha de José Alves dos Reis Filho e Vilma Frotas, nasceu em Bela Vista, Mato Grosso do Sul, em 23 de março de 1984.

Em julho de 2002 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, em Campo Grande, graduando-se em agosto de 2006 na mesma instituição.

Em agosto de 2007 ingressou no programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes.

Submeteu-se a defesa de dissertação em 28 de julho de 2009.

CONTEÚDO

	Página
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
1. Introdução.....	1
2. Referências Bibliográficas.....	6
Capítulo 1: Eficiência alimentar, digestibilidade dos nutrientes e características de crescimento de novilhas de corte de diferentes classes de consumo alimentar residual.....	8
Resumo.....	8
Abstract.....	10
Introdução.....	12
Material e Métodos.....	14
Resultados e Discussão.....	20
Conclusões.....	34
Literatura citada.....	35
Capítulo 2: Rendimento de cortes comerciais, características de carcaça e qualidade da carne de novilhas de corte em função de seu consumo alimentar residual.....	40
Resumo.....	40
Abstract.....	42
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão.....	53
Conclusões.....	65
Literatura citada.....	66

RESUMO

REIS, Simone Frotas dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2009. **Características de crescimento e qualidade da carne de novilhas de corte de diferentes classes de consumo alimentar residual.** Orientador: Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Co-orientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Sergio Raposo de Medeiros.

O consumo alimentar residual (CAR), como forma de avaliação da eficiência alimentar, vem sendo amplamente estudado por ser independente de características de crescimento dos animais. Entretanto as associações entre as classes de CAR com atributos de crescimento dos animais, digestibilidade dos nutrientes e características qualitativas da carne são insuficientes e os dados existentes na literatura são contraditórios. Portanto, foram avaliadas, quanto às características de crescimento, digestibilidade dos nutrientes, desempenho e características qualitativas da carne, 31 novilhas de corte *three-cross* de 3 grupos genéticos: CRANN- ½ Caracu ¼ Angus ¼ Nelore (n=9), CRVN- ½ Caracu ¼ Valdostana ¼ Nelore (n=13) e RCN- ½ Red Angus ¼ Caracu ¼ Nelore (n=9). A idade média inicial dos animais era de 22 meses e peso corporal médio inicial de 342±14 kg; 311±16 kg; 352±14 kg para os grupos genéticos CRANN, CRVN e RCN, respectivamente. Os animais permaneceram em média 102 dias em confinamento, recebendo dieta à vontade, com relação volumoso:concentrado de 40:60, foram divididos em 3 classes de eficiência alimentar de acordo com o consumo alimentar residual (alto, médio e baixo). O CAR de cada animal foi obtido pela diferença entre o consumo de matéria seca observado (kg/dia) deste e o consumo estimado, através de uma equação de regressão entre o peso corporal médio metabólico e o ganho médio diário (kg/dia) dos animais. Animais alto CAR consumiram 4,56% mais matéria seca (kg/dia) que animais baixo CAR (P<0,05). O desempenho foi semelhante entre as classes de CAR (1,40 kg/dia). Não houve diferença (P>0,05) entre as classes de CAR para digestibilidade aparente dos nutrientes, matéria seca (64,00%), proteína bruta (60,01%), extrato etéreo (72,90%), fibra em detergente neutro (54,80%) e carboidratos não-fibrosos (78,91%). Para as características de crescimento avaliadas por ultrassonografia as classes de CAR apresentaram-se semelhantes, (P>0,05), quanto à deposição de gordura subcutânea e gordura na garupa. O crescimento da área de olho de lombo entre os grupos de CAR não foi distinto (P>0,05). Para as características qualitativas da carne e da carcaça, também não foram encontradas diferenças (P>0,05) entre as classes de CAR. A seleção pelo CAR é interessante já que animais eficientes

produzem carne de semelhante qualidade a de animais ineficientes com menor ingestão de matéria seca.

ABSTRACT

REIS, Simone Frotas dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2009. **Growth traits and meat quality of beef heifers of different residual feed intake groups.**

Adviser: Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Co-advisers: Sebastião de Campos Valadares Filho and Sergio Raposo de Medeiros.

Residual feed intake (RFI), as an index to evaluate feed efficiency, has been widely used, because is independent of growth traits of the animals. However, the relationship between RFI groups, nutritional and growth parameters are insufficient and the data are contradictory. Therefore, were evaluated, to growth traits, nutrients digestibility and performance thirty one beef heifers, three-cross, of three different genetic groups: CRANN- $\frac{1}{2}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Nellore (n=9), CRVN- $\frac{1}{2}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Valdostana $\frac{1}{4}$ Nellore (n=13) and RCN- $\frac{1}{2}$ Red Angus $\frac{1}{4}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Nellore (n=9). The initial age and initial body weight of the animals were 22 months and 342 ± 14 kg; 311 ± 16 kg; 352 ± 14 kg, to genetic groups CRANN, CRVN and RCN, respectively. The animals were allocated in individual pens in feedlot for 84 days, receiving a diet of roughage: concentrate ratio of 40:60. They were separated in three different efficiency groups (high, medium and low CAR), according to their residual feed intake. The residual feed intake was defined as the difference between an animal's actual feed intake and its expected feed requirements for its gain. No difference were observed for RFI groups ($P > 0.05$) in performance (1.40kg/day) and apparent digestibility of nutrients, that were similar ($P > 0.05$) between the RFI groups. The means values for apparent digestibility for the nutrients were; dry matter (64.00%), crude protein (60.01%), ether extract (72.90%), neutral detergent fiber (54.80%), nonfiber carbohydrate (78.91%). The growth traits; backfat thickness, *Longissimus* muscle area and rump fat thickness, evaluated by ultrasound, also were similar in the different residual feed intake groups. The carcass traits and meat quality do not differ between residual feed intake groups ($P > 0.05$). The selection by residual feed intake is interesting, since the low CAR (efficient animals) have the same quality pattern of the meat and carcass than high CAR (inefficient animals).

1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento no número de confinamentos no Brasil e a maior preocupação com problemas ambientais, relacionados principalmente ao sistema extensivo de produção de gado de corte, fazem com haja busca constante por alternativas que maximizem a produção de carne visando eficiência econômica. Observa-se ainda a existência de um mercado consumidor cada vez mais exigente e para atender a tais exigências mercadológicas, muitas vezes específicas, deve se aperfeiçoar as técnicas relacionadas à nutrição e seleção genética.

Nesse contexto, a eficiência alimentar ganha destaque entre as variáveis a serem aperfeiçoadas nos sistemas de produção de carne, nos quais, muitas vezes, os animais mais lucrativos são aqueles que convertem de forma eficiente os nutrientes em carne e, não necessariamente, os que apresentam melhor desempenho.

É amplamente conhecido o fato de que os custos com alimentação, associado à aquisição de animais, em um sistema de produção de carne, principalmente em confinamentos, representam a maior parcela dos gastos totais; portanto melhorar a eficiência alimentar permite redução nos custos. A eficiência de utilização dos alimentos e sua associação com técnicas alternativas de seleção têm sido amplamente estudadas (Bishop et al., 1992; Johnston et al., 2001; Arthur et al., 2001). A ampliação de 5% na eficiência alimentar tem impacto econômico 4 vezes maior que 5% de elevação no ganho diário animal (Gibb & MacAllister, 1999).

A conversão alimentar é a principal medida de eficiência alimentar comumente empregada em avaliações nutricionais é calculada pela razão entre o consumo de matéria seca (kg) e ganho de peso corporal (kg). Segundo Herd et al. (2003), esta característica possui forte correlação com a taxa de crescimento e o tamanho corporal, o que inviabiliza a seleção para animais mais eficientes em sistemas produtivos onde

ocorre escassez de alimentos, condição observada em sistemas extensivos no Brasil, já que se torna mais difícil atender às exigências de manutenção e ganho desses genótipos.

Objetivando contornar os problemas inerentes à dificuldade de seleção e suprimento das exigências nutricionais impostas pela utilização da conversão alimentar como medida de eficiência de utilização dos alimentos, Koch et al. (1963) propuseram o conceito de consumo alimentar residual (CAR) ou consumo residual líquido, definido como o desvio do consumo observado de um animal em relação ao estimado a partir da utilização de um modelo preditivo de consumo alimentar.

Assim, um animal com consumo alimentar residual negativo ingeriria menos alimento do que o previsto pelo modelo e, portanto, seria considerado mais eficiente no uso do alimento do que um animal cujo consumo alimentar residual fosse positivo. O modelo utilizado para determinar o consumo residual pode ser formulado incluindo ajustes de dados de consumo da população e outros fatores, os quais possam afetar o consumo alimentar residual, tais como peso corporal e ganho de peso (Archer et al., 1994).

A importância real em se medir o consumo alimentar residual está baseada em sua baixa correlação com características de crescimento, onde animais eficientes (consumo residual negativo), supostamente terão menores exigências de manutenção, demandando menos alimento para o mesmo nível de produção, aumentando assim, a eficiência produtiva do sistema (Arthur et al., 2001).

O consumo residual reflete a variação no consumo alimentar individual, que, provavelmente, está ligado a variações individuais nas exigências de manutenção, de modo que selecionar animais mais eficientes para consumo alimentar residual (CAR negativo) é possível, uma vez que a herdabilidade dessa característica é considerada de média a alta (0,22-0,71; Okine et al., 2004). Portanto, o melhoramento baseado no CAR

implicaria em reduções consideráveis nas exigências de manutenção do rebanho e até mesmo nas emissões de metano pelos animais, melhorando a eficiência nutricional do sistema e reduzindo o impacto negativo dos sistemas de produção animal sobre o aquecimento global e o ambiente de forma geral (Costa, 2007).

Arthur et al. (2001), avaliando progênes oriundas de duas linhas de seleção, respectivamente alta e baixa eficiência alimentar, após cinco anos de seleção divergente para consumo alimentar residual, atribuíram aos animais com consumo residual negativo incrementos na eficiência de utilização dos alimentos sem comprometimento do crescimento e com considerável retorno econômico.

Archer et al. (1994) submeteram à avaliação dados de consumo alimentar de 108 tourinhos e concluíram que o consumo alimentar residual estabeleceu-se como a variável mais útil na detecção dos animais mais eficientes, apresentando maior repetibilidade em comparação à conversão alimentar: 0,56 e 0,25, respectivamente.

Há poucos dados nacionais sobre estimativas de herdabilidade para consumo residual em animais zebuínos. Almeida et al. (2004), após constatarem grande variabilidade fenotípica para a característica, sugeriram valores semelhantes aos encontrados para animais europeus (0,30-0,35). Arthur et al. (1997) encontraram estimativas de herdabilidade para consumo residual de 0,59, indicando haver alta variação genética aditiva para o rebanho australiano avaliado.

Como explicitado anteriormente, melhorar a eficiência de produção por intermédio da exploração de variações genéticas no consumo alimentar residual de maneira realmente vantajosa é dependente, não somente da existência de variação genética em animais em crescimento, mas também da magnitude das correlações genéticas com outras características de produção, tais como medidas de crescimento e desempenho produtivo, características de composição corporal e da carcaça e qualidade

de carne (Herd et al., 2003). Almeida (2005) discorreu sobre as limitações da utilização do consumo alimentar residual como critério para seleção de animais mais eficientes, dando ênfase às prováveis mudanças na composição do ganho de peso onde seleção para melhor consumo alimentar residual (CAR negativo) resultaria em menor quantidade de gordura na cavidade abdominal e em carcaças com baixos teores de gordura e grau de marmoreio, fatores estes discriminantes à comercialização.

A seleção genética para alta taxa de crescimento produz bovinos com rápido aumento das proteínas musculares e maior eficácia de ganho, talvez devido ao menor custo de manutenção ou à maior eficiência do ganho.

O fato de que animais mais eficientes (baixo CAR) teriam menor *turnover* protéico pode estar relacionado a um produto final de baixa qualidade, devido à menor degradação protéica que estaria diretamente relacionada a uma menor proteólise *post mortem*, resultando em carne mais dura (Sainz et al., 2004), o que também explicaria a menor exigência de manutenção apresentada por esses animais (Herd et al., 2003).

O *turnover* protéico é um processo oneroso energeticamente e a variação no metabolismo protéico acompanha a seleção genética para crescimento. Desta forma, selecionar para consumo residual produziria mudanças na atividade do sistema de calpaína, o qual está associado com degradação das proteínas miofibrilares do músculo, podendo, assim, afetar a maciez da carne (McDonaugh et al., 2001).

Neste contexto, torna-se extremamente necessário quantificar as relações existentes entre o consumo alimentar residual e as bases biológicas que o afetam, devido à sua intrínseca relação com as exigências de manutenção e composição corporal e da carcaça, que, em conjunto, representam fatores que comprometem a eficiência de utilização dos alimentos e a qualidade final da carne.

Assim, este trabalho foi desenvolvido objetivando avaliar possíveis diferenças entre classes de consumo alimentar residual (alto, médio e baixo) em variáveis nutricionais (consumo de matéria seca e ganho de peso, digestibilidade e consumo de nutrientes, eficiência alimentar), de crescimento (deposição de tecidos, composição corporal) e qualitativos (maciez, coloração, análise sensorial) da carne de novilhas de corte *three-cross* terminadas em confinamento.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. **Consumo alimentar de bovinos em crescimento**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2005. 182p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo, 2005.
- ALMEIDA, R.; LANNA, D.P.; LEME, P.R. Consumo alimentar residual: um novo parâmetro para avaliar a eficiência alimentar de bovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD-ROM.
- ARCHER, J.A.; PARNELL, P.F.; PITCHFORD, W.S. Measurement of efficiency of feed utilization in beef cattle. In: THE ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 9., 1994, Queenstown, New Zealand. **Proceedings...** Queenstown: Association for Advancement of Animal Breeding and Genetics, 1994, v.20, p.74-77.
- ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; HERD, R.; MELVILLE, G.J. Response to selection for net feed intake in beef cattle. In: THE ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 14., 2001, Queenstown, New Zealand. **Proceedings...** Queenstown: Association for Advancement of Animal Breeding and Genetic, 2001, v.14, p.135-138.
- ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; HERD, R. et al. Genetic and phenotypic variation in feed intake, feed efficiency and growth in beef cattle. In: THE ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 12, 1997, Queenstown, New Zealand. **Proceedings...** Queenstown: Association for Advancement of Animal Breeding and Genetic, 1997, v.12, p.234-237.
- BISHOP, S.C. Phenotypic and variation in body weight, food intake and energy utilization in Hereford cattle I. Performance test results. **Livestock Production Science**, v.30, p.1-18, 1992.
- COSTA, N.D. Reducing the meat and livestock’s footprint . **Nutrition and Dietetics**. V. 64 (Supl), p. S185-s191. 2007.
- GIBB, D.J.; McALLISTER, T.A. The impact of feed intake and feeding behavior of of cattle on feedlot and feedbunk management. In: WESTERN NUTRITION

- CONFERENCE, 20., 1999, Calgary. **Proceedings...** Calgary: University of Alberta, 1999, 101-116.
- HERD, R.M.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application. **Journal of Animal Science**, v.81 (suppl.E), p.E9-E17, 2003.
- JOHNSTON, D.J.; HERD, R.; REVERTER, E.; ODDY, V.H. Heritability of IGF-I in beef cattle and its association with growth and carcass traits. In: THE ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 14., 2001, Queenstown, New Zealand. **Proceedings...** Queenstown: Association for Advancement of Animal Breeding and Genetic, 2001, v.14, p.163-166, 2001.
- KOCH, R.M. ; SWIGER, L.A. ; CHAMBERS, D. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**. V.22, p.486-494, 1963.
- MCDONAUGH, B. M.; HERD, R.M.; RICHARDSON, E.C.; ODDY V.H. et al. Meat quality and calpain system of feedlot steers following a single generation of divergent selection for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.1013-1021, 2001.
- OKINE E.K.; BASARAB J.A.; GOONEWARDENE L.A.; MIR P. 2004. Residual feed intake and feed efficiency: Differences and Implications. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 15, 2004, Gainesville, **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 2004, v.15, p.27-38.
- SAINZ, R.D.; PAULINO, P.V.R. Residual feed intake in beef cattle. In: Proceedings of the Sierra Foothill Research & Extension Center - Beef & Range Field Day, 1, 2004, Browns Valley, **Proceedings...** Browns Valley: UCDAVIS, 2004, v. 1, p. 05-08a.

CAPÍTULO 1

Eficiência alimentar, digestibilidade dos nutrientes e características de crescimento de novilhas de corte de diferentes classes de consumo alimentar residual

Resumo – O consumo alimentar residual (CAR), como forma de avaliação da eficiência alimentar, vem sendo amplamente estudado por ser independente de características de crescimento dos animais. Entretanto, as associações entre as classes de CAR com atributos de crescimento dos animais e digestibilidade dos nutrientes são insuficientes e os dados existentes são contraditórios. Portanto, foram avaliadas, quanto às características de crescimento, digestibilidade dos nutrientes e desempenho, 31 novilhas de corte *three-cross* de 3 grupos genéticos: CRANN- ½ Caracu ¼ Angus ¼ Nelore (n=9), CRVN- ½ Caracu ¼ Valdostana ¼ Nelore (n=13) e RCN- ½ Red Angus ¼ Caracu ¼ Nelore (n=9). A idade média inicial dos animais era de 22 meses e peso corporal médio inicial de 342±14 kg; 311±16 kg; 352±14 kg para os grupos genéticos CRANN, CRVN e RCN, respectivamente. Os animais permaneceram em média 102 dias em confinamento, recebendo dieta à vontade, com relação volumoso:concentrado igual a 40:60 e que foram divididos em 3 classes de eficiência alimentar de acordo com CAR (alto, médio e baixo CAR). O CAR de cada animal foi obtido pela diferença entre o consumo de matéria seca observado (kg/dia) deste e o consumo estimado em função de seu desempenho estimado por uma equação de regressão entre o peso corporal médio metabólico e o ganho médio diário (kg/dia) dos animais. O desempenho foi semelhante entre as classes de CAR (1,40 kg/dia). Não houve diferença (P>0,05) entre as classes de CAR para digestibilidade aparente dos nutrientes: matéria seca (64,00%), proteína bruta (60,01%), extrato etéreo (72,90%), fibra em detergente neutro (54,80%) e carboidratos não-fibrosos (78,91%). Quanto às características de

crescimento avaliadas por ultrassonografia não houve diferença ($P>0,05$) na deposição de gordura subcutânea, gordura na garupa e área de olho de lombo entre os grupos de CAR. A seleção pelo CAR constitui-se uma alternativa para reduzir custos em confinamentos, sem comprometimento ao desempenho e características de crescimento dos animais.

Palavras-chave: Bovinos de corte, consumo residual líquido, fêmeas, ultrassonografia

Feed efficiency, nutrients digestibility and growth traits of beef heifers of different residual feed intake groups

Abstract- Residual feed intake (RFI), as an index to evaluate feed efficiency, has been widely used, because is independent of growth traits of the animals. However, the relationship between RFI groups, nutritional and growth parameters are insufficient and the data are contradictory. Therefore, were evaluated, to growth traits, nutrients digestibility and performance, thirty one beef heifers, three-cross, of three different genetic groups: CRANN- $\frac{1}{2}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Nellore (n=9), CRVN- $\frac{1}{2}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Valdostana $\frac{1}{4}$ Nellore (n=13) and RCN- $\frac{1}{2}$ Red Angus $\frac{1}{4}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Nellore (n=9). The initial age and initial body weight of the animals were 22 months and 342±14 kg; 311±16 kg; 352±14 kg, to genetic groups CRANN, CRVN and RCN, respectively. The animals were allocated in individual pens in feedlot for 84 days, receiving a diet of roughage: concentrate ratio of 40:60. They were separated in three different efficiency groups (high, medium and low CAR), according to their residual feed intake. The residual feed intake was defined as the difference between an animal's actual feed intake and its expected feed requirements for its gain. No difference were observed for RFI groups ($P>0.05$) in performance (1.40kg/day) and apparent digestibility of nutrients, that were similar ($P>0,05$) between the RFI groups. The means values for apparent digestibility for the nutrients were; dry matter (64.00%), crude protein (60.01%), ether extract (72.90%), neutral detergent fiber (54.80%), nonfiber carbohydrate (78.91%). The growth traits; backfat thickness, *Longissimus* muscle area and rump fat thickness, evaluated by ultrasound, also were similar in the different residual feed intake groups. The selection by the CAR is an alternative to reduce costs in feedlot, without compromising the performance and growth traits of animals.

Keywords: Beef cattle, female, net feed intake, ultrasound

INTRODUÇÃO

A adoção de novas tecnologias aos sistemas de produção de gado de corte nos últimos anos tem proporcionado melhorias na indústria da carne. Muitos desses ganhos foram possíveis através de programas de seleção genética e de cruzamentos, com foco em características de resultado econômico imediato, como ganho de peso e carcaças de melhor qualidade. Aliado a isso, a aplicação de técnicas de manejo alimentar, como o fornecimento de dietas com altas proporções de grãos para bovinos de corte confinados, permitiu atender exigências mercadológicas específicas com a produção de carcaças diferenciadas. Tais ferramentas de manejo, quando utilizadas em conjunto, reduzem sobremaneira o ciclo de produção, permitindo uma melhor utilização dos alimentos, além de significativa redução na emissão de poluentes como o metano (Hergarty et al., 2007).

Em sistemas de produção de gado de corte, a eficiência de utilização dos alimentos está diretamente relacionada à sua rentabilidade, uma vez que o fornecimento de alimentos é a entrada de maior custo na produção intensiva de carne. Assim, melhorar a eficiência alimentar é interessante, pois acarreta em sistemas produtivos mais econômicos. Dentre as formas de avaliação da eficiência alimentar, a conversão alimentar, expressa pela razão entre o consumo de matéria seca (kg) e o ganho de peso corporal (kg) é classicamente mensurada em estudos nutricionais, porém possui forte correlação com a taxa de crescimento e o tamanho corporal dos animais. Com a aplicação dessa medida em processos de seleção genética, a escolha de animais para eficiência alimentar em sistemas onde ocorre escassez de alimentos, fica comprometida, uma vez que se torna mais difícil atender às exigências de manutenção e ganho desses genótipos, que se tornariam mais pesados a cada geração.

De forma contrária, o consumo alimentar residual (CAR), outra medida de eficiência alimentar, vem sendo empregado em substituição à conversão alimentar por apresentar vantagens sob a eficiência de crescimento dos animais, pois é fenotipicamente independente de características de crescimento. Assim, o CAR pode expor possíveis variações em processos metabólicos que diferenciam os animais na eficiência de utilização dos nutrientes, abrindo a possibilidade de seleção para melhorar a eficiência de forma mais contundente (Sherman et al., 2009).

Koch et al. (1963) propuseram o conceito de consumo alimentar residual (CAR) ou consumo residual líquido. Esses autores o definiram como o desvio do consumo observado de um animal em relação ao estimado a partir da utilização de um modelo preditivo de consumo alimentar, de forma que um animal com consumo alimentar residual negativo ingeriria menos alimento do que o predito pelo modelo e, portanto, seria considerado mais eficiente no uso do alimento do que um animal cujo consumo alimentar residual fosse positivo. O modelo utilizado para estimar o consumo residual pode ser formulado incluindo ajustes de dados de consumo da população e outros fatores, os quais possam afetar o consumo alimentar residual, tais como peso corporal e ganho de peso (Archer et al., 1994). No Brasil, estudos sobre a medida de eficiência têm sido conduzidos (Almeida, 2005; Paulino, 2006). Porém, as associações entre consumo residual, desempenho, digestibilidade dos nutrientes e características de crescimento são pouco elucidadas para animais zebuínos, puros ou cruzados com raças européias.

Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a relação de diferentes classes de consumo alimentar residual (alto, médio e baixo CAR), com atributos de crescimento e nutricionais como o desempenho, eficiência alimentar e digestibilidade dos nutrientes, em bovinos de corte terminados em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte em Campo Grande-MS, entre setembro de 2008 a janeiro de 2009. Foram avaliadas 31 novilhas de corte *three-cross* compostas por três grupos genéticos diferentes, CRANN: $\frac{1}{2}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Nelore (n=9), CRVN: $\frac{1}{2}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Valdostana $\frac{1}{4}$ Nelore (n=13) e RCN: $\frac{1}{2}$ Red Angus $\frac{1}{4}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Nelore (n=9).

Os animais faziam parte de um mesmo grupo contemporâneo, pertencentes ao rebanho do setor de melhoramento genético da Embrapa Gado de Corte. Inicialmente, procedeu-se à pesagem dos animais e tratamento contra endo e ectoparasitas. Para adaptação às condições estruturais e do confinamento, os animais permaneceram durante 30 dias confinados em baias individuais cobertas, com área de 10 m², providas de piso de concreto, bebedouro semi-automático e cocho, recebendo a mesma dieta. Para adaptação à dieta experimental foi utilizado um período de 15 dias.

Ao início do período experimental os animais foram novamente pesados e alojados nas mesmas baias em que foram adaptados durante o período pré-experimental. Considerou-se um tempo de 20 horas para o jejum de sólidos totais durante a realização das pesagens inicial e final, devido às condições experimentais locais relacionados ao manejo. A idade média inicial dos animais era de 22 meses e peso corporal médio de 342±14 kg; 311±16 kg; 352±14 kg para os grupos genéticos CRANN, CRVN e RCN, respectivamente.

O experimento teve duração de 84 dias, dividido em três sub-períodos de 28 dias cada, sendo este o intervalo em que se realizaram as pesagens e avaliação da espessura de gordura, área de olho de lombo e grau de marmoreio com ajuda de unidade ultrassonográfica (modelo Aloka 500, *probe* de carcaça linear com 17,2 cm e frequência de 3,5 Mhz), com posterior interpretação dos dados em *software* específico.

A relação volumoso:concentrado da dieta foi de 40:60, fixada ao longo de todo o experimento, em base de matéria seca, e a dieta total teve como volumosos utilizados a silagem de sorgo, usada durante os dois primeiros sub-períodos experimentais e a silagem de sorgo e capim massai, usada no terceiro sub-período experimental. A proporção dos ingredientes na dieta está presente na Tabela 1.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes no concentrado e na dieta oferecida, em % da matéria seca total

Ingredientes	Concentrado	Dieta
Silagem de Sorgo	–	40,00
Silagem de Sorgo e Capim Massai	–	–
Farelo de Soja (45%)	3,34	2,00
Milho moído fino	54,00	32,00
Casca de Soja	40,33	24,38
Mistura Mineral ¹	1,00	0,70
Uréia	1,33	0,92

¹ – Composição: 15,14% de Na; 10,56% de Ca; 8,92% de P; 1,075 de Mg; 6691,10 ppm de Zn; 2829,80 de Fe; 1153 ppm de Cu; 797,05 ppm Mn; 90,20 ppm de I

Os animais foram arraçados duas vezes ao dia (8h00 e 14h00). A quantidade de alimento oferecida foi ajustada diariamente, a partir do consumo observado no dia anterior de forma a manter as sobras em torno de 10% do fornecido, caracterizando consumo *ad libitum*.

Amostras do volumoso foram coletadas semanalmente e as sobras pesadas e amostradas diariamente por animal, sendo, posteriormente, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados. Amostras compostas semanais de sobras e do volumoso foram levadas à estufa com ventilação forçada (55°C por 72 horas) e, em seguida, moídas em moinho de facas com peneira de malha de 1 mm. Depois de

moídas, as amostras de sobras de cada animal foram proporcionalmente pesadas e homogeneizadas, compondo uma amostra composta por cada período de 28 dias seguindo, assim, para análises laboratoriais subseqüentes. Os ingredientes do concentrado foram amostrados uma vez em cada período experimental, sendo armazenados em freezer para posteriores análises laboratoriais.

Ensaio de digestibilidade foram realizados no terço médio de cada período experimental, quando amostras de fezes de cada animal foram coletadas diretamente no piso das baias, imediatamente após a defecação, em três dias consecutivos, sendo que no primeiro dia a coleta ocorreu na parte da manhã (entre 7h00 e 8h00), no segundo por volta de 12h00 e no terceiro dia na parte da tarde (entre 16h00 e 17h00).

As amostras de fezes, devidamente identificadas, foram secadas e moídas de forma semelhante aos alimentos e sobras descrita acima. A partir das três amostras moídas de fezes, obteve-se, proporcionalmente, uma amostra composta, com base no peso seco ao ar, sendo posteriormente obtida sua composição química. Durante a semana do ensaio de digestibilidade os volumosos, as sobras, e os ingredientes do concentrado foram amostrados e analisados separadamente.

A excreção de matéria seca fecal foi estimada a partir da técnica de indicador interno, sendo a fibra indigestível em detergente ácido (FDAi) o indicador adotado. Os teores de FDAi das amostras de fezes, bem como de alimentos (volumosos e ingredientes do concentrado) e das sobras foram obtidos após incubação *in situ* por 264 horas (Casali et al., 2008). Como foram realizados três ensaios de digestibilidade ao longo do experimento, obtiveram-se as médias das digestibilidade dos períodos, que foram submetidas às análises estatísticas.

Nas amostras de alimentos, sobras e fezes foram analisados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio (N) total e extrato etéreo (EE) segundo

Silva & Queiroz (2002). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido a partir do produto do N total pelo fator 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foram obtidos de acordo com os protocolos descritos por Van Soest et al. (1991) e Licitra et al. (1996), respectivamente. A fibra em detergente ácido e lignina em ácido sulfúrico (72% p/p) foram obtidas segundo Van Soest & Robertson (1980). Para a avaliação da FDN das fezes, utilizou-se o sistema ANKON com modificação do saquinho (5,0 X 5,0 cm, porosidade de 100 μm), confeccionado com tecido não-tecido (TNT, 100g/m²), com utilização de α -amilase estável ao calor.

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000), sendo $\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB derivado da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \% \text{FDNp} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas}]$, sendo FDNp o teor de fibra em detergente neutro corrigido para proteína, uma vez que não houve correção para cinzas.

A densidade energética da dieta, expressa em nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculada por: $\text{NDT} = \% \text{PB digestível} + \% \text{FDN digestível} + \% \text{CNF digestível} + 2,25 * \% \text{EE digestível}$. A energia digestível (ED) da dieta foi obtida a partir dos nutrientes digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos, conforme descrito pelo NRC (2001), $\text{ED: (Mcal/kg MS)} = 5,6 * \text{PBD} + 9,4 * \text{EED} + 4,2 * \text{FDND} + 4,2 * \text{CNFD}$, enquanto que considerou-se a concentração de energia metabolizável (EM) como 82% da ED (NRC, 2000). As composições químicas das silagens e dos ingredientes da dieta e do concentrado e da dieta total são apresentadas nas Tabelas 2 e Tabela 3, respectivamente.

Tabela 2 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para proteína (FDNp), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, carboidratos não-fibrosos corrigido (CNF), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), nos ingredientes utilizados nas dietas experimentais em base de matéria seca.

Itens	Silagem de Sorgo	Silagem de Sorgo e Capim Massai	Casca de Soja	Milho Moído	Farelo de Soja
MS (%)	28,24	28,00	89,95	88,44	90,32
MO ¹	94,39	94,03	95,5	98,62	93,32
PB ¹	5,46	6,81	11,20	9,70	51,10
EE ¹	2,14	3,43	0,95	4,25	2,66
FDN ¹	57,72	68,41	70,40	10,54	12,14
FDNp ¹	56,68	66,67	65,15	9,46	10,67
FDA ¹	37,09	45,93	55,16	3,86	9,51
Lignina ¹	4,66	6,08	1,65	0,47	0,40
CNF ¹	30,11	17,12	18,20	75,21	28,89
PIDN ²	1,80	2,85	7,45	10,06	12,13
PIDA ³	1,88	2,40	2,38	5,62	14,16
FDAi ¹	10,90	13,46	2,06	0,80	0,77

1- % da MS; 2- % da FDN; 3-% da FDA;

Tabela 3 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para proteína (FDNp), carboidratos não-fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia metabolizável (EM), energia digestível e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) no concentrado e nas dietas experimentais, com base na matéria seca

Itens	Concentrado	Dieta 1 ¹	Dieta 2 ²
MS (%)	88,43	64,94	64,85
MO	94,85	94,46	94,32
PB	15,18	11,63	12,17
EE	2,77	2,50	3,02
FDNp	31,74	41,80	45,77
CNF	48,89	41,74	36,86
NDT	-	72,38	70,93
ED, Mcal/kg MS	-	3,37	3,30
EM, Mcal/kg MS	-	2,76	2,71
FDAi	1,29	5,13	6,16

¹ – 40% de silagem de sorgo na MS; ² – 40% de silagem de sorgo e capim massai na MS;

O consumo alimentar residual (CAR, kg/dia) de matéria seca foi calculado como a diferença entre o consumo médio de matéria seca (CMS, kg/dia), mensurado ao longo do experimento e o consumo estimado, segundo equação de regressão com o seguinte modelo:

$$CMS = \beta_0 + \beta_1 \times PVM + \beta_2 \times GMD + e,$$

em que o resíduo e representa o consumo residual; PVM, o peso corporal médio metabólico ($\text{kg}^{0,75}$); e GMD, o ganho médio diário (kg/dia).

Foi detectado que o grupo genético não exerceu efeito sobre nenhum dos parâmetros da equação ($P < 0,05$), dessa forma, essa variável foi desconsiderada na estimativa de consumo de matéria seca dos animais. A equação foi ajustada utilizando-se o programa estatístico SAS.

Para determinação de possíveis diferenças nas variáveis avaliadas entre os animais considerados mais eficientes (baixo consumo residual) ou menos eficientes (alto consumo residual), procedeu-se à divisão dos animais em três classes distintas de consumo alimentar residual. Animais menos eficientes com valores de consumo residual maiores que a média geral + 0,5 vezes o desvio padrão foram classificados como alto consumo residual (alto CAR). Inversamente, animais com valores individuais de CAR inferiores a média geral - 0,5 vezes o desvio padrão, mais eficientes, foram denominados “baixo CAR”. Os animais em que os valores de CAR encontraram-se entre os limites dos animais com baixo e alto CAR foram agrupados como médio consumo residual.

Os dados foram analisados segundo delineamento inteiramente casualizado, através de análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey para comparação das médias quando observada significância. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os procedimentos GLM e REG do software SAS ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a classificação adotada para a obtenção das diferentes classes de consumo alimentar residual (alto, médio e baixo), 29% dos 31 animais avaliados foram classificados como alto CAR (9 animais) e 35,5% (11 animais) como médio e baixo CAR, respectivamente. A distribuição dos diferentes grupos genéticos nas classes de consumo residual é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4- Distribuição dos diferentes grupos genéticos nas classes de consumo alimentar residual

Grupos Genéticos	Consumo Alimentar Residual		
	Alto	Médio	Baixo
	Número de animais		
CRVN	4	4	5
CRAN	2	2	5
RCN	3	5	1

Não foram detectadas diferenças entre os grupos genéticos sobre os parâmetros da equação de predição de consumo de matéria seca dos animais ($P>0,05$), assim uma mesma equação foi desenvolvida e utilizada para todos os animais avaliados.

O modelo utilizado para a predição do consumo de matéria seca incluiu, como fatores de influência sobre o consumo predito, o peso corporal médio metabólico e o ganho médio diário dos animais ao longo do período de avaliação, sendo descrito da seguinte forma, $CMS \text{ predito} = -3,82593 + 0,15438 \times PVM + 1,09531 \times GMD$, $R^2 = 0,7880$; $CV = 5,65$.

O ganho de peso e o peso corporal metabólico foram incluídos na equação de predição de consumo por serem fortemente correlacionados ao consumo de matéria seca (NRC, 2000). Outras variáveis foram testadas para a inclusão no modelo, como a

espessura de gordura subcutânea (EGS) medida na carcaça, entretanto, não foram detectadas contribuições significativas ($P>0,05$) de sua inclusão na equação.

Entre os grupos de consumo residual não houve diferença ($P>0,05$) no peso corporal ao início e final do confinamento. Não houve diferença ($P>0,05$) na eficiência alimentar, entre animais pertencentes a diferentes classes de CAR (Tabela 5) com média de 119 gramas de peso convertido por kg de matéria seca ingerida.

Tabela 5- Médias de mínimos quadrados para características de consumo e desempenho de novilhas de corte terminadas em confinamento em função de seu consumo alimentar residual

Variáveis	Consumo Alimentar Residual			CV	Valor P
	Alto	Médio	Baixo		
Peso corporal inicial, kg	339,13	334,01	339,60	12,10	0,871
Peso corporal final, kg	484,44	480,91	477,40	10,30	0,970
CMS, kg/dia	12,61a	11,72a	11,00b	10,80	0,028
CMS, kg/ % PC	3,06a	2,87b	2,69c	2,80	<.0001
Eficiência alimentar	0,114	0,122	0,121	8,40	0,072

Médias na linha seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Os altos valores observados para CMS, expressos em kg/dia ou em % do PC (Tabela 5) e ganho médio diário (Tabela 6) entre as classes de CAR estão acima dos encontrados na literatura para novilhas de corte (Paulino, 2006, Marcondes, 2008, Chizzotti, 2007).

Tabela 6- Consumo alimentar residual de novilhas de corte e características descritivas das variáveis utilizadas na predição do consumo de matéria seca em diferentes classes de eficiência alimentar

Variáveis	Consumo Alimentar Residual			Valor P
	Alto	Médio	Baixo	
Número de animais	9	11	11	
Consumo residual, kg	0,776a	-0,010b	-0,624c	<0,001
Máximo	1,775	0,310	-0,336	
Mínimo	0,323	-0,312	-0,955	
Desvio-padrão	0,457	0,194	0,191	
Peso médio metabólico, kg ^{0,75}	90,815	90,324	89,651	0,936
Máximo	101,74	102,709	103,668	
Mínimo	80,311	77,601	77,425	
Desvio-padrão	7,67	6,77	7,23	
Ganho médio diário, kg	1,414	1,414	1,386	0,944
Máximo	1,932	1,697	1,682	
Mínimo	0,917	1,255	1,140	
Desvio-padrão	0,343	0,136	0,167	

Médias na linha seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Fatores como sexo, raça e a idade dos animais avaliados poderiam influenciar para a obtenção dos altos valores de consumo de matéria seca e ganho de peso encontrado neste estudo. Porém, as implicações do sexo sobre o CMS são limitadas e inconsistentes em bovinos de corte, já que o seu efeito pode ser confundido com outros fatores, como peso corporal, idade ou composição do ganho de peso. Novilhas com peso corporal inferior a 250 kg parecem possuir maior capacidade de consumo em relação a machos inteiros e castrados (Ingvarsen et al., 1992).

Animais cruzados possuem um maior potencial genético para CMS. Sabe-se que a utilização do cruzamento *three-cross* permite explorar ao máximo a heterose materna e direta, de forma que características de crescimento, como o ganho de peso, que está intimamente associado ao consumo de alimentos, pode ser influenciado pela heterozigose. Este fato pôde ser corroborado por Barbosa (1998), em ampla revisão sobre o assunto, que reportou que bovinos cruzados em relação a raças puras, consomem, em média, 8% a mais matéria seca. Chizzotti (2007) avaliou animais cruzados e também observou elevado consumo de matéria seca (2,5 % PC) para fêmeas recebendo 1,5 % de concentrado com base no peso corporal. O maior desenvolvimento muscular de animais cruzados exige maior consumo de nutrientes (Owens et al., 1995).

Logo, o elevado CMS e desempenho apresentado pelos animais durante o experimento, (Figura 1), são influência de vários fatores associados aos grupos genéticos avaliados.

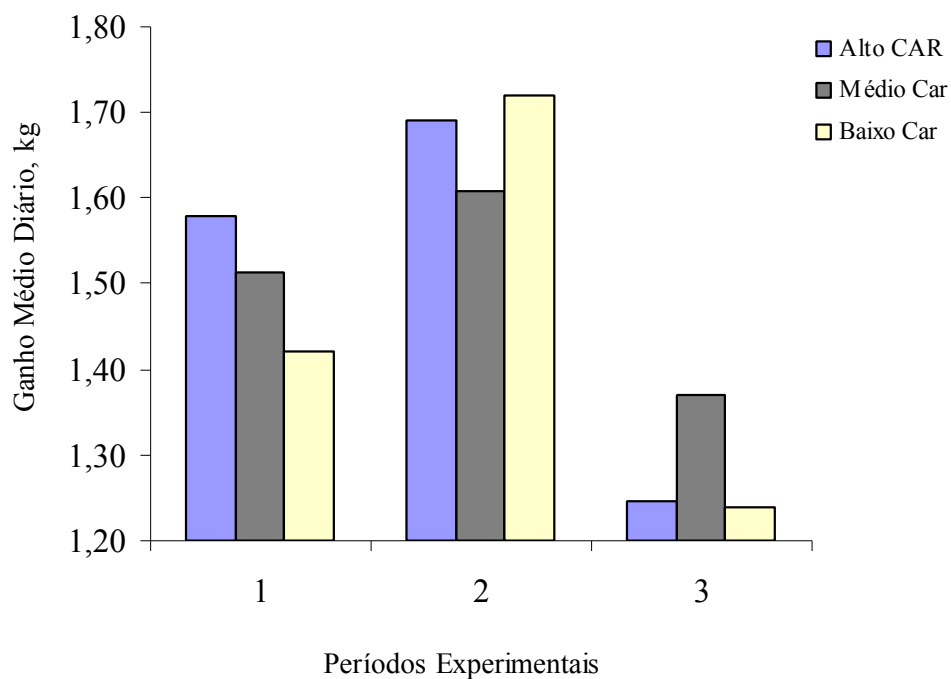


Figura 1- Evolução do ganho médio diário de novilhas de corte terminadas em confinamento em função dos períodos de avaliação.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos da dieta oferecida (Tabela 7), entre as classes de consumo residual.

Os resultados existentes na literatura para a digestibilidade aparente dos nutrientes entre classes de consumo residual são contraditórios. Richardson et al. (1999) atribuíram maior digestibilidade da matéria seca e proteína bruta para novilhos de baixo CAR, justificando ser este fator um dos principais responsáveis pelas variações existentes entre classes de consumo residual. Os dados obtidos neste estudo corroboram com os de Paulino (2006) e Richardson et al. (2004a), que também não encontraram diferenças na digestibilidade aparente dos nutrientes para diferentes classes

de CAR. Parte-se do princípio que a digestibilidade é inerente ao alimento avaliado, assim, os resultados aqui observados entre classes de consumo residual, para digestibilidade aparente, são consistentes, pois os animais classificados entre as classes de CAR receberam a mesma dieta. Russell & Gahr (2000) sugeriram que possíveis diferenças na digestibilidade da dieta, entre classes de CAR seriam devido ao tempo de retenção ruminal e comportamento alimentar individual. Assim, de acordo com esses autores, as associações entre CAR e digestibilidade aparentes dos nutrientes, por se tratar de variações individuais nos animais, poderia indicar que o princípio de mesma digestibilidade para animais recebendo dieta semelhante, não seria totalmente correto. Richardson et al. (2004b) observaram forte correlação negativa entre CAR e digestibilidade da MS (-0,44). Associações fenotípicas e genotípicas entre bovinos com baixo CAR e características indicativas de maior aproveitamento do amido no trato gastrointestinal, também têm sido relatadas na literatura. Channon et al. (2004) sugeriram que animais baixo CAR possam sofrer algum processo distinto que melhore a eficiência de digestão do amido. Nkrumah et al. (2006) também encontraram diferenças na digestibilidade dos nutrientes entre classes de consumo residual, embora as diferenças encontradas por esse autor na digestibilidade aparente dos nutrientes MS e PB foi menor que 5% entre alto e baixo CAR, suficiente, porém, para revelar diferenças ($P < 0,05$) entre as classes de eficiência. Assim, pode-se afirmar que pequenas variações na digestibilidade dos nutrientes proporcionam grandes impactos na eficiência alimentar, podendo ser um fator discriminante entre classes de eficiência.

Tabela 7- Médias de mínimos quadrados para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não-fibrosos (CNF) obtidas no experimento

Variáveis	Consumo Alimentar Residual			CV	Valor P
	Alto	Médio	Baixo		
MS	63,64	63,48	64,88	10,7	0,875
PB	59,26	59,58	61,21	8,1	0,626
EE	72,37	74,16	72,14	10,7	0,809
FDN	53,79	55,37	55,25	8,02	0,687
CNF	78,57	78,20	79,96	6,3	0,692
NDT (%)	71,61	71,59	71,63	8,5	0,676

O comportamento alimentar de bovinos, principalmente o processo de seleção de alimentos no cocho e tempo de alimentação parecem ter grande relação com as classes de eficiência. Herd et al. (2004) em ampla revisão sobre os potenciais mecanismos relacionados ao CAR, reportaram que animais ineficientes (alto CAR), permaneciam 13% mais tempo com a captura e mastigação de alimentos, com maior dispêndio de energia para tal atividade em relação à animais eficientes. Nkrumah et al. (2006) observaram que animais eficientes tiveram um menor número de visitas ao cocho quando comparados à animais alto CAR.

Quanto ao consumo de nutrientes, não foram observadas diferenças entre os grupos de CAR (Tabela 8).

Tabela 8- Médias de mínimos quadrados para o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT,kg/dia) e dos nutrientes (kg/dia), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro corrigida para proteína (CFDNp) e carboidratos não-fibrosos (CCNF) em novilhas de corte em função de seu consumo alimentar residual

Variáveis	Consumo Alimentar Residual			CV	Valor P
	Alto	Médio	Baixo		
CNDT	9,03	8,39	7,88	11,2	0,085
CMO	11,61	10,96	10,28	11,9	0,090
CPB	1,06	1,00	0,94	12,2	0,090
CEE	0,300	0,280	0,260	11,0	0,080
CFDNp	5,45	5,16	4,83	11,9	0,090
CCNF	4,20	3,95	3,72	12,3	0,112

A diferença, em kg de matéria seca, entre o animal mais eficiente (-0,96kg) e o menos eficiente do experimento (1,78kg) foi de 2,73kg/dia, valor este que demonstrou, neste estudo, que os animais eram bastante heterogêneos entre as classes de eficiência. O CAR reflete variações individuais no CMS e quanto mais distintos forem os animais, maiores as diferenças no resíduo. Os valores encontrados na literatura também são bastante variáveis (3,60 kg/dia, Lanna & Almeida 2004; 3,22 kg/dia, Kolath, 2006; 1,26 kg/dia, Paulino, 2006; 4,26 kg/dia, Gomes, 2009). Segundo Paulino (2006), quanto mais homogêneo for o plano nutricional e as condições de criação desde o nascimento até o abate, a amplitude da variação é diminuída.

As características de crescimento, espessura de gordura subcutânea (EGS), espessura de gordura na garupa (EGG) e área de olho de lombo poderiam contribuir, dependendo de sua taxa de evolução e de seu comportamento ao longo do período de avaliação, para explicar possíveis variações no consumo de matéria seca entre os

animais. Na Tabela 9, são apresentadas as equações de regressão ajustadas às características de crescimento para cada classe de CAR em função dos dias de avaliação.

Tabela 9- Equações de regressão ajustadas às características de crescimento (Y), espessura de gordura subcutânea (EGS), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura na garupa (EGG) em função dos dias de avaliação (X), 0, 28, 56 e 84 nas diferentes classes de consumo alimentar residual

Característica de Crescimento	Classe de Consumo Residual	Equações ajustadas	R ² (%)
EGS	Alto	$\hat{Y}=2,1222+0,0357X$	98,81
	Médio	$\hat{Y}=2,2027+0,0367X$	97,30
	Baixo	$\hat{Y}=2,1840+0,0291X$	97,29
	Comum	$\hat{Y}=2,1727+0,0337X$	91,97
AOL	Alto	$\hat{Y}=47,2796+0,1882X$	90,46
	Médio	$\hat{Y}=47,8072+0,1407X$	94,50
	Baixo	$\hat{Y}=48,4787+0,1109X$	97,29
	Comum	$\hat{Y}=47,8923+0,1439X$	97,97
EGG	Alto	$\hat{Y}=3,9576+0,0490X$	98,88
	Médio	$\hat{Y}=4,0842+0,0401X$	97,90
	Baixo	$\hat{Y}=3,7100+0,0387X$	93,72
	Comum	$\hat{Y}=3,9147+0,0422X$	94,61

Os parâmetros das equações de regressão não foram significativos ($P>0,05$) pelo teste de identidade dos modelos de regressão (Regazzi, 1999). Com base no teste aplicado, $H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3$ (as três equações são idênticas) vs. $H_a = \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3$ (as três equações não são idênticas) dentro de cada característica de crescimento, conclui-se que as equações não diferiram entre as classes para as características de crescimento pelo

teste F a 5% de probabilidade. Nesse caso, a equação comum pode ser usada como uma estimativa das três equações envolvidas, para cada variável. Pode-se concluir que independente da classe de eficiência alimentar avaliada, alto, médio e baixo CAR, para as características de crescimento, EGS, AOL e EGG, tem-se o mesmo comportamento.

Os resultados apresentados nesse estudo são contrários aos relatados na literatura, quanto à relação entre classes de CAR e características de crescimento (Basarab, 2003; Perry et al., 2000). Ferrel & Jenkins (1998) sugeriram que possíveis diferenças na eficiência de crescimento estariam associadas às mudanças na composição do ganho de peso corporal, onde distintos acréscimos de proteína e gordura influenciariam a taxa e a eficiência de ganho de peso corporal, devido ao menor conteúdo energético da proteína em relação à gordura.

Perry et al. (2000), em avaliação semelhante ao desse estudo, encontraram relação significativa ($P < 0,05$) entre composição corporal e consumo residual.

Basarab et al. (2003) avaliaram o consumo residual e suas relações com taxa de crescimento e produção de calor e atribuíram menor consumo, produção de calor e retenção energética aos animais mais eficientes (baixo CAR), com maior deposição de gordura e proteína associados a animais com alto consumo residual. Atribuiu-se essas diferenças à maior produção de calor apresentada pelos menos eficientes, relacionada à depressão na metabolizabilidade da dieta a altos níveis de consumo, maiores custos de manutenção, e maiores pesos dos estômagos, intestinos e fígado.

Possíveis diferenças entre classes de CAR e características de crescimento podem estar associadas à maior síntese protéica, em animais ineficientes, naqueles tecidos considerados de maior atividade funcional. O custo do *turnover* protéico no tecido muscular representa 23% da energia total gasta nesse tecido (McDonagh et al., 2001).

DiCostanzo et al. (1990) estimaram que 9,3 vezes mais energia é necessária para manter 1kg de proteína (807,1 KJ/kg) do que manter 1 kg de gordura (86,6 KJ/kg) devido à maior taxa de *turnover* da proteína em relação à gordura, de forma que este pode ser um fator relevante na eficiência de utilização dos nutrientes. A previsão de que a variação no consumo residual poder ser, pelo menos parcialmente, explicada por variações na composição corporal e ser amplamente influenciada por diferenças no metabolismo também é defendida por (Richardson et al., 1999).

No estudo em questão, as classes de eficiência foram semelhantes ($P < 0,05$), quanto às características de crescimento. Outros fatores, relacionados ao metabolismo energético podem explicar as diferenças entre grupos de CAR.

Com relação aos potenciais mecanismos envolvidos na variação do consumo residual, Herd et al. (2004) identificaram cinco grandes processos principais: variação no consumo, digestão e metabolismo dos alimentos (anabolismo e catabolismo associados com variação na composição corporal), atividade física e termorregulação. Richardson et al. (2004), também, mensuraram alguns dos principais mecanismos fisiológicos que contribuem para a variação no consumo residual e concluíram que 10% estariam ligados à diferenças na digestão, produção de calor e atividades físicas, enquanto 27% seriam atribuídos à variações no transporte de íons e 37% da variação total no consumo residual estariam relacionados ao metabolismo dos tecidos (principalmente, fígado e trato gastrintestinal) e *turnover* protéico (combinação de síntese e degradação).

Neste estudo não houve diferença ($P > 0,05$) entre as classes de eficiência para o peso total dos órgãos internos e gordura visceral em relação ao peso de corpo vazio (PCVZ), Tabela 9.

Tabela 11- Peso do corpo vazio (PCVZ) inicial, peso do corpo vazio (PCVZ) final, ganho de peso no corpo vazio (GPCVZ), relação peso de corpo vazio e peso corporal (PCVZ/PC), gordura visceral, % do PCVZ, órgãos e vísceras, % PCVZ em novilhas de corte em função de seu consumo alimentar residual

Variáveis	Consumo Alimentar Residual			Valor P
	Alto	Médio	Baixo	
PCVZ inicial	295	287	285	0,810
PCVZ final	418	413	415	0,950
GPCVZ, kg	1,23	1,22	1,20	0,940
PCVZ/PC	0,872	0,863	0,874	0,750
GPCVZ/GPC	0,869	0,862	0,865	0,750
Gordura visceral, % PCVZ	6,99	6,87	6,69	0,850
Acréscimo de gordura visceral no corpo vazio, g/dia	0,07	0,06	0,06	0,600
Órgãos + Vísceras, % PCVZ	20,56	20,38	20,00	0,740

No entanto ao avaliar somente a porção do TGI, animais baixo CAR apresentaram um TGI 6% menor, em relação ao PCVZ, que animais de alto CAR ($P < 0,05$) sugerindo que as diferenças na eficiência alimentar podem ser decorrentes do gasto energético neste complexo. Não foi detectada diferença no peso do fígado ($P > 0,05$), em relação ao peso do corpo vazio, entre as classes de eficiência. As médias mensuradas para alto e baixo CAR foram, respectivamente, 1,41% e 1,36%. As vísceras e os órgãos internos (coração, rim, trato digestivo e fígado) consomem 55% do total de energia usada em ruminantes, porém tais componentes representam 6%-7% do peso do corpo vazio, em contraste o tecido muscular representa mais de 40% massa corporal vazia e representa um gasto energético, em média de 21% do uso total de energia (Ferrel, 1998). Nesse sentido, a eficiência na utilização dos nutrientes pode estar relacionada a maiores custos de manutenção e a associação com maiores consumos dos alimentos e peso dos órgãos

viscerais. Sugere-se que os principais processos metabólicos que afetam o uso de energia (consumo de oxigênio) no TGI e fígado são: transporte de íons (principalmente Na^+ , K^+ ATPase; para manutenção do potencial de membrana das células) e *turnover* protéico (combinação de síntese e degradação), os dois em conjunto correspondem a 50% do total da energia utilizada (Basarab et al., 2004).

A relação entre síntese de proteína e degradação faz do acréscimo de proteína um processo muito caro energeticamente. A síntese protéica dentro do fígado e TGI representam aproximadamente 20% da energia gasta em cada tecido. Outros processos metabólicos dentro do TGI, altamente demandantes de energia, incluem reações metabólicas, secreção de enzimas digestivas e absorção.

No fígado, Na^+ , K^+ ATPase, síntese protéica, síntese de uréia e ciclagem de substratos representam os maiores componentes com gasto de energia nesse tecido. Os principais sistemas que contribuem para o uso de energia são a ciclagem de determinados substratos, incluindo, glicose a glicose 6-fosfato, glicogênio à glicose 6-fosfato, frutose 6-fosfato à frutose 1,6-bifosfato, fosfoenol piruvato à piruvato à oxaloacetato e acetato à acetilcoA (Basarab et al., 2004).

CONCLUSÕES

Animais com baixo CAR consomem menos, do que animais com alto CAR sem prejuízos no desempenho e características de carcaça.

A digestibilidade dos nutrientes, constituindo elemento discriminante entre classes de eficiência, não difere entre animais de diferentes classes de consumo alimentar residual.

As características de crescimento, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo e espessura de gordura na garupa, quando avaliadas ao longo do tempo, não são diferentes entre grupos de consumo residual.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, R. **Consumo alimentar de bovinos em crescimento**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2005. 182p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo, 2005.
- ARCHER, J.A.; PARNELL, P.F.; PITCHFORD, W.S. Measurement of efficiency of feed utilization in beef cattle. In: THE ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 9., 1994, Queenstown, New Zealand. **Proceedings...** Queesntown: Association for Advancement of Animal Breeding and Genetics, 1994, v.20, p.74-77.
- BARBOSA, P.F. Cruzamentos industriais e a produção de novilhos precoces, In: **Simpósio sobre produção intensiva de gado de corte**. CYRINO, J.E.P; MENTEN, J.F.M.; LANNA, D.D.P. et al. Eds. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. p.100-114.1998.
- BAKER, S. D.; SZASZ, J. I.; KLEIN, T. A.; KUBER, P. S. et al. Residual feed intake of purebred Angus steers: Effects on meat quality and palatability. **Journal of Animal Science**, v.84, p.938-945, 2006.
- BASARAB, J.A.; OKINE, E. K.; MOORE, S. S. Residual feed intake: Animal performance, carcass quality and body composition. **Proceeding...** Queensville: Florida Ruminant Nutrition Symposium, 2004.
- BASARAB, J.A.; PRICE, M.A.; AALHUS, J.L.; OKINE, E.K. et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, p.189-204, 2003.
- CHANNON, A.F.; ROWE, J.B.; HERD, R.M. Genetic variation in starch digestion in feedlot cattle and its association with residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.44, p.469-474, 2004.
- CARSTENS, G. E.; JOHNSON D. E.; ELLENBERGER, M. A.J.; et al. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. **Journal of Animal Science**. V.69, p.3251, 1991.
- CASALI, A. O; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de

- incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 37, p. 335-342, 2008
- COCHRAN, R.C.; ADAM, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- CHIZZOTTI, M.L. **Exigências nutricionais de bovinos Nelore, puros e cruzados, de diferentes classes sexuais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 101p. Tese (Doutorado em Zootecnia-Nutrição e Produção de Ruminantes)/ Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- DiCOSTANZO, A., MEISKE, J. C., PETERS, S.D. et al. Within- herd variation in energy utilization for maintenance and gain in beef cows. **Journal of Animal Science**. v.68, p-2156-2165, 1990.
- FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.637-646,1998.
- GOMES, R.C. **Metabolismo protéico, composição corporal, características de carcaça e qualidade de carne de novilhos Nelore (Bos indicus) em função de seu consumo alimentar residual**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos-USP, 2009. 93p. Tese (Doutorado em Zootecnia)/Universidade de São Paulo, 2009.
- HALL, M. B. 2000. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. Bulletin 339:A-25. Univ. Florida, Gainesville.
- HEGARTY, R.S; GOOPY, J.P.; HERD, R.M.; McCORKELL, B. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. **Journal of Animal Science**, v.85, p.1479-1486, 2007.
- HENRICKS, D. M., T. C. JENKINS; WARD, J. R.; et al. Endocrine responses and body composition changes during feed restriction and realimentation in young bulls. **Journal of Animal Science**. v.72, 2289, 1994.

- HERD, R.M.; ODDY, V.H.; RICHARDSON, E. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle 1.Review of potential mechanisms. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.44, p.423-430, 2004.
- INGVARTSEN, K.L.; ANDERSEN, H.R.; FOLDAGER, J. Effect of sex and pregnancy on intake capacity of growing cattle. **Acta Agric. Scand**, (sect.A) 42:40-46.1992.
- KOCH, R.M. ; SWIGER, L.A. ; CHAMBERS, D. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**. V.22, p.486-494, 1963.
- KOLATH, W.H.; KERLEY, M.S.; GOLDEN, J.W. The relationship between mitochondrial function and residual feed intake in Angus steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.84, p.861-865, 2006.
- LANNA, D.P.D.; ALMEIDA, R. Exigências nutricionais e melhoramento genético para eficiência alimentar: experiências e lições para um projeto nacional. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Palestra...** Campo Grande, SBZ, 2004, p.248-259.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MARCONDES, M. I. ; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E. ; PAULINO, M. F.; DINIZ, L. L.; SANTOS, T. R.. Consumo e desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 37, p. 2243-2250, 2008.
- MCDONAUGH, B. M.; HERD, R.M.; RICHARDSON, E.C.; ODDY V.H. et al. Meat quality and calpain system of feedlot steers following a single generation of divergent selection for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.1013-1021, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7ed.Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- NKRUMAH, J.D. et al. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.84, p.145-153, 2006.
- OWENS, F.N.; GILL, D.R.; SECRIST, D. S.A. 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. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 183p. Tese (Doutorado em Zootecnia-Nutrição e Produção de Ruminantes)/ Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- PERRY, D.; BALL, A.J.; THOMPSON, J.M.; ODDY, V.H. The relationship between residual feed intake and body components in animals selected for divergent growth rate. In: THE ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 12., 2000, Queenstown, New Zealand. **Proceedings...** Queesntown: Association for Advancement of Animal Breeding and Genetic, 2000, v.12, p.234-237, 2000.
- REGAZZI, A.J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de parâmetros no caso de dados de delineamentos experimentais. **Revista Ceres**, v.46, n.266, p.383-409, 1999.
- RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 2-Synthesis of results following divergent selection. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.431-440, 2004a.
- RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Metabolic differences in Angus steers divergently selected for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.441-452, 2004b.
- RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ODDY, V.H.; THOMPSON, J.M. et al. Body composition and implications for heat production of Angus steers progeny of

- parents selected for and against residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.1065-1072, 2001.
- RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ODDY, V.H.; WOODGATE, R.T. et al. Body composition explains only parts of the intake difference between high and low efficiency Angus steers. **Recent Advances in Animal Nutrition in Australia**. v.12, p.4A, 1999.
- RUSSELL, R. W.; GAHR, S. A.; Glucose availability and associated metabolism. **Farm Animal Metabolism and Nutrition**. p.21–147, 2 000.
- SHERMAN, E. L.; NKRUHMAH, J. D.; LI, C.; et al. Fine mapping quantitative trait loci for feed intake and feed efficiency in beef cattle. **Journal of Animal Science**. v. 87, p.37-45, 2009.
- SILVA, L.D.F.; EZEQUIEL, J.M.B.; AZEVEDO, P.S. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.3, p.1258-1268, 2002.
- SILVA D.J., QUEIROZ A.C. 2002. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa. 165p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, suppl. (10), p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. ROBERTSON, J.B. System of analysis for evaluation fibrous feeds: In: PIGDEN, W.J., BALCH, C.C., GRANHAM, M. (Eds.) **Standardization of Analytical Methodology for feeds**. 1ed., Ottawa: International Development Research Centre. 1980. P.49.
- YAMBAYAMBA, E. S.; PRICE M. A. Growth performance and carcass composition in beef heifers undergoing catch-up (compensatory) growth. **Canadian Journal of Animal Science**. V.71, p.1021, 1991.
- YAMBAYAMBA, E.S.; PRICE, M.A.; FOXCROFT, G.R. Hormonal status, metabolic changes, and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth. **Journal of Animal Science**. v.74, p.57-69, 1996.

CAPÍTULO 2

Rendimento de cortes comerciais, características de carcaça e qualidade da carne de novilhas de corte em função de seu consumo alimentar residual

RESUMO – O consumo alimentar residual (CAR) vem sendo amplamente estudado por ser independente de características de crescimento dos animais. No entanto, as associações entre as classes de CAR e atributos qualitativos da carne são pouco elucidadas. Portanto, foram avaliadas, quanto ao rendimento de cortes comerciais, às características de carcaça e à qualidade da carne, 31 novilhas de corte *three-cross* de 3 grupos genéticos, CRANN: ½ Caracu ¼ Angus ¼ Nelore (n=9), CRVN: ½ Caracu ¼ Valdostana ¼ Nelore (n=13) e RCN: ½ Red Angus ¼ Caracu ¼ Nelore (n=9).

A idade média inicial era de 22 meses e peso vivo médio inicial de 342 kg; 311 kg; 352 kg para os grupos genéticos CRANN, CRVN e RCN, respectivamente. Os animais permaneceram em média 102 dias em confinamento, recebendo dieta à vontade, com relação volumoso:concentrado igual a 40:60 e foram divididos em três classes de eficiência alimentar (alto, médio, baixo CAR) de acordo com seu consumo residual. O CAR foi obtido pela diferença entre o consumo de matéria seca observado (kg/dia) e o consumo estimado através de um equação de regressão entre o peso vivo médio metabólico e o ganho médio diário (Kg/dia) dos animais. Não houve diferença ($P>0,05$) entre as classes de CAR para características subjetivas e objetivas avaliadas na carcaça. Diferenças em características qualitativas da carne, também não foram identificadas entre classes de eficiência ($P>0,05$). A seleção pelo CAR pode ser uma alternativa para identificar animais eficientes na conversão dos nutrientes em carne, já que animais eficientes produzem carne de semelhante qualidade a de animais eficientes com menor ingestão de matéria seca.

Palavra-chave: Bovinos, coloração, consumo alimentar residual, Longissimus dorsi, painel sensorial

**Efficiency of commercial cuts, carcasses traits and meat quality of beef heifers
from different residual feed intake groups**

Abstract- The associations between residual feed intake (RFI), quality attributes of meat and carcass traits were measured in 31 heifers three-cross, with initial BW of 330 ± 14 kg, with initial age of 22 ± 4 months, finished in feedlot. The individual intake was obtained during a period of 84 days, the roughage: concentrate ratio of the diet was 40:60 (ME = 2.73 Mcal / kg DM, CP = 11.90% DM) was provided with ad libitum intake. After 84 days of feedlot, proceeded the slaughter of all animals and subsequent qualitative evaluation of carcass and *Longissimus dorsi* (LD) muscle. The RFI was calculated as the difference between the dry matter intake observed (kg / day), and estimated by a regression equation between the metabolic live weight and daily gain (kg / day) animals. The animals were divided into three classes of feed efficiency according to its RFI: High (> 0.5 SD above the mean, $n = 9$), medium (mid; ± 0.5 SD from the mean, $n = 11$), and low (< 0.5 SD below the mean, $n = 11$). Animals high CAR consumed 4.56% more dry matter / day for animals low CAR ($P < 0.05$). The CAR groups were similar ($P > 0.05$) on the final body weight (kg) = 478.03; fat thickness (mm) = 6.15, and area of loin eye (cm²) = 67.46. No differences were found ($P > 0.05$) for the qualitative characteristics of the LD: color (tracks: L = 40.47 a* = 24.74 b* = 16.13) shear force (kg) = 5.30. Notes attributed by judges trained in sensory evaluation, on a scale from 1 (low meat quality standard) and 9 (beef and high quality standard), did not identify possible differences ($P > 0.05$) between classes of efficiency for the palatability (5.67), texture (6.13) and juiciness (5.41) of the LD. The chemical composition of LD muscle (% EE = 4.28; %CP = 18.3; Humidity: 76,24%) and physical composition of the carcass (%muscle = 60.80, % fat = 24.82; % bones = 14.37)

did not differ between groups of RFI. The commercial cuts, evaluated as % of carcass, were similar between the RFI groups. Animals efficient (low CAR) produce meat quality characteristics similar to animals inefficient (high CAR), but with less dry matter intake (kg).

Keywords: beef cattle, color, *longissimus dorsi*, net feed intake, three-cross

INTRODUÇÃO

Em confinamentos de bovinos de corte, várias tecnologias têm sido desenvolvidas para aumentar a rentabilidade da atividade e reduzir custos com alimentação, uma vez que este representa a maior parcela de gastos no empreendimento.

A seleção de genótipos que possuem maior capacidade de conversão dos nutrientes em carne, associado às melhores características qualitativas do produto final vem sendo amplamente discutida.

Algumas medidas para avaliar a eficiência energética de tais animais como a eficiência parcial de crescimento (Kellner, 1909), taxa Kleiber (Kleiber, 1947), conversão alimentar (Brody, 1945), consumo alimentar residual (Koch, 1963) e taxa de crescimento relativo (Fitzbugh & Taylor, 1971) são constantemente avaliadas.

Dentre as medidas acima citadas, o consumo alimentar residual (CAR) é promissor, pois é independente de características de crescimento do animal. Porém, há escassez de resultados que quantifiquem as relações entre o consumo alimentar residual e o produto final como desejável ao mercado, sendo esta a principal implicação de sua utilização. Quando aplicado, o CAR favorece a seleção de animais com menores taxas metabólicas basais (Basarab, 2003), porém que apresentam o mesmo desempenho de animais que consomem mais alimentos para o mesmo nível de produção. Foi definido por Koch (1963), como a diferença entre o consumo de matéria seca observado (kg) e o consumo estimado (kg). O consumo estimado é geralmente obtido por intermédio de uma equação de regressão entre o peso vivo médio metabólico e o ganho médio diário dos animais no período de avaliação. Porém outros fatores, que possam influenciar no consumo de matéria seca, podem ser incluídos para a geração do modelo de predição de consumo.

São considerados eficientes aqueles que possuem um CAR negativo, pois ingeririam menos alimento do que o estimado pelo seu modelo para o mesmo ganho de peso. Tem se mostrado que animais eficientes (baixo CAR) teriam menor *turnover* protéico, produzindo um produto final de baixa qualidade, devido à menor degradação protéica que estaria diretamente relacionada a uma menor proteólise *post mortem* (Sainz et al., 2004). A menor reciclagem protéica parece estar associada à sua maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes. No entanto, tal processo, parece resultar em carne mais dura (Sainz et al., 2004), já que teoricamente esses animais apresentam maior síntese em relação à degradação de proteínas. Os resultados na literatura são contraditórios quanto a isso e ao impacto sobre a qualidade da carne de animais baixo com CAR.

Além de uma carne mais dura, há a hipótese de que animais identificados como mais eficientes, serem mais tardios em termos de deposição de gordura na carcaça, uma vez que há diferenças biológicas claras na eficiência de deposição de músculo e das gorduras corporais.

Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a relação de diferentes classes de consumo alimentar residual: alto, médio e baixo CAR com atributos qualitativos da carne, características de carcaça e rendimento de cortes comerciais em bovinos de corte terminados em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte em Campo Grande-MS, entre setembro de 2008 a janeiro de 2009. Foram avaliadas 31 novilhas de corte *three-cross* compostas por três grupos genéticos diferentes, CRANN: $\frac{1}{2}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Nelore (n=9), CRVN: $\frac{1}{2}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Valdostana $\frac{1}{4}$ Nelore (n=13) e RCN: $\frac{1}{2}$ Red Angus $\frac{1}{4}$ Caracu $\frac{1}{4}$ Nelore (n=9).

Todos os procedimentos relacionados ao manejo inicial dos animais, adaptação as baias experimentais e às dietas foram semelhantes aos descritos no capítulo 1.

A idade média inicial dos animais foi de 22 meses e peso vivo médio de 342 ± 14 kg; 311 ± 16 kg; 352 ± 14 kg para os grupos genéticos CRANN, CRVN e RCN, respectivamente.

A dieta apresentou relação volumoso:concentrado igual a 40:60, fixada ao longo de todo o experimento, em base de matéria seca (MS). Os volumosos utilizados foram silagem de sorgo, durante os dois primeiros períodos experimentais e silagem de sorgo e capim massai, utilizado no terceiro período experimental. O concentrado, em base de matéria seca, era composto por milho moído (54,00%), farelo de soja (3,34%), casca de soja (40,33%), uréia (1,33%) e mistura mineral para animais em terminação (1,00%). Os animais foram arraçoados duas vezes ao dia (8h00 e 14h00). A quantidade de alimento oferecida foi ajustada diariamente, a partir do consumo observado no dia anterior para manter as sobras em torno de 10% do fornecido, caracterizando consumo *ad libitum*.

Amostras do volumoso foram coletadas semanalmente e as sobras pesadas e amostradas diariamente por animal. Amostras compostas semanais de sobras e do volumoso foram levadas a estufa de ventilação forçada (55°C por 72 horas) e, em seguida, moídas em moinho de facas com peneira de malha de 1 mm. Depois de

moídas, as amostras de sobras de cada animal, foram proporcionalmente pesadas e homogeneizadas, compondo uma amostra composta por cada período de 28 dias seguindo, assim, para análises laboratoriais subseqüentes. Os ingredientes do concentrado foram amostrados uma vez em cada período experimental, sendo armazenados em freezer para posteriores análises laboratoriais.

Nas amostras de alimentos e sobras foram analisados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio (N) total e extrato etéreo (EE) segundo Silva & Queiroz (2002). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido a partir do produto do N total pelo fator 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foram obtidos de acordo com os protocolos descritos por Van Soest et al. (1991) e Licitra et al. (1996), respectivamente. A fibra em detergente ácido e lignina em ácido sulfúrico 72% foram obtidas segundo Van Soest & Robertson (1980). Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall (2000), sendo $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDNp + \%EE + \%cinzas]$, sendo FDNp o teor de fibra em detergente neutro corrigido para proteína, não havendo correção para cinzas.

A densidade energética, expressa em nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculada por: $NDT = \%PB_{\text{digestível}} + \%FDN_{\text{digestível}} + \%CNF_{\text{digestível}} + 2,25*\%EE_{\text{digestível}}$. A energia digestível (ED) da dieta foi obtida a partir dos nutrientes digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos, conforme descrito pelo NRC (2001), $ED: (Mcal/kg \text{ MS}) = 5,6*PBD + 9,4*EED + 4,2*FDND + 4,2*CNFD$. Considerou-se a energia metabolizável (EM) como 82% da ED (NRC, 2000). As composições químicas das silagens e dos ingredientes da dieta e do concentrado e da dieta total são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 – Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para proteína (FDNp), carboidratos não-fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED), energia metabolizável obtidos para o concentrado e a dieta experimental, com base na matéria seca

Itens	Concentrado	Dieta
MS (%)	88,43	64,89
MO ¹	94,85	94,39
PB ¹	15,18	11,90
EE ¹	2,77	2,76
FDNp ¹	31,74	43,78
CNF ¹	48,89	39,30
NDT ¹	-	71,65
ED (Mcal/kg MS)	-	3,33
EM (Mcal/kg MS)	-	2,73

1-% da MS.

O experimento teve duração de 84 dias, dividido em três sub-períodos de 28 dias, sendo este o intervalo em que se realizava a pesagem dos animais. Considerou-se um tempo de 20 horas para o jejum de sólidos totais durante a realização das pesagem inicial e final, devido às condições experimentais locais relacionados ao manejo. Após os 84 dias, os animais foram abatidos conforme o grau de acabamento da carcaça em espessura de gordura subcutânea, medido com ajuda de unidade ultrassonográfica (modelo Aloka 500, *probe* de carcaça linear com 17,2 cm e frequência de 3,5 Mhz). O abate dos animais ocorreu de forma escalonada, para evitar possíveis efeitos de grupo genético sobre as características de carcaça, em cada abate sempre havia a presença de animais dos três grupos genéticos avaliados, sendo estes os de maior grau de acabamento da carcaça em gordura subcutânea. Após o abate dos animais, as carcaças foram divididas em duas meias carcaças, pesadas e resfriadas a 0°C por aproximadamente 18 horas.

Decorrido o tempo de resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas e uma avaliação subjetiva, utilizando metodologia proposta por Müller (1987), foi realizada através de avaliadores treinados. As características estudadas foram: conformação, maturidade fisiológica, textura, marmoreio e distribuição. Na conformação, avaliou-se o desenvolvimento das massas musculares, procurando-se abstrair do julgamento a gordura subcutânea. A maturidade fisiológica foi avaliada conforme o grau de ossificação das cartilagens existentes nos processos espinhosos das vértebras torácicas, lombares e as cartilagens que separam as vértebras sacrais. Atribuiu-se valores para a cor, conforme a intensidade da mesma, e para a textura, conforme o agrupamento das fibras musculares e conseqüente grau de desenvolvimento do tecido conjuntivo, além do uso da visão, para a textura utilizou-se o tato. O marmoreio foi avaliado utilizando-se pontuações conforme o grau de deposição da gordura intramuscular.

Na altura da 12^a costela, na carcaça esquerda, foram medidas a espessura de gordura subcutânea (EGS) e área de olho de lombo (AOL). Para a avaliação da coloração do músculo *Longissimus dorsi* (LD) obteve-se as faixas L*, a*, b*, conforme o sistema CIELAB (Figura 1). O máximo valor de L* (luminosidade) é 100, e representa uma perfeita reflexão difusa, enquanto que o valor mínimo é zero e constitui o preto. Os eixos a* e b* não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a* varia do vermelho (+a*) ao verde (-a*), e a coordenada b* do amarelo (+b*) ao azul (-b*), (Hunterlab, 1996).



Figura 1- Espaço de cor CIELAB, sistema de cores Hunter

O comprimento de carcaça foi medido na carcaça direita. Uma amostra do músculo LD, referente à 12^a e 13^a costelas, da carcaça esquerda, foi retirada e congelada para posteriores análises de qualidade de carne e composição química. Para determinação da composição física da carcaça retirou-se a seção entre a 9^a e 11^a costelas, seguindo metodologia de Hankins e Howe (1946).

A carcaça direita foi separada e dividida em quarto traseiro, ponta de agulha, e nos cortes: filé, contra-filé, capa de filé, coxão-mole, capa de coxão, coxão-duro, lagarto, patinho, alcatra, picanha, maminha, e recortes. Dos cortes obtidos retirou-se a porção superficial de gordura, compondo uma amostra de sebo. Os ossos referentes à dissecação também foram pesados.

O rendimento dos cortes comerciais e dos componentes retirados foi avaliado de forma relativa com base em sua proporção no peso total da carcaça.

Na porção do músculo LD destinado as análises qualitativas, foram retirados três bifês de 2,54 cm para análise de maciez, os quais foram pesados para obtenção das perdas por descongelamento e cocção. Na análise de maciez, avaliou-se a força de cisalhamento (kg) seguindo metodologia descrita por Wheeler (2001).

Para a composição centesimal, foram quantificados os teores de proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e umidade em uma porção do músculo LD, conforme Silva & Queiroz (2002).

A análise sensorial da carne foi realizada por avaliadores treinados, consumidores regulares de carne bovina (acima de 3 vezes/semana), onde avaliou-se a maciez, suculência e palatabilidade da carne. Na análise, os bifes descongelados foram assados em forno pré-aquecido a 170°C permanecendo até a temperatura interna do mesmo atingir 71°C, sendo servidos sem nenhum processo de salga. A partir da carne assada, amostras cortadas paralelamente às fibras musculares em cubos, foram obtidas e servidas a cada provador. Após o processo de degustação, notas foram emitidas para cada amostra, seguindo classificação descrita por Müller (1987). A escala de pontos para maciez, palatabilidade e sabor variou de 1 a 9; sendo, 1=carne extremamente dura, extremamente seca e sabor extremamente desagradável; 2= muito dura, muito seca e sabor muito desagradável; 3= dura, seca e sabor desagradável; 4= ligeiramente dura, ligeiramente seca e sabor levemente desagradável; 5= maciez média, palatabilidade média e sem sabor, 6= maciez acima da média, palatabilidade acima da média e ligeiramente saborosa; 7= carne macia, suculenta e saborosa; 8= carne muito macia, muito suculenta e muito saborosa; 9= carne extremamente macia, extremamente suculenta e extremamente saborosa.

O consumo alimentar residual (CAR, kg/dia) de matéria seca foi calculado como a diferença entre o consumo médio de matéria seca (CMS, kg/dia), mensurado ao longo do experimento e o consumo estimado, segundo equação de regressão com o seguinte modelo:

$$\text{CMS} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{PVM} + \beta_2 \times \text{GMD} + e,$$

em que o resíduo e representa o consumo residual; PVM, o peso vivo médio metabólico ($\text{kg}^{0,75}$); e GMD, o ganho médio diário (kg/dia).

Para avaliação de possíveis diferenças nas variáveis avaliadas entre os animais considerados mais (baixo consumo residual) ou menos (alto consumo residual) eficientes, procedeu-se a divisão dos animais em três classes distintas de consumo alimentar residual. Animais com valores de consumo residual maiores que a média geral + 0,5 vezes o desvio padrão foram classificados como alto consumo residual (ineficientes). Inversamente, animais com valores individuais de CAR inferiores a média geral - 0,5 vezes o desvio padrão foram considerados mais eficientes (baixo CAR). Os animais em que os valores de CAR encontraram-se entre os limites dos animais com baixo e alto CAR foram agrupados como médio consumo residual.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, através de análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey para comparação das médias, quando observada significância. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do software SAS, ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi detectado que o grupo genético não exerceu efeito sobre nenhum dos parâmetros da equação de predição do consumo de matéria seca, dessa forma, a variável foi desconsiderada na estimativa do mesmo e uma equação foi utilizada para todos os animais. A equação foi ajustada utilizando-se o programa estatístico SAS, sendo descrita como: $CMS \text{ predito} = -3,82593 + 0,15438 \times PVM + 1,09531 \times GMD$, $R^2 = 0,7880$; $CV = 5,65$. A distribuição dos diferentes grupos genéticos nas classes de consumo alimentar residual encontra na Tabela 2.

Tabela 2-. Distribuição dos diferentes grupos genéticos nas classes de consumo alimentar residual

Grupos Genéticos	Consumo Alimentar Residual		
	Alto	Médio	Baixo
	Número de animais		
CRVN	4	4	5
CRAN	2	2	5
RCN	3	5	1

Entre as classes de consumo residual, não houve diferença ($P > 0,05$) para o peso de carcaça quente, peso de carcaça fria, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo e rendimento de carcaça, Tabela 3. A quebra ao resfriamento, calculada pela relação entre o peso da carcaça fria e quente, registrada antes e após o processo de refrigeração, foi maior ($P < 0,05$) para animais de médio CAR. Os principais fatores que influenciam a perda de líquido na carcaça são a conformação e espessura de gordura subcutânea presente na mesma, uma vez que a protege contra a quebra pelo frio. Como o processamento das carcaças foi feito de forma idêntica e em condições bem controladas, pode-se atribuir essa diferença a fatores externos para as diferenças

encontradas entre as classes de eficiência, já que os animais apresentaram valores muito similares para todas as variáveis de carcaça. Além disso, trata-se de um valor usualmente baixo e com baixa variabilidade, o que predispõe a ocorrência de valores significativos.

Tabela 3- Média de mínimos quadrados para as características de carcaça de novilhas de corte em função de seu consumo alimentar residual

Variáveis	Consumo Alimentar Residual			CV	Valor P
	Alto	Médio	Baixo		
Peso corporal inicial, kg	338,00	331,90	328,54	12,2	0,874
Peso corporal de abate, kg	479,55	479,54	475,00	10,3	0,970
Peso de carcaça quente, kg	261,44	260,58	259,09	10,0	0,979
Peso de carcaça fria, kg	259,34	257,55	256,59	10,1	0,972
EGS, mm	6,26	6,45	5,74	13,22	0,778
AOL, cm ²	68,11	65,26	69,02		0,702
Comprimento de carcaça, cm	128,59	127,36	129,71	4,981	0,548
Quebra ao resfriamento, %	0,80b	1,28a	0,97b	0,217	<0,001
Rendimento de carcaça, %	54,50	54,48	54,53	2,04	0,998

Médias na linha seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

As classes de consumo alimentar residual apresentaram-se semelhantes, para as características subjetivas das carcaças, Tabela 4.

Tabela 4- Avaliação subjetiva da carcaça de novilhas de corte em função de seu consumo alimentar residual

Variáveis	Consumo Alimentar Residual			Desvio Padrão	Valor P
	Alto	Médio	Baixo		
Conformação	9,00	9,54	9,27	4,14	0,957
Maturidade fisiológica	13,77	14,09	14,18	0,60	0,315
Textura e Cor	4,50	4,40	4,54	0,30	0,557
Marmoreio	8,11	7,81	7,45	2,93	0,882
Distribuição	2,61	2,59	2,50	0,28	0,645

Para a avaliação subjetiva também não foram detectadas diferenças ($P>0,05$) entre as classes de consumo residual. As notas médias atribuídas para a conformação de 9,27, e para a maturidade fisiológica de 14,01, são consistentes com animais criados nos sistemas de produção de carne no Brasil. Com relação à conformação, os animais apresentaram uma carcaça retilínea, típica dos animais abatidos no Brasil, tendendo a subconvexa, provavelmente devido aos cruzamentos avaliados. Para a maturidade fisiológica, as carcaças se enquadraram na escala A, da classificação de Müller (1987), que avalia o estágio de ossificação das cartilagens. Nessa escala, considerou-se haver apenas a presença de cartilagem, sem o aparecimento de nenhum processo de ossificação entre as vértebras sacrais ou nos processos espinhosos das mesmas. Assim, determinou-se que os animais em estudo apresentaram menos de 2,5 anos, o que pode ser comprovado, pois os animais foram oriundos de um mesmo grupo contemporâneo. Logo, a medida adotada para a maturidade fisiológica foi eficaz para avaliar a idade dos animais.

A avaliação da textura e cor da carne utilizando o tato e notas de escore também foi semelhante entre classes de CAR, com média de 4,48. Nessa avaliação, quanto

maior a nota atribuída, mais vermelha e macia é a carne, numa escala que varia de 1 a 5. Assim, nesse estudo a avaliação subjetiva do músculo para textura e cor indicou um alto padrão de qualidade para todas as classes, com a coloração classificada como vermelho à vermelho vivo e a textura como fina à muito fina. A medida de textura é altamente influenciada pelo avaliador, pois este se utiliza das suas percepções dos sentidos de tato e visão para a aplicação da nota. Assim, possíveis variações nas notas poderiam ser decorrentes da avaliação. Portanto, o fato de não serem observadas diferenças ($P>0,05$) fica, também por essa avaliação, bem evidenciado como as carcaças apresentavam o padrão qualitativo para tais variáveis semelhante.

A avaliação do marmoreio e da distribuição de gordura na carcaça, foi semelhante ($P>0,05$) entre animais de diferentes classes. A média obtida na nota de marmoreio, 7,79, indicou haver de pequena à média quantidade de marmoreio, porém visível. As notas de distribuição indicaram que as carcaças possuíam acabamento médio a alto.

Devido à escassez de resultados entre classes de eficiência e avaliações subjetivas da carcaça, mais trabalhos devem visar este tipo de avaliação, uma vez que esta pode constituir uma ferramenta interessante em sistemas de produção que praticam a seleção pelo CAR, por ser um método rápido e barato de avaliação.

As classes de consumo residual foram semelhantes ($P>0,05$), quanto à maciez do músculo LD, avaliada pela força de cisalhamento (kg) (Tabela 5).

Tabela 5- Média, coeficientes de variação e probabilidades para maciez, suculência e sabor da carne de novilhas de corte em função de seu consumo residual

Variáveis	Consumo Alimentar Residual			CV (%)	Valor P
	Alto	Médio	Baixo		
Suculência ¹	5,63	5,58	5,07	15,77	0,270
Palatabilidade ²	5,59	5,74	5,65	11,18	0,860
Maciez (painel) ³	6,52	6,18	5,76	15,81	0,220
Maciez (força de cisalhamento ⁴ , kg)	5,19	5,27	5,45	20,06	0,850

¹de 1 = extremamente seca a 9 = extremamente suculenta

²de 1 = sabor extremamente desagradável a 9 = extremamente saborosa

³de 1 = extremamente dura a 9 = extremamente macia – avaliada pelo painel sensorial

⁴Avaliada pelo aparelho Warner Braztler – quanto menor o valor, mais macia é a carne

Estudos objetivando avaliar a maciez da carne e sua relação com classes de CAR, também mostraram resultados semelhantes (Baker et al., 2006; Gomes et al., 2009). A maciez da carne é um fator importantíssimo para o consumidor, seguida da suculência, sendo a característica mais importante para a aquisição da carne pelo consumidor (Felicio, 1998). Neste estudo, animais com baixo CAR produziram carne de maciez semelhante aos animais de outras classes de eficiência. No entanto alguns autores (Basarab, 2003; Basarab, 2004) sugerem que alterações na maciez da carne podem ser detectadas após algumas gerações de seleção para CAR. As alterações na maciez estariam relacionadas, principalmente à atividade do sistema proteolítico enzimático das calpaínas que parece ser o mecanismo mais influente sobre a maciez da carne (Koochmaraie, 1994; Taylor et al., 1995). Tal sistema poderia discriminar animais entre classes de eficiência, uma vez que existe a hipótese de que animais com baixo CAR possuem menor *turnover* protéico. Assim a menor degradação dos substratos miofibrilares, linha Z e proteínas específicas da fibra muscular, com relação à síntese protéica e possivelmente maior concentração da enzima calpastatina em relação à calpaína no músculo, poderia ser o principal fator na maciez da carne entre animais de

diferentes classes de eficiência, após algumas gerações de seleção. Porém, a quantificação das enzimas pertencentes a tal sistema, que poderia contribuir para distinguir classes de CAR, em zebuínos puros ou cruzados no *post mortem* parece não ser bem estabelecida. Estudos recentes, como o de Gomes (2009) que reportou valores de calpastatina (U/g do músculo *Longissimus*) para animais Nelore, com alto e baixo CAR de 5,64 e 6,44, respectivamente ($P>0,05$), no Brasil, ainda são escassos. Esse autor sugeriu cautela com relação aos valores apresentados, já que estes são inferiores aos relatados na literatura para bovinos (McDonagh et al. 1999; McDonagh et al. 2001). Assim, torna-se difícil estabelecer padrões de concentração para calpaína e calpastatina em animais zebuínos ou entre classes de eficiência.

No presente estudo, a força de cisalhamento média (kg) obtida para os animais avaliados foi de 5,30kg. Os valores observados para os dados de maciez são condizentes com os existentes na literatura para animais cruzados de mesma idade (Bianchini et al., 2007; Oshiro et al., 2008). Felício (1998) sugeriu que o músculo LD é considerado ‘macio’ com valores para força de cisalhamento (kg) abaixo de 5,0. Porém, Bianchini et al. (2007) consideraram que para o mesmo músculo, valores até 5,5 kg ainda estão na faixa aceitável para maciez. O grupo genético e a idade dos animais podem ter influenciado na força de cisalhamento obtida nesse estudo. Shackelford et al. (1991) obtiveram valores médios para força de cisalhamento de 4,0 kg para novilhas F1 Angus X Hereford. Os valores encontrados nesse estudo podem estar relacionados ao grau de sangue zebuíno existente nos cruzamentos avaliados, ainda que esse valor esteja no limite em que não há influência do sangue zebuíno determinante na maciez da carne (O’Connor et al., 1997). O grau de maciez é um problema em bovinos com 50% ou mais de sangue *Bos indicus*. O’Connor et al. (1997) em ampla revisão sobre os efeitos de raça sobre a maciez da carne, sugeriram que os cruzamentos com mais de 25% de

raças zebuínas em sua composição podem ter a maciez da carne comprometida. Outro fator passível de interferência na maciez, relacionada à idade dos animais, pode estar associado à quantidade total de colágeno, a organização molecular das fibras e dos componentes da estrutura do colágeno, já que a síntese dessa proteína aumenta com a idade dos animais (Bailey & Light, 1989).

Não foram encontradas diferenças nas características sensoriais para as classes de eficiência ($P>0,05$). A hipótese de que animais com baixo CAR produziram uma carne mais dura não foi comprovada nesse estudo, pois as avaliações, subjetiva e objetiva, realizadas não detectaram diferenças para a variável.

Com relação à análise sensorial, os valores médios para suculência e palatabilidade foram 5,41 e 5,61. A suculência está diretamente relacionada à deposição de gordura intramuscular, que nesse estudo foi semelhante ($P>0,05$) entre os grupos de eficiência, alto, médio e baixo CAR, com médias, respectivamente, de 4,58%; 4,48%; 3,80% de extrato etéreo (%EE) no músculo LD na matéria seca, para as respectivas classes, Tabela 8. Sabe-se que a gordura intramuscular ou de marmoreio é a última a ser depositada, após a gordura interna e subcutânea. Como os animais desse estudo apresentaram um elevado acabamento de carcaça, tendo em média 6,15mm de EGS (Tabela 4) era de se esperar que as porcentagens de gordura intramuscular também seguissem o mesmo comportamento. Deve-se, contudo lembrar que todas as médias são estatisticamente iguais. Além disso, o elevado grau de marmoreio dos animais desse estudo é também resultado do cruzamento *three-cross* avaliado, já que animais cruzados são mais precoces e depositam gordura intramuscular mais cedo.

Owens et al. (1993) reportaram valores de EE no músculo LD superiores ($P<0,05$) para animais cruzados, 2,5% de EE, em comparação à F1, 1,5% de EE. Os valores estabelecidos pelos provadores para suculência variaram entre uma suculência média,

nota 5,0, apresentada pelos animais com baixo CAR e suculência acima da média, com animais, alto e médio CAR mais próximos dessa classificação. Para a palatabilidade da carne, as notas atribuídas permaneceram na mesma faixa entre as classes ($P>0,05$), próximas a 6,0, que classifica uma carne ligeiramente saborosa. A palatabilidade reflete muito de peculiaridades do provador, sendo, portanto uma medida mais difícil em discriminar tratamentos. Não houve diferença na composição centesimal do músculo LD entre as classes de eficiência ($P>0,05$), Tabela 6.

Tabela 6- Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas de corte em função de seu consumo alimentar residual

Variáveis	Consumo Alimentar Residual			Valor P
	Alto	Médio	Baixo	
Umidade, %	76,19	76,19	76,34	0,943
Proteína, %	18,20	18,30	18,80	0,520
Gordura, %	4,58	4,48	3,80	0,519
Cinzas, %	1,03	1,03	1,06	0,506

As perdas por descongelamento e por cocção avaliadas no músculo LD não diferiram ($P>0,05$) entre as classes de consumo residual, Tabela 7. As médias para as classes, alto, médio e baixo CAR, para perdas por descongelamento (%) foram respectivamente 6,47; 6,58; 7,81. Os valores para quebra por cocção (%) nas classes, alto, médio e baixo CAR foram 31,23; 27,39 e 30,66. O processo de congelamento aumenta as perdas por exsudato no músculo. Como foram utilizados bifes congelados para a avaliação, os valores encontrados nesse estudo para a variável são superiores aos citados na literatura. Têm-se atribuído que músculos com maior perda, por descongelamento ou cocção, apresentam maior força de cisalhamento, uma vez que, com a perda de líquido no interior celular, pode ocorrer diminuição na maciez,

alterações na coloração e suculência do músculo. Porém nesse estudo não houve correlação ($P>0,05$) de perdas por exsudato e as características organolépticas acima citadas. As classes de consumo alimentar residual apresentaram-se semelhantes ($P>0,05$) quanto às características de coloração, faixas L^* , a^* , b^* do músculo LD, Tabela 7.

Tabela 7- Média dos quadrados mínimos para características qualitativas maciez (kg), quebra por descongelamento (%), quebra por cocção (%) e coloração da carne de novilhas de corte em função de seu consumo residual

Variáveis	Consumo Alimentar Residual			Desvio Padrão	Valor P
	Alto	Médio	Baixo		
Maciez, kg ¹	5,19	5,27	5,45	1,06	0,853
Quebra por descongelamento	6,47	6,58	7,81	2,32	0,353
Quebra por cocção	31,23	27,39	30,66	5,88	0,289
	<i>Coloração²</i>				
L^*	40,11	39,89	41,35	3,19	0,525
a^*	24,88	24,51	24,85	1,52	0,829
b^*	15,85	16,14	16,36	2,03	0,861

¹-avaliado por texturômetro digital;

²- Avaliação pelo sistema Cielab;

Os valores médios para as faixas L^* , a^* , b^* foram: 40,47; 24,74 e 16,13, respectivamente. Quanto mais próximo de zero o valor L (luminosidade) mais escura é a carne, nesse estudo o valor de luminosidade obtido para o músculo LD foi superior aos descritos na literatura para bovinos de corte (35,00 e 38,00). Animais com baixo CAR apresentaram maiores valores de luminosidade (41,6). Gilbert et al. (2007) relataram comportamento semelhante na avaliação de suínos com baixo CAR após uma geração de seleção para eficiência alimentar, com forte correlação negativa, -0,44, ($P<0,05$) entre baixo CAR e faixa L, sendo a mesma variação detectada em diferentes músculos

gluteus medius e *gluteus superficialis*. Os autores atribuíram a diferença na coloração à influência do comportamento no pré-abate (desde o jejum até o abate), onde animais com alto CAR ao abate apresentariam maior depleção do glicogênio muscular, devido à maior atividade física e metabólica, o que poderia diminuir o potencial glicolítico do músculo, aumentando o pH final e o escurecimento da carne de animais ineficientes pelo CAR.

Uma diminuição na capacidade oxidativa do músculo esquelético pode ser responsável por este efeito, possivelmente devido a mudanças nas proporções do tipo de fibra muscular, glicolítica versus o tipo metabólico da fibra oxidativa. O valor de a^* , intensidade da cor vermelha, está relacionado ao pigmento mioglobina e situa-se entre 18 e 22 (Pereira, 2002). A coloração, vermelho vivo, apresentada nesse estudo, superior ao valor relatado, é altamente satisfatória ao consumidor final. Animais com maior idade, como os avaliados nesse estudo, parecem diminuir a retenção de oxigênio no músculo, com isso maiores quantidades de mioglobina são produzidas para compensar a ineficiência no processo de oxigenação muscular. Esse mecanismo aumenta a intensidade da cor vermelha na carne, devido à maior concentração de mioglobina (Pereira, 2002). Fernandes et al. (2008) avaliaram fêmeas jovens e obtiveram valores de a^* igual a 15,76, que ainda estão na faixa de coloração, vermelho cereja, apreciada pelo consumidor. Animais jovens apresentam uma carne menos vermelha, condizente com o mecanismo fisiológico acima descrito. A faixa de coloração b^* , intensidade da cor amarela, nesse estudo foi muito superior aos valores relatados para bovinos terminados em confinamento (3,00 a 5,00). Esta faixa, também, está relacionada à cor da gordura presente na carne, que nesse estudo mostrou-se amarelada, provavelmente devido a pigmentos carotenóides presentes na dieta ofertada. Fernandes et al. (2008), atribuíram a cor amarelada da gordura dos animais em estudo, à cana-de-açúcar com que eram

suplementados. Animais criados a pasto parecem possuir gordura mais amarelada o que é possível uma vez que a presença de pigmentos carotenóides nos volumosos desse sistema de criação é maior. Os ingredientes usados no concentrado, grão de milho e silagem de sorgo e capim massai, principalmente, podem ser os responsáveis pelos valores superiores na faixa b*. Além disso, a elevada proporção de gordura, em % de extrato etéreo apresentada pelos animais, no músculo LD, pode ter refletido nos valores encontrados para a faixa b*. Não houve associação significativa entre as faixas de coloração e as classes de consumo residual ($P>0,05$). A composição física da carcaça e os cortes comerciais avaliados foram semelhantes entre as classes de consumo alimentar residual ($P>0,05$) Tabela 8 e 9.

Tabela 8- Composição física da carcaça de novilhas de corte em função de seu grupo de eficiência

Componentes da Carcaça ¹	Consumo Alimentar Residual			CV (%)	Valor P
	Alto	Médio	Baixo		
Músculo ² , %	59,86	60,93	61,61	8,62	0,761
Gordura ³ , %	25,54	24,75	24,19	15,61	0,894
Ossos ⁴ , %	14,60	14,31	14,20	13,48	0,897

¹- Expresso segundo equações de Hankins e Howe (1946);

²- Proporção de músculo na carcaça: $Y=16,08 + 0,80 X$;

³- Proporção de tecido adiposo na carcaça: $Y= 3,54 + 0,80 X$;

⁴- Proporção de ossos na carcaça: $Y= 5,52 + 0,57 X$;

O rendimento dos cortes obtidos nesse estudo foram superiores ao relatados para fêmeas, o que pode estar relacionado aos cruzamentos avaliados.

Tabela 9- Rendimento de cortes comerciais, em % da meia carcaça fria direita, de novilhas de corte em função de seu consumo residual

Cortes Comerciais	Consumo Alimentar Residual			Desvio Padrão	Valor P
	Alto	Médio	Baixo		
Peso da meia carcaça fria direita, kg	131,51	131,24	130,33	13,21	0,977
Quarto traseiro, %	63,79	63,87	63,43	1,03	0,580
Ponta de Agulha, %	17,47	17,18	16,49	1,13	0,155
Filé, %	1,35	1,27	1,34	0,20	0,574
Contra-filé, %	6,44	5,91	6,12	0,71	0,271
Capa de filé, %	1,40	1,33	1,27	0,21	0,407
Coxão mole, %	6,45	6,47	6,61	0,44	0,652
Capa de coxão, %	1,54	1,50	1,56	0,15	0,635
Coxão-duro, %	3,26	3,42	3,33	0,27	0,430
Lagarto, %	1,52	1,59	1,55	0,15	0,652
Patinho, %	3,38	3,75	3,76	0,49	0,181
Alcatra, %	2,82	2,67	2,81	0,24	0,309
Picanha, %	1,76	1,58	1,50	0,30	0,175
Maminha, %	1,06	1,00	0,98	0,18	0,624
Recortes, %	2,26	2,27	2,22	0,43	0,964
Sebo, %	6,79	7,08	6,31	1,10	0,273
Ossos, %	8,14	8,31	8,50	0,65	0,468

CONCLUSÃO

Animais baixo CAR produzem carne de qualidade semelhante a de animais de outras classes de eficiência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. **Consumo alimentar de bovinos em crescimento**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2005. 182p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo, 2005.
- BAILEY, A. J.; LIGHT, N. D. **Connective tissue in meat and meat products**. London: Elsevier, 1989. 356 p.
- BAKER, S. D.; SZASZ, J. I.; KLEIN, T. A.; KUBER, P. S. et al. Residual feed intake of purebred Angus steers: Effects on meat quality and palatability. **Journal of Animal Science**, v.84, p.938-945, 2006.
- BASARAB, J.A.; OKINE, E. K.; MOORE, S. S. Residual feed intake: Animal performance, carcass quality and body composition. **Proceeding...** Queensville: Florida Ruminant Nutrition Symposium, 2004.
- BASARAB, J.A.; PRICE, M.A.; AALHUS, J.L.; OKINE, E.K. et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, p.189-204, 2003.
- BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A.M. et al. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2109-2117, 2007.
- BRODY, S. **Bioenergetics and growth with special reference to the efficiency complex in domestic animals**. Reinhold Publishing Corp. New York, 1945.
- FELÍCIO, P.E. de. In: Simpósio sobre Produção Intensiva de Gado de Corte, 1998, Campinas. Anais. São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 1998, p.92-99.
- FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.139-147, 2008.
- FITZBURG, H.A., TAYLOR, C.S. Genetic analysis of degree of maturity. **Journal of Animal Science**. v.33, p. 717-725. 1971.

- GILBERT, H.; BIDANEL, J.P.; GRUAND, J. et al. Genetic parameter for residual feed intake in growing pigs, with emphasis on genetic relationship with carcass and meat quality traits. **Journal of Animal Science**. v. 85, p.3182-3188. 2007.
- GOMES, R.C. **Metabolismo protéico, composição corporal, características de carcaça e qualidade de carne de novilhos Nelore (Bos indicus) em função de seu consumo alimentar residual**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos-USP, 2009. 93p. Tese (Doutorado em Zootecnia)/Universidade de São Paulo, 2009.
- HALL, M. B. 2000. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. Bulletin 339:A-25. Univ. Florida, Gainesville.
- HANKINS, O.G., HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Technical Bulletin – USDA, 926, United Department of Agriculture, 1946, p.1-19
- HUNTERLAB. **Applications note: CIE L* a* b* color scale**. Virginia, v. 8, n. 7, 1996.
- KELLNER, O. **The scientific feeding of animals**. McMillan Co., New York, 1909.
- KLEIBER, R.M. Body size and metabolic rate. **Physiology Rev.**, v. 27, p. 511-541, 1947.
- KOCH, R.M. ; SWIGER, L.A. ; CHAMBERS, D. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**. V.22, p.486-494, 1963.
- KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, v.36, p.93–104, 1994.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MCDONAUGH, B. M.; HERD, R.M.; RICHARDSON, E.C.; ODDY V.H. et al. Meat quality and calpain system of feedlot steers following a single generation of divergent selection for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.1013-1021, 2001.

- MCDONAGH, M.B.; FERNANDEZ, C.; ODDY, V.H. Hind-limb protein metabolism and calpain system activity influence post-mortem change in meat quality in lamb. **Meat Science**, Oxon, v.52, p.9-18, 1999.
- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2 ed. Santa Maria:UFSM, 31p. 1987.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7ed.Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7ed.Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- O'CONNOR, S. F.; TATUM, J. D.; WULF, D. M. et al. Genetic effects on beef tenderness in Bos indicus composite and Bos taurus cattle. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 7, p. 1822-1830, 1997.
- OSHIRO, M.M. ; MEDEIROS, S.R. ; TORRES JÚNIOR, R.A.A. et al. Qualidade da carne de tourinhos de diferentes grupos genéticos submetidos ou não à suplementação lipídica. In: VII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. São Carlos. 2008. **Anais...** São Carlos, 2008.
- 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.
- PEREIRA, A.S.C. Qualidade da carne de bovinos Nelore (Bos taurus indicus) suplementados com vitamina E. 2002. 83f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.
- PERRY, D.; BALL, A.J.; THOMPSON, J.M.; ODDY, V.H. The relationship between residual feed intake and body components in animals selected for divergent growth rate. In: THE ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 12., 2000, Queenstown, New Zealand. **Proceedings...** Queesntown: Association for Advancement of Animal Breeding and Genetic, 2000, v.12, p.234-237, 2000.
- RATHMACHER, J.A. Measurement and Significance of Protein Turnover. In: **Farm Animal Metabolism**, 1ed.New York: Cab Publishing, p.25-47, 2000.

- RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ODDY, V.H.; THOMPSON, J.M. et al. Body composition and implications for heat production of Angus steers progeny of parents selected for and against residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.1065-1072, 2001.
- SAINZ, R.D.; PAULINO, P.V.R. Residual feed intake in beef cattle. In: Proceedings of the Sierra Foothill Research & Extension Center - Beef & Range Field Day, 1, 2004, Browns Valley, **Proceedings...** Browns Valley: UCDAVIS, 2004, v. 1, p. 05-08a.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: guide of personal computers. Version 9.0. Cary, 2002. 1 v.
- SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.F.; MILLER, J.D. et al. An Evaluation of tenderness of the Longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**. v.69, p.171-176, 1991.
- SILVA D.J., QUEIROZ A.C. 2002. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3ed. Viçosa: Imprensa Universitária – Universidade Federal de Viçosa. 165p.
- TAYLOR, R.G., GEESINK, G.H., THOMPSON, V.F. et al. Is z-disk degradation responsible for postmortem tenderization. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1351–1367, 1995.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, suppl. (10), p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. ROBERTSON, J.B. System of analysis for evaluation fibrous feeds: In: PIGDEN, W.J., BALCH, C.C., GRANHAM, M. (Eds.) **Standardization of Analytical Methodology for feeds**. 1ed., Ottawa: International Development Research Centre. 1980. P.49.
- WHEELER T.L., SHACKELFORD S.D., KOOHMARAIE M. **Shear force procedures for meat tenderness measurement**. Clay Center: Roman L. Hruska U.S.MARC.USDA. 2001. 7p.