

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Dissertação

**Eficiência alimentar e características da carcaça e da
carne de novilhos de diferentes genótipos
terminados em dois sistemas alimentares**

Marcelo Henrique Giordano Nunes

Pelotas, 2011

Marcelo Henrique Giordano Nunes

Eficiência alimentar e características da carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos terminados em dois sistemas alimentares

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Melhoramento animal).

Orientador: Dr. Fernando Flores Cardoso

Co-Orientador (es): Dra. Isabella Dias Barbosa da Silveira
Dr. José Carlos da Silveira Osório

Pelotas/RS, 2011

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

N972e Nunes, Marcelo Henrique Giordano

Eficiência alimentar e características da carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos terminados em dois sistemas alimentares / Marcelo Henrique Giordano Nunes ; orientador Fernando Flores Cardoso; co-orientador Isabella Dias Barbosa da Silveira e José Carlos da Silveira Osório . - Pelotas,2011.-80f. ; tab. e Graf...- Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

1.Bovinos de corte 2.Conversão alimentar
3.Consumo alimentar residual 4.Carcaça
5.Cruzamentos I.Cardoso, Fernando Flores
(orientador) II .Título.

CDD 636.2084

Banca examinadora:

Fernando Flores Cardoso

Med. Vet., Dr. Pesquisador Embrapa Pecuária Sul.

Fabiano Nunes Vaz

Zootecnista, Dr. Professor da Universidade Federal do Pampa - Unipampa.

Élen Nalério

Méd. Vet., Dra. Pesquisadora Embrapa Pecuária Sul. (Suplente).

Marcelo Alves Pimentel

Méd. Vet., Dr. Professor do Departamento de Zootecnia - UFPel.

Nelson José Laurino Dionello

Eng. Agr., Dr. Professor do Departamento de Zootecnia - UFPel.

*Ao meu querido filho, Marcello Henrique Giordano Nunes que é e sempre será
a razão da minha vida.
Dedico:*

AGRADECIMENTOS.

Primeiramente a Deus.

Aos meus pais Domingos Nunes e Conceição Nunes, pelo apoio em todas as etapas da minha vida, e pelos seus grandes ensinamentos.

Ao meu grande amigo e irmão Guilherme Nunes, pela amizade e companheirismo em todas as horas.

A minha mulher Caroline Soberano e meu filho Marcello Nunes, pela compreensão, paciência e força que sempre me deram, e por acreditarem em mim.

Ao Dr. Fernando Flores Cardoso, pelos ensinamentos e grande oportunidade de me orientar nesta trajetória.

A Embrapa Pecuária Sul, pela disponibilidade de moradia e todo apoio durante o projeto.

Ao departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas.

Aos colegas de trabalho, estagiários, pós graduandos e funcionários da Embrapa, pelo companheirismo e auxílio nos trabalhos.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Ao grande amigo Méd. Vet. Rafael Silveira, pela sua amizade.

A todos aqueles que de alguma forma auxiliaram para que este projeto pudesse ser concluído.

Resumo

NUNES, Marcelo Henrique Giordano. Eficiência alimentar e características da carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos terminados em dois sistemas alimentares. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência alimentar e a qualidade da carcaça e da carne de diferentes genótipos puros e cruzados, bem como a possível influência do sistema de terminação nas características físico-químicas e sensoriais da carne bovina. Para isso, utilizou-se novilhos de seis diferentes genótipos, Aberdeen Angus (ANAN), Hereford (HHHH), Nelore (NENE), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH) e Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), terminados em dois diferentes sistemas: confinamento intensivo ou pastagem cultivada. Os novilhos entraram na terminação com idade média de $19,8 \pm 0,91$ meses. Os animais mantidos em sistema de confinamento receberam dieta composta por 40% de concentrado e 60% de volumoso com base na matéria seca. Como volumosos foram utilizados silagem de milho e sorgo misturados em proporção de 50:50. O gado terminado em pastagem foi mantido em potreiro consorciado com aveia e azevém. O critério utilizado para abate foi à espessura de gordura subcutânea mínima de 3 mm, mensurada junto com as pesagens por avaliações de ultrassonografia. Foram encontradas diferenças significativas de eficiência alimentar entre os genótipos estudados. Os animais do grupo racial HHHH apresentaram melhor eficiência que os ANAN e NENE na avaliação de consumo alimentar residual obtendo respectivos valores de -0,92 kg vs. 0,73 e 0,70 kg. Para a conversão alimentar, o HHHH apresentou menor quantidade de alimento consumido por quilograma de ganho de peso quando comparado aos ANNE, ANCR e NENE (6,0 vs. 9,4, 8,5 e 10,9 kg, respectivamente). O HHHH também apresentou o menor consumo de matéria seca, 7,4 kg, não diferindo ($P > 0,05$) apenas do NENE com 8,5 kg. Observou-se menor peso vivo ao abate nos animais NENE (403 kg), enquanto os animais ANNE e ANCR apresentaram os maiores valores para peso de carcaça fria (272 e 256 kg, respectivamente). Na avaliação dos cortes primários da carcaça, o NENE apresentou peso de costela mais leve quando comparado aos demais (14 kg). Quanto à qualidade da carne, o grupo ANCR apresentou carne mais macia que os grupos ANNE e NENE na avaliação de força de cisalhamento pelo método instrumental (3,7 vs. 5,9 e 6,9 kgf, respectivamente). Sendo que na avaliação sensorial para o atributo dureza, a carne dos animais ANCR, ANHH e HHHH foi considerada mais macia que de animais NENE. A raça Caracu pode ser usada com alternativa ao zebu no cruzamento com raças britânicas apresentando níveis comparáveis quanto aos aspectos quantitativos da carcaça, mas com maior maciez da carne quando comparada com raças zebuínas. O genótipo NENE puro nas condições deste experimento apresentou baixa produtividade e também baixa qualidade de carne e carcaça, no entanto, teve desempenho superior no cruzamento com a raça Aberdeen Angus.

Palavras chave: Bovinos de corte, conversão alimentar, consumo alimentar residual, carcaça, cruzamentos, terminação.

Abstract

NUNES, Marcelo Henrique Giordano. Feed efficiency and carcass beef traits from steers of different genotypes in two feeding systems. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The objective of this study was to evaluate feed efficiency and carcass and beef quality of pure and crossbred genotypes, as well as the possible influence of the finishing system on the beef physical-chemical and sensory traits. Steers of six different genotypes, Aberdeen Angus (ANAN), Hereford (HHHH), Nellore (NENE), Aberdeen Angus x Nellore (ANNE), Aberdenn Angus x Hereford (ANHH) and Aberdeen Angus X Caracu (ANCR) were evaluated during finishing in two different systems: feedlot or cultivated pasture. The steers entered the finishing with an average age of 19.8 ± 0.91 months. Animals kept in feedlot received a diet containing 40% concentrate and 60% of forage on a dry matter basis. The roughages used were corn and sorghum silage mixed in 50:50 ratio. All supplied feed and the leftovers were weighed daily to estimate daily intake of confined steers. Cattle finished on pasture was kept in a paddock with cultivated oats and ryegrass. The slaughter criterion was a subcutaneous fat thickness of at least 3 mm, measured at the weighing days by ultrasound. Significant differences in feed efficiency were found between studied genotypes. The animals of HHHH breed group were superior to the ANAN and NENE animals in the residual feed intake evaluation obtaining the respective values of -0.92 kg versus 0.73 and 0.70 kg. For feed conversion the HHHH showed a smaller amount of feed intake per kilogram of weight gain when compared to ANNE, ANCR and NENE (6.0 vs. 9.4, 8.5 and 10.9 kg, respectively). The HHHH had the lowest dry matter intake, 7.4 kg, and did not differ only of the NENE (8.5 kg). It was observed a smaller slaughter weight in the NENE (403 kg), while ANNE and ANCR animals showed higher values for chilled carcass weight (272 and 256 kg, respectively). In assessing the primary cuts of the carcass, the NENE presented the lowest rib weight, 14 kg, when compared to others genotypes. Regarding beef quality, the ANCR breed group presented tenderer steaks than ANNE and NENE groups in the evaluation of shear force (3.7 vs 5.9 e 6.9kgf, respectively). In sensory toughness attribute, the beef of ANCR, ANHH and HHHH animals was considered tenderer than NENE animals. Caracu breed can be used as an alternative to zebu in crossing with British breeds showing comparable levels in quantitative aspects of carcass, but with higher beef tenderness when compared to zebu breeds. In this experiment conditions, the NENE showed low productivity and also poor beef and carcass quality; nevertheless, it had superior performance in the crossbreeding with Aberdeen Angus.

Keywords: Breeding, feed conversion, finishing beef cattle, meat quality, residual feed consumption

Lista de Figuras

- Figura 1.1 - Relação entre o consumo observado e o consumo estimado de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em sistema de confinamento. Destacando dois animais, um de baixa e outro de alta eficiência alimentar.....34
- Figura 1.2 - Médias ajustadas para consumo alimentar residual (CAR) de novilhos de diferentes grupos genéticos. Barras associadas com a mesma letra dentro de cada painel não diferem significativamente ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.....35
- Figura 1.3 - Relação entre o consumo alimentar residual e o ganho médio diário de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em sistema de confinamento. Angus (ANAN), Angus X Caracu (ANCR), Angus X Hereford (ANHH), Angus X Nelore (ANNE), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE).....36
- Figura 2.1 - Médias ajustadas para o pH_24 horas após abate de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em dois diferentes sistemas de terminação. Barras associadas com a mesma letra dentro de cada painel não diferem significativamente ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.....59

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 -	Composição nutricional da alimentação fornecida ao gado do confinamento, avaliando a ração fornecida diariamente aos animais bem como os dois tipos de silagens utilizadas como volumosos e a ração comercial utilizada como concentrado.....	28
Tabela 1.2 -	Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por grupo genético* para ganho médio diário (GMD), peso vivo médio (PVM) e peso metabólico (PMet).....	32
Tabela 1.3 -	Médias ajustadas e desvios-padrão por genótipos para: consumo médio de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (CA).....	33
Tabela 1.4 -	Correlações parciais entre as características: ganho médio diário (GMD), peso metabólico (Pmet), consumo médio de matéria seca (CMS), conversão alimentar (CA) e consumo alimentar residual (CAR).....	37
Tabela 2.1 -	Distribuição dos animais de acordo com a composição racial e sistema de terminação.....	42
Tabela 2.2 -	Composição nutricional da alimentação fornecida ao gado do confinamento, avaliando a ração fornecida diariamente aos animais bem como os dois tipos de silagens utilizadas como volumosos e a ração comercial utilizada como concentrado ..	44
Tabela 2.3 -	Número de observações, média, desvio-padrão, teste F tipo III para os efeitos do modelo para característica ponderais e de carcaça.....	53
Tabela 2.4 -	Médias ajustadas e desvios-padrão por genótipos para: ganho médio diário inicial (GMDi) e ganho médio diário na terminação (GMDt).....	54
Tabela 2.5 -	Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para: peso vivo final (PVF) e peso de carcaça fria (PCF).....	55
Tabela 2.6 -	Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para: peso de dianteiro (PD), peso de costela (PC) e peso de traseiro (PT).....	56

Tabela 2.7 -	Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para: rendimento de carcaça fria(RCF), rendimento de costela (RC) e rendimento de traseiro (RT).....	57
Tabela 2.8 -	Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para: comprimento de carcaça (CC), comprimento de perna (CP) e área de olho de lombo (AOL).....	58
Tabela 2.9 -	Número de observações, média, desvio-padrão, teste F tipo III para os efeitos do modelo para características de qualidade de carne avaliadas pelo método instrumental.....	60
Tabela 2.10 -	Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para força de cisalhamento (FC).....	61
Tabela 2.11 -	Número de observações, média, desvio-padrão, teste F tipo III para os efeitos do modelo para características de qualidade de carne avaliadas por painel sensorial.....	62
Tabela 2.12 -	Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para: mastigabilidade, Dureza e fibrosidade.....	63
Tabela 2.13 -	Correlações parciais entre as características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos.....	65
Tabela 2.14 -	Correlações parciais entre odor, sabor, gordura, extrato etéreo e espessura de gordura subcutânea.....	66
Tabela 2.15 -	Correlações parciais entre características sensoriais e instrumentais relacionadas com a maciez da carne.....	67

Sumário

Introdução.	12
Revisão da literatura.	15
Capítulo 1 - Consumo alimentar residual em novilhos de diferentes genótipos terminados em confinamento	24
Resumo	24
Abstract	25
Introdução	26
Materiais e métodos	27
Resultados e discussão	32
Conclusões	37
Capítulo 2 - Qualidade da carcaça e da carne em novilhos de diferentes genótipos criados no Sul do Brasil	38
Resumo	38
Abstract	39
Introdução	40
Materiais e métodos	41
Resultados e discussão	52
Conclusões	67
Discussão geral.....	68
Referências	71

Introdução

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos de corte (174 milhões de animais), é o segundo maior produtor de carne bovina (9,4 milhões de toneladas de equivalente-carcaça) e o segundo em número de abates (46,9 milhões de animais) (ANUALPEC, 2009). Por outro lado, existe pouca possibilidade de o Brasil explorar nichos de mercado de alto valor agregado, sem investir na produção de carne de alto valor qualitativo.

O consumidor está cada vez mais interessado na qualidade da carne, especialmente em características como maciez e baixos teores de gordura saturada. Além destes, outros atributos de qualidade valorizados pelo consumidor são a palatabilidade, a aparência, a conveniência, a saúde e a segurança do alimento (LEIDENZ, 2000; FAVA NEVES et al., 2003).

Os dois principais fatores que influenciam a qualidade da carne, intrínsecos do sistema de produção, são a idade de abate, influenciada pela nutrição, apresentando carne mais macia àqueles animais que são abatidos mais jovens, e o grupo genético, apresentando carne mais macia àqueles animais com maior proporção de genes taurinos (EUCLIDES FILHO, 1998).

No sul do Brasil, o cruzamento utilizando raças zebuínas (Nelore, Brahman, Tabapuã, etc.) tem sido empregado para combinar as características de fertilidade, adaptação e resistência à parasitas do Zebu com a habilidade materna, produtividade e qualidade de carne das raças britânicas, em especial Angus e Hereford (LOPES et al., 2008). Entretanto, o uso indiscriminado desses cruzamentos ocasionou grande desuniformidade dos rebanhos da região sul e conseqüentemente falta de padrão nas carcaças e na qualidade da carne. Se por um lado, a maciez tem sido identificada como um fator limitante da qualidade da carne proveniente de animais com elevada percentagem de sangue zebuino (RUBENSAN et al., 1998). Por outro lado, em ambientes

quentes, os zebuínos têm desempenho melhor que o dos taurinos sob condições nutricionais restritivas (FERRELL & JENKINS, 1998).

No sentido de atender as demandas dos consumidores dos mercados mais exigentes, algumas iniciativas já estão em curso no Rio Grande do Sul com participação de diversos segmentos da sociedade, entre eles FARSUL, SENAR, SEBRAE, EMBRAPA, UFRGS e produtores, assim destacou-se a primeira indicação de procedência da carne nas Américas concedida para a Carne do Pampa Gaúcho da Campanha Meridional e também as ações desenvolvidas por produtores dos Campos de Cima da Serra. Um dos principais apelos de marketing dessas iniciativas é a produção natural em pastagens. Entretanto a produção das pastagens nativas na região é de forma sazonal (BERETTA et al., 2002). O uso de suplemento concentrado em pastejo ou em confinamento visa manter a oferta de animais acabados nas épocas de escassez de forragem. No entanto esta pratica não é admitida no protocolo de produção da Carne do Pampa. Isto tem gerado demandas de pesquisa no sentido de verificar a influência do local de criação e do tipo de alimento na qualidade de carne produzida, para determinar e/ou validar, tanto os protocolos alimentares, quanto os grupos genéticos admitidos e viabilizar futuras denominações de origem, que necessitam a vinculação do produto com seu local de produção.

A avaliação do desempenho, eficiência produtiva e a qualidade da carne de diferentes genótipos puros e cruzados, envolvendo raças britânicas, adaptadas taurinas e zebuínas, em diferentes condições de terminação, contribuirá para a identificação de genótipos e sistemas alimentares adequados em termos de desempenho e qualidade de carne e para nortear as alianças de produção que visam atender os mercados mais exigentes.

Hipóteses

- Animais de composição racial de origem britânica têm melhor eficiência alimentar em confinamento do que animais cruzados com raças adaptadas taurinas ou zebuínas.
- Existe heterose para qualidade da carne e animais cruzados de raças britânicas com zebuínas têm a mesma qualidade de carne dos animais britânicos puros ou provenientes do cruzamento entre raças britânicas.
- A raça Caracu pode ser usada no cruzamento com raças britânicas no Sul do Brasil como uma alternativa às raças zebuínas para melhorar a qualidade da carne, mantendo o mesmo nível de produção.
- A carne de animais terminados a pasto, independente do genótipo, têm odor e sabor característicos quando comparado a animais confinados.

Objetivos

O objetivo geral do trabalho foi avaliar a qualidade da carne produzida por novilhos de diferentes genótipos puros e cruzados terminados, em pastagem cultivada ou confinamento, de acordo com os seguintes objetivos específicos:

- 1) Avaliar o consumo alimentar residual e conversão alimentar dos diferentes genótipos em confinamento;
- 2) Avaliar o desempenho, rendimento e qualidade da carcaça dos diferentes genótipos em confinamento e em pastagem; e,
- 3) Avaliar a qualidade da carne produzida pelos diferentes genótipos por métodos objetivos e sensoriais.

Revisão de literatura

Eficiência alimentar

A alimentação representa o componente de maior custo em produção animal, sendo o concentrado o item mais oneroso (PACHECO et al., 2006). No período de terminação em confinamento a alimentação representa 70% do custo total de produção, sendo que desses, aproximadamente 2/3 são representado pela fração concentrado (RESTLE & VAZ, 1999). A busca por sistemas alimentares mais baratos e por animais com melhor eficiência alimentar pode diminuir significativamente os custos de produção, garantindo maior lucratividade ao produtor (EZEQUIEL et al., 2006). Neste sentido, a eficiência alimentar é definida como a maximização entre produção e o consumo, sendo mais eficientes àqueles indivíduos que têm melhor produção com um mesmo aporte alimentar ou produção semelhante aos demais animais do seu grupo, porém com um menor aporte alimentar (ALMEIDA et al., 2004). Existe, no entanto, uma série de fatores que influenciam diretamente na eficiência alimentar em bovinos de corte.

Um sistema economicamente eficiente deverá contar com animais que apresentem melhor velocidade de ganho de peso, bem como maior precocidade de acabamento, pois um período mais curto na terminação reflete diretamente na redução dos custos com alimentação (FERREIRA et al., 2004).

A seleção de animais com maior eficiência alimentar além de ser interessante do ponto de vista produtivo, por redundar em considerável redução nos custos de produção, também possui valor no aspecto ecológico. Os bovinos são produtores de gás metano, resultante do seu processo digestivo. A produção de gás metano é parte do processo digestivo que ocorre em herbívoros ruminantes e se dá no rúmem (PRIMAVESI et al., 2004). Sendo assim animais com menor consumo alimentar tendem a produzir menor taxa de gás metano nocivo a camada de ozônio (HEGART et al., 2007). Esse aspecto é fundamental do ponto de vista da sustentabilidade da pecuária de corte, já que

a taxa de gás metano produzido por ruminantes domésticos é considerada a terceira maior fonte em escala global (FAO, 2006).

Devido a grande utilização dos cruzamentos e de sistemas alimentares como o confinamento e a suplementação alimentar a pasto, surge a necessidade de avaliações mais detalhadas dos genótipos de maior importância com relação à eficiência bioeconômica na utilização de alimentos (EUCLIDES FILHO et al., 2003).

Existem duas formas principais de medir a eficiência alimentar de bovinos de corte: a conversão alimentar e o consumo alimentar residual.

Conversão alimentar

A conversão alimentar (CA) resume-se na quantidade de alimento consumido necessária para produzir um quilograma de peso vivo. É usada como medida de eficiência alimentar, onde animais com menor CA são considerados mais eficientes, por utilizarem menor quantidade de alimento para produzir o um quilograma de peso vivo (ARCHER et al., 1999). A categoria animal, grupo genético, tamanho do indivíduo e alimentação pode influenciar diretamente na conversão alimentar.

Estudos de Fernandes et al. (2007), avaliando bovinos machos em confinamento, mostraram que animais inteiros apresentaram melhor conversão alimentar que animais castrados. Corroborando com Restle et al. (1997) que também ao avaliar a conversão alimentar de animais em confinamento, encontraram superioridade de 14,7% dos animais inteiros sobre os castrados. Morgan et al. (1993) observaram que os indivíduos não castrados são sempre mais eficientes, à medida que ganham mais peso com a mesma unidade alimentar. Esta melhor conversão alimentar de animais inteiros deve-se a diferenças hormonais a favor destes (CASACCIA et al., 1993).

O genótipo é outro fator que pode interferir na CA, podendo assim representar diferenças econômicas importantes entre sistemas de produção

(EUCLIDES FILHO et al., 2003). O ganho de peso e consumo variam entre animais *Bos taurus* e *Bos indicus*, sendo observado maior consumo de matéria seca por parte de animais *Bos taurus*, reflexo da intensa seleção de raças européias para o ganho de peso, o incremento para esta característica implica diretamente em maior consumo de alimento (RESTLE et al., 2000).

A quantidade de concentrado também funciona como um regulador no consumo de matéria seca e consequentemente na CA em bovinos de corte. Dietas com maiores níveis de concentrado tendem a melhorar a CA bem como diminuem o período de confinamento de bovinos de corte (GESUALDI et al., 2000).

O peso vivo correlaciona-se fortemente com a ingestão de matéria seca. Costa et al. (2002) observaram que o aumento de peso de abate, em função de um maior período de confinamento, piorou a CA. Ressaltando a importância dos cuidados com o tamanho do animal, bovinos de porte físico grande além de apresentarem maior exigência nutricional são mais tardios no quesito acabamento, o que resulta em um período maior de permanência na fase de terminação, aumentando diretamente o custo com alimentação (FILHO et al., 2001).

Consumo alimentar residual

O consumo alimentar residual (CAR) consiste na diferença entre a quantidade observada de alimento ingerido menos o consumo estimado, no qual o consumo estimado é calculado em função do tamanho corporal e a velocidade de crescimento por equações de regressão do consumo (KOCH et al., 1963). Ou com base nas equações de predição do NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC, 1996). Quando o CAR é negativo, o animal consumiu menos que o esperado em função do seu ganho de peso e tamanho corporal e, portanto, foi mais eficiente. Já animais com CAR positivo são aqueles que consumiram maior quantidade de alimento com produção semelhante ao grupo (ARTHUR & HERD, 2008).

A CA tem sido utilizada como medida tradicional para mensurar a eficiência alimentar em bovinos de corte, no entanto existem algumas controvérsias em relação a sua utilidade prática. Segundo Basarab et al. (2003) a seleção de animais por conversão alimentar tende a aumentar o tamanho corporal do indivíduo. Animais de maior porte físico possuem maior exigência nutricional para sua manutenção, consequentemente estes indivíduos necessitam de um maior aporte alimentar aumentado assim os custos de produção com a alimentação (ARBOITT et al., 2004). Em contra partida, quando se melhora a eficiência alimentar utilizando como ferramenta de seleção o CAR, não ocorre interferência no tamanho do indivíduo, já que animais com valores baixos para CAR apresentam ganho de peso semelhante aos com valores altos para CAR, com a vantagem de apresentarem um consumo de alimento consideravelmente menor (BULLE et al., 2006).

A seleção baseada no CAR é uma alternativa para reduzir o consumo de alimento e melhorar a CA sem comprometer o crescimento ou até mesmo os níveis de acabamento de gordura na carcaça (SCHENKEL et al., 2004). Assim, o CAR é cada vez mais a medida de escolha na avaliação de eficiência alimentar em bovinos de corte. No entanto, o custo e a dificuldade técnica para medir diretamente o consumo dos animais o fato de que nenhum gene de efeito maior no CAR tenha sido encontrado, permanecem com maiores inibidores da utilização dessa medida em larga escala como parâmetro de seleção em bovinos de corte.

As duas principais barreiras para a adoção de marcadores genéticos para seleção desta característica são o desconhecimento da interação dos genes que afetam o CAR com outras características e que o número de animais com estimativas de desempenho para CAR permanece muito pequeno (MOORE et al., 2008).

Qualidade de carne

Segundo Costa et al. (2002), programas de qualidade de carne devem ter como ênfase mais do que oferta de produtos seguros, nutritivos e saborosos, devem também ter compromisso com a produção sustentável e a promoção do bem estar humano e animal, assegurando satisfação do consumidor e renda ao produtor com danos mínimos ao meio ambiente.

O consumidor esta cada vez mais esclarecido sobre os produtos que consome passando a exigir maior qualidade dos alimentos (FELÍCIO, 1998). Existem, atualmente, diversos programas de qualidade da carne no Brasil. Como exemplo podemos citar a marca de carne Angus certificada, que no início dos trabalhos em 2004 contava com produção mensal de 2 toneladas, em apenas uma unidade certificada, já no ano de 2010 foram abatidos 150 mil animais Angus em diversas unidades certificadas, o que representou um crescimento de 89% quando comparado ao ano de 2009 (MEDEIROS, 2011). A Associação de Criadores de Hereford e Braford também possui um programa semelhante, o Projeto de Carne Certificada Pampa, visando explorar características como, maciez, suculência e sabor, a fim de oferecer ao consumidor um produto de qualidade e com características diferenciadas (ABHB, 2011).

Atualmente existem iniciativas que além de criar uma marca de carne, buscam a identificação geográfica protegida, por exemplo, a Carne do Pampa Gaúcho, defendendo a idéia de que determinados genótipos criados em sistema exclusivamente a pasto em uma determinada região da Campanha Meridional do estado do Rio Grande do Sul, produz carne de qualidade e com características únicas (APROPAMPA, 2011).

Os principais atributos de qualidade valorizados pelo consumidor, segundo Leidenz, (2000) e Fava Neves et al. (2003), são a palatabilidade (representada por maciez, sabor e suculência), a aparência (cor, firmeza e marmorização), a conveniência (produto cortado ou fatiado), a saúde (teores de

ferro, zinco, colesterol, ácidos graxos, etc.) e a segurança do alimento (ausência de patógenos e de resíduos).

A inconsistência de palatabilidade da carne em nível de consumidor tem sido identificada como um dos maiores problemas afetando a indústria da carne. Alguns estudos nacionais e internacionais têm sido conduzidos no sentido de prospectar os anseios dos consumidores da carne bovina no ato da compra (BATALHA & BUZZO, 2000). Há consenso em que a maciez é a característica organoléptica, direta ou indiretamente, mais valorizada pelo consumidor (SHACKELFORD, 1995).

Dentre os três componentes da palatabilidade, a maciez tem recebido maior atenção de pesquisa em detrimento da suculência e do sabor. O coeficiente de variação para maciez é duas vezes maior que o para suculência e para sabor indicando que, pelo menos para as condições de produção comercial nos Estados Unidos, caracterizado por gado jovem alimentado com grãos, a maior parte da variação em palatabilidade e assim na insatisfação do consumidor é devido à menor maciez (KOOHMARAIE et al., 1998).

Foi demonstrado que os consumidores pagarão mais por carne comprovadamente macia (BOLEMAN et al., 1995), assim o custo de predição da maciez pode ser recuperado. Para reduzir a variação de maciez na carne maturada (14-19 dias quando chega ao consumidor), é preciso determinar e controlar fatores críticos responsável pela maciez, que provavelmente incluem genética, castração, idade, tempo de engorda, tipo de ração, protocolo de implantes, quando permitido, manejo pré-abate, abate, estimulação elétrica, resfriamento, tecnologias de amaciamento *postmortem* e maturação. Dentre esses fatores os mais importantes são os processos bioquímicos *postmortem* ou maturação, proporcionando maior maciez a carne (KOOHMARAIE et al., 1996).

O amaciamento ocorre devido à degradação de proteínas estruturais responsáveis por manter a integridade estrutural do músculo por meio de enzimas endógenas. As enzimas responsáveis pelo amaciamento da carne são chamadas calpaínas. A ação dessas enzimas tem dependência absoluta da

presença de cálcio e sua atividade na maturação da carne pode ser bloqueada por inibidor enzimático, chamada calpastatína, que inibe especificamente a ação das calpaínas (KOOHMARAIE et al., 1998).

Genótipo e tipo de alimentação ofertada aos animais são fatores que podem alterar as características organolépticas da carne bovina (FELÍCIO, 1997). Segundo Euclides Filho (1998) os genótipos *Bos indicus* costumam produzir carne mais dura do que animais do grupo *Bos taurus*. Assim a participação de zebu em cruzamentos tende a diminuir consideravelmente a maciez da carne (CROUSE et al., 1993). No entanto existem estudos que buscam identificar o gene da maciez em animais zebuínos, com intuito de selecionar esses animais para essa característica de grande importância ao consumidor (CURI et al., 2010).

Geesink et al., (2011), relacionam a textura da carne com aspectos estruturais do músculo, relatando que a maciez da carne pode ser influenciada pelo comprimento do sarcômero. Além disso, a quantidade total e a solubilidade do colágeno também podem interferir na sua maior e ou menor maciez (ARCHILE-CONTRERAS et al., 2010)

A seleção genética é outra alternativa, entretanto, o ganho que pode ser obtido em maciez da carne é pequeno, pois fatores ambientais contribuem mais do que os genéticos na variação da maciez. Segundo Koohmaraie, (2003) em estudo entre raças cerca de 46% das variações na maciez da carne bovina são devido a fatores genéticos, enquanto que 54% das variações são explicadas pelo efeito de ambiente.

O cruzamento com raças de maciez superior também pode ser empregado para explorar complementaridade entre raças e heterose em características de qualidade de carcaça e maciez da carne. Vaz et al. (2002), observaram que o cruzamento entre as raças Charolês e Nelore produziu animais F1 com valores positivos e significativos de heterose para características importantes aos frigoríficos e ao consumidor, como percentual de gordura na carcaça, relação músculo/osso, músculo + gordura/osso e marmoreio.

Com a popularização da biologia molecular e a revolução das tecnologias de genotipagem e sequenciamento, outra alternativa do ponto de vista genético é a identificação de genes que afetam maciez e posteriormente utilizar essa informação na identificação e seleção dos animais superiores em maciez da carne (CASAS et al., 2005; VAN EENENNAAM et al., 2007).

A introdução do genótipo zebuino no cruzamento pode interferir no temperamento dos bovinos, o que consequentemente irá alterar a qualidade da carne. Barbosa Silveira et al. (2006), avaliando cruzamento Nelore x Angus, notaram que os animais mais reativos produziram carne de pior qualidade. No entanto, esse tipo de cruzamento tem sido usado com grande frequência no Brasil, visando utilizar a heterose e a complementaridade entre zebuínos e taurinos, e reunir qualidade, produtividade e rusticidade num único genótipo (LEAL, 1994).

Qualidade de carcaça.

Estudar a carcaça dos animais domésticos consiste em métodos objetivos e subjetivos, visando avaliar aspectos quantitativos e qualitativos da porção comestível da mesma (MÜLLER 1980).

Uma característica de grande importância na avaliação de carcaças é o rendimento por estar diretamente ligado a remuneração ao produtor. O rendimento de carcaça também pode ser influenciado pelo genótipo e conformação (LAUSER et al., 1979). Restle et al. (2000) observou maior rendimento de carcaça em animais Nelore quando comparados aos animais da raça Charolês. De acordo com Padua et al. (2004) a condição sexual também pode interferir no rendimento de carcaça, observando que animais inteiros apresentam um melhor rendimento que os castrados.

O grau de acabamento pode contribuir positivamente no rendimento de carcaça (SAINZ, 1996). Além de proteger a carne do encurtamento das fibras

musculares pelo frio durante o resfriamento da carcaça (HEINEMANN et al., 2002)

Os animais Charorês apresentam maior peso vivo e consequentemente um maior peso de carcaça e o Nelore possui melhor rendimento de carcaça e melhor grau de acabamento, sendo que o cruzamento entre essas duas raças resulta em boa complementaridade para as características de carcaça (RESTLE et al., 2000). Os mestiços produzem carcaças com melhor conformação que o Nelore e melhor rendimento e grau de acabamento que o Charolês (RESTLE et al., 1999).

Cruzamentos com participação da raça Charolês estão entre os que produzem maior proporção de músculo e menor de gordura (KOCH et al., 1989, MENEZES et al., 2005).

Alves Filho et al. (2001) compararam a suplementação energética com sorgo ou aveia para animais da raça Braford superprecoces mantidos em pastagens de *Lolium multiflorum* + *Avena strigosa* e posteriormente em pastagem de *Pennisetum purpureum* e observaram que os animais suplementados com sorgo apresentaram maiores pesos ao abate, de carcaça quente e fria que os suplementados com aveia. Dietas com maiores níveis de energia resultam em carcaças com maior deposição de gordura (ABRAHÃO et al., 2005).

Bovinos que recebem suplementação a base de concentrado, produzem carcaça mais pesada, melhor relação músculo:osso e melhor acabamento, quando comparados a animais não suplementados (SANTOS et al., 2002).

Uma carcaça de qualidade é o resultado de animais com boa genética, criados em ambientes com condições favoráveis a sua alimentação, e manejados da melhor maneira tendo em vista o bem estar animal.

Capítulo 1- Consumo alimentar residual de novilhos de diferentes genótipos terminados em confinamento.

Resumo. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do grupo genético na eficiência alimentar de novilhos terminados em confinamento. Foram utilizados novilhos de seis diferentes genótipos, Aberdeen Angus (ANAN), Hereford (HHHH), Nelore (NENE), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH) e Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), terminados em confinamento. Estes animais receberam dieta composta por 40% de concentrado e 60% de volumoso com base na matéria seca. Como volumosos foram utilizadas silagens de milho e sorgo misturados em proporção de 50:50. A pesagem do lote foi realizada a cada 28 dias para o acompanhamento do ganho médio diário. O critério utilizado para abate foi à espessura de gordura subcutânea mínima de 3 mm, mensurada junto com as pesagens por avaliações de ultra-sonografia. Foram encontradas diferenças significativas de eficiência alimentar entre os genótipos estudados. Os animais do grupo HHHH foram superiores aos animais ANAN e NENE na avaliação de consumo alimentar residual (CAR) apresentando valor para CAR de -0,92 kg contra 0,73 e 0,70 kg, respectivamente. Para a conversão alimentar (CA) o HHHH foi superior aos cruzados ANNE e ANCR e ao puro NENE (6,0 vs. 9,4 e 8,5 e 10,9 kg, respectivamente). O HHHH apresentou o menor consumo de matéria seca não diferindo ($P>0,05$) apenas do NENE (7,4 e 8,5 kg, respectivamente), enquanto que para o ganho médio diário de peso o genótipo NENE apresentou os mais baixos valores, 0,78 kg não diferindo estatisticamente apenas no cruzado ANNE com GMD de 1,10 kg. Os animais de raças taurinas apresentam melhor eficiência alimentar que animais zebuínos, quando terminados em sistema de confinamento no sul do Brasil.

Palavras chave: Bovinos de corte, confinamento, conversão alimentar, cruzamentos, eficiência alimentar.

Feed intake of steers of different genotypes finished in feedlot.

Abstract. The aim of this study was to evaluate the influence of breed composition on feed efficiency of steers finished in feedlot. Steers of six different genotypes, Aberdeen Angus (ANAN), Hereford (HHHH), Nellore (NENE), Aberdeen Angus x Nellore (ANNE), Aberdeen Angus x Hereford (ANHH) and Aberdeen Angus X Caracu (ANCR) were evaluated during finish in feedlot. These animals received diet containing 40% concentrate and 60% of forage on a dry matter basis. The roughage used was corn and sorghum silage mixed in 50:50 ratio. All supplied feed and the leftovers were weighed daily to estimate daily intake. The weighing of the group was done every 28 days to monitor the average daily gain. The slaughter criterion was a subcutaneous fat thickness of at least 3 mm, measured at the weighing days by ultrasound assessments. Significant differences ($P < 0.05$) in feed efficiency were found between studied genotypes. The animals of HHHH group were superior to the animals ANAN and NENE in the residual feed intake (RFI) evaluation showing a RFI value of -0.92 kg versus 0.73 and 0.70 kg, respectively. For feed conversion (FC) the HHHH was superior to the crossbreeds ANNE and ANCR and pure NENE (6,0 vs. 9,4 and 8,5 and 10,9 kg, respectively). The HHHH had the lowest dry matter intake and did not differ ($P > 0.05$) only of the NENE (7,4 and 8,5 kg, respectively), while for average daily weight gain the NENE genotype showed the lowest values, 0,78 kg and did not differ only of the ANNE 1,10 kg. Animals of taurine breed showed better feed efficiency than Zebu animals, when finished in intensive confinement system in Southern Brazil.

Keywords: Beef cattle, crossbreeding, feed conversion, feed efficiency, residual feed intake.

Introdução

Na pecuária de corte a alimentação representa o componente de maior custo em produção animal, sendo o concentrado o item mais oneroso (PACHECO et al., 2006). No período de terminação em confinamento a alimentação representa 70% do custo total de produção, sendo que desses 70% aproximadamente 2/3 são representado pela fração concentrado (RESTLE & VAZ 1999). Portanto, a busca por animais mais eficientes do ponto de vista alimentar, isto é, que produzam satisfatoriamente sem excesso no consumo, podem garantir maior lucratividade ao sistema.

A eficiência alimentar é definida como a maximização entre produção e o consumo, sendo mais eficientes aqueles indivíduos que têm melhor produção com um mesmo aporte alimentar ou produção semelhante aos demais animais do seu grupo, porém com um menor aporte alimentar (ALMEIDA et al., 2004).

Um sistema economicamente eficiente deverá contar com animais que apresentem melhor velocidade de ganho de peso bem como maior precocidade de acabamento, pois um período mais curto na terminação reflete diretamente na redução dos custos com alimentação (FERREIRA et al., 2004).

A conversão alimentar (CA), definida com a quantidade de alimento consumido necessária para produzir um kg de peso vivo, tem sido utilizada como medida tradicional para mensurar a eficiência alimentar em bovinos de corte, onde animais com menor CA são considerados mais eficientes, por utilizarem menor quantidade de alimento para produzir o mesmo kg de carne (ARCHER et al., 1999).

Uma medida alternativa de eficiência é o consumo alimentar residual (CAR), que consiste na diferença entre a quantidade observada de alimento ingerido menos o consumo estimado em função do tamanho corporal e a velocidade de crescimento (KOCH et al., 1963; ARTHUR & HERD, 2008). Neste caso, os animais de CAR negativo são mais eficientes, pois consomem menos que o esperado em função do seu ganho de peso e tamanho

corporal. Portanto, quando se melhora a eficiência alimentar utilizando o CAR, não ocorre interferência no tamanho do indivíduo, já que animais com valores baixos para CAR apresentam ganho de peso semelhante aos com valores altos para CAR, com a vantagem de apresentarem um consumo de alimento consideravelmente menor. Estes animais considerados mais eficientes utilizam menos energia nos seus processos fisiológicos envolvidos na manutenção, resultando em maior energia líquida disponível para a produção de tecido corporal (BULLE et al., 2006).

Diferenças entre raças e heterose são ferramentas genéticas que podem ser exploradas, através de sistemas de cruzamentos, para adequar o potencial genético dos animais ao ambiente, sistema de produção e as exigências de mercado (GREGORY et al., 1999).

Devido à utilização dos cruzamentos e de sistemas alimentares como o confinamento e a suplementação alimentar a pasto, surge necessidade de avaliações mais detalhadas dos genótipos de maior importância com relação à eficiência bioeconômica na utilização de alimentos (EUCLIDES FILHO et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência alimentar de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em sistema de confinamento.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sul Brasileiros (CPPSul), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizada a 54°23'W e 30°47'S, no município de Bagé, região da Campanha, estado do Rio Grande do Sul.

Foram utilizados 35 novilhos, castrados, de diferentes composições genéticas, sendo elas: Aberdeen Angus (ANAN), Hereford (HHHH), Nelore (NENE), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH), Aberdeen Angus X Nelore

(ANNE) e Aberdeen Angus X Caracu (ANCR). Os animais foram criados e recriados exclusivamente em pastagem nativa com alta infestação de capim annoni (*Eragrostis plana*). Os animais receberam tratamento sanitário de acordo com as recomendações técnicas bem como suplementação mineral à vontade. Em 14/06/2010 quando atingiram idade média de $19,7 \pm 0,9$ meses e peso médio de $331,6 \pm 49,1$ kg, passaram a fazer parte do projeto, iniciando o período de terminação em confinamento.

Os animais foram mantidos por duas semanas em currais coletivos durante um período de adaptação ao novo sistema de alimentação. Posteriormente, foram alocados em baias individuais com aproximadamente 31 m² cada, e linha de cocho com cobertura de 3 m. O gado foi submetido à adaptação para nova dieta, recebendo nos primeiros 10 dias, dieta com proporção volumoso:concentrado de 80:20 com base na matéria seca (MS). A partir do 11º ao 20º dia receberam dieta com proporção 70:30 e somente a partir do 21º de confinamento começaram a receber a dieta de engorda de 60:40, mantida durante o restante do período do confinamento até o abate. Como volumosos foram utilizadas silagens de milho e sorgo misturadas na proporção 50:50 e como concentrado ração comercial¹ (tab. 1.1).

Tabela 1.1 Composição nutricional da alimentação fornecida ao gado do confinamento, avaliando a ração fornecida diariamente aos animais bem como os dois tipos de silagens utilizadas como volumosos e a ração comercial utilizada como concentrado.

Amostra	%MS	pH	% N A	%PB	%FDN	%FDA	% LIG	%EE
RS	34,446	7,49	0,02	9,62	67,75	40,98	5,29	2,37
SS	36,700	4,86	0,30	5,18	-	-	-	-
SM	21,090	4,65	0,20	6,07	-	-	-	-
RC	83,00*	-	-	12,90**	-	20,00*	-	2,50**

* máximo, ** mínimo, RS= Ração diária oferecida, composta por silagem de milho e sorgo misturadas em proporção 50:50 mais à ração comercial, SS= Silagem de sorgo, SM= Silagem de milho, MS= Matéria seca, ¹RC= Ração comercial (valores de acordo com o fabricante) pH=potencial de hidrogênio, NA= N amoniacal, FDN= Fibra detergente neutra, FDA= Fibra detergente acida, LIG= Lignina e EE= Extrato etéreo.

¹ Irgovel® Alta Energia

O arraçoamento diário dos animais foi dividido em duas etapas, manhã e tarde, sendo fornecido 40% da dieta do dia pela manhã a partir das 8:00h e os 60% restantes na parte da tarde, a partir das 15:30 h. A quantidade de ração fornecida a cada novilho foi com base no seu consumo de MS. Inicialmente foi ofertado 2,5% do peso do novilho e a partir de então, a quantidade fornecida foi ajustada a cada dois dias para que as sobras diárias de alimento fossem ao redor de 10% do fornecido, com intuito de possibilitar o consumo *ad libitum*.

A avaliação de consumo destes animais se deu através da diferença de peso entre o fornecido e as sobras. Todo alimento fornecido individualmente aos animais foi pesado diariamente em balança digital, com capacidade para 50 kg e precisão de 20 g e os valores anotados em planilhas. Pela manhã antes da primeira oferta, as sobras de cada animal eram recolhidas e pesadas, sendo descontadas do fornecimento no dia anterior para obtenção do consumo diário de cada animal. Essa coleta de dados ocorreu, após a adaptação dos animais ao confinamento, por um período de 73 dias, até que o primeiro lote fosse abatido. Seguindo as recomendações de Archer et al. (1997) e Arthur, (2003), que relatam que, para mensurar a eficiência alimentar em bovinos de corte de maneira adequada, o período de coleta de dados deve ser de no mínimo 70 dias. Todos animais foram avaliados juntos no mesmo período, dando aporte para a estimativa de consumo de matéria seca (CMS).

Os animais foram pesados a cada 28 dias, desde a entrada na terminação até a sua saída para o abate, para mensurar o ganho médio diário (GMD) de peso. O critério utilizado para abate foi à espessura de gordura subcutânea, mensurada junto com as pesagens por avaliações de ultrassonografia. Somente animais acima de 3 mm de espessura de gordura foram enviados para abate realizado na planta do Marfrig Group, situado no próprio município de Bagé em três datas 13/10/2010, 20/10/2010 e 28/10/2010. Antes do embarque os animais foram pesados individualmente em jejum para coleta do peso vivo final (PVF).

A conversão alimentar (CA) do animal j foi estimada pela razão entre o consumo de matéria seca (MS) observado (CMS_{OBS}) em kg MS/dia e pelo GMD:

$$CA_{(j)} = CMS_{OBS(j)} / GMD_{(j)}.$$

O consumo alimentar residual (CAR) foi obtido seguindo a metodologia descrita por KOCH et al., (1963), onde o CAR de cada animal é calculado por meio da diferença entre o CMS observado (CMS_{OBS}) e o CMS estimado (CMS_{EST}). O CMS_{OBS} consiste nos valores observados de ingestão de matéria seca de cada indivíduo, já o CMS_{EST} foi obtido pelo procedimento REG do SAS (2004), estimando-se uma regressão do CMS_{OBS} no peso médio metabólico (PMet) e GMD, de acordo com a equação abaixo:

$$CMS_{OBS(j)} = \beta_0 + \beta_1 * PMet_{(j)} + \beta_2 * GMD_{(j)} + erro_{(j)}.$$

Onde,

$CMS_{OBS(j)}$ = consumo de matéria seca observado do animal j ;

β_0 = intercepto;

β_1 = coeficiente de regressão linear no PMet;

$PMet_{(j)} = (\text{Peso vivo médio})^{0,75}$ é peso metabólico médio do animal j durante o período de avaliação de consumo;

β_2 = coeficiente de regressão linear no GMD;

$GMD_{(j)}$ = ganho médio diário do animal j durante o período de avaliação de consumo;

$erro_{(j)}$ = resíduo da regressão.

Formula para calcular CMS_{EST} é representada por:

$$CMS_{EST(j)} = \beta_0 + \beta_1 * PMet_{(j)} + \beta_2 * GMD_{(j)}.$$

Finalmente, o CAR é obtido por:

$$CAR_{(j)} = CMS_{OBS(j)} - CMS_{EST(j)} = erro_{(j)}.$$

Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS (SAS Institute Inc., 2002) por meio do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + \text{raça}_i + b \times \text{idade}_j + \text{erro}_{ij}$$

Onde,

Y_{ij} = valor observado das variáveis dependentes do animal j da raça i ;

μ = constante;

raça_i = efeito da composição racial (ANAN, ANCR, ANHH, ANNE, HHHH ou NENE);

b = coeficiente de regressão na idade do animal j ao final do período de avaliação de consumo (idade_j);

e,

erro_{ij} = erro aleatório.

O teste F tipo III foi utilizado para verificar a significância global dos efeitos de raça, e para os casos positivos as médias de quadrados mínimas foram submetidas ao teste de comparação múltipla de Tukey-Kramer ($\alpha=0,05$).

A heterose foi calculada para o CAR a partir das médias ajustadas, utilizando a formula:

$$H\% = (\text{média dos cruzados} - \text{média dos puros}) / \text{média dos puros} \times 100.$$

Resultados e Discussão

O ganho diário médio e os pesos médios vivo e metabólico durante o período de avaliação do consumo são apresentados na Tab. 1.2.

Tabela 1.2.- Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por grupo genético* para ganho médio diário (GMD), peso vivo médio (PVM) e peso metabólico (Pmet).

*Genótipo	N	GMD \pm DP, kg	PV \pm DP, kg	Pmet \pm DP, kg
ANAN	3	1,36 \pm 0,10 a	383,3 \pm 22,9	87,0 \pm 3,5 ab
ANCR	7	1,18 \pm 0,07 a	422,2 \pm 40,1	94,0 \pm 2,3 a
ANHH	8	1,35 \pm 0,06 a	410,8 \pm 51,1	89,0 \pm 2,2 ab
ANNE	7	1,10 \pm 0,07 ab	430,4 \pm 38,3	94,9 \pm 2,3 a
HHHH	6	1,22 \pm 0,07 a	363,2 \pm 53,9	82,0 \pm 2,5 b
NENE	4	0,78 \pm 0,09 b	324,1 \pm 32,1	79,5 \pm 3,1 b

* Aberdeen Angus (ANAN), Angus X Caracu (ANCR), Angus X Hereford (ANHH), Angus X Nelore (ANNE, Hereford (HHHH) e Nelore (NENE). GDM= ganho diário médio, DPGDM=desvio padrão do ganho diário médio, PV= peso vivo, DPPV= desvio padrão do peso vivo, Pmet=peso metabólico e DPPmet= desvio padrão do peso metabólico.

O ganho médio diário apresentou valores mais expressivos nas raças britânicas ANAN e HHHH e no cruzamento entre elas, ANHH, embora tenha sido encontrada diferença significativa apenas em comparação ao genótipo NENE, que apresentou o pior desempenho para essa característica. Esses resultados apontam para uma menor velocidade de crescimento dos animais zebuínos em condições de confinamento. Outros autores comparando animais oriundos do cruzamento de zebuínos com europeus verificaram maior velocidade de crescimento em animais com maior porcentagem de sangue europeu em relação aos zebuínos (RESTLE et al., 1995). Essa diferença pode estar relacionada a maior pressão de seleção artificial para a característica ganho de peso que bovinos de raças européias sofreram ao longo dos anos em relação às raças zebuínas (RESTLE & VAZ, 1999).

Os animais da raça Hereford, mesmo apresentando bons ganhos de peso, tiveram o menor consumo de matéria seca entre os genótipos avaliados, não diferindo estatisticamente apenas dos animais Nelore.

De forma geral, a CA foi melhor nas composições raciais envolvendo 100% raças britânicas puras (ANAN e HHHH) ou cruzadas (ANHH) em

comparação com o zebuino NENE, enquanto que os cruzamentos envolvendo as raças Caracu e Nelore tiveram desempenho intermediário. A combinação de menor consumo e ganhos semelhantes aos demais genótipos britânicos fez com que a raça HHHH apresentasse melhor conversão alimentar do que os genótipos envolvendo raças adaptadas aos trópicos (6,0 vs. 8,5, 9,4 e 10,9, respectivamente para ANCR, ANNE e NENE) (Tab. 1.3).

Tabela 1.3 – Médias ajustadas e desvios-padrão por genótipos para: consumo médio de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (CA).

*Genótipo	**Variável	
	CMS \pm DP kg	CA \pm DP kg
ANAN	9,7 \pm 0,5 a	7,4 \pm 0,8 abc
ANCR	9,9 \pm 0,3 a	8,5 \pm 0,5 bcd
ANHH	9,3 \pm 0,3 a	6,8 \pm 0,5 ab
ANNE	10,0 \pm 0,3 a	9,4 \pm 0,5 cd
HHHH	7,4 \pm 0,4 b	6,0 \pm 0,5 a
NENE	8,5 \pm 0,5 ab	10,9 \pm 0,7 d

*Aberdeen Angus (ANAN), Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE). **Valores na mesma coluna acompanhados com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

O consumo alimentar residual representa a eficiência alimentar dos animais pelo desvio do consumo de MS observado em relação ao esperado com base no ganho médio diário de peso (produção) e do peso metabólico (manutenção) (ARTHUR & HERD, 2008). Os animais cujos consumos observados estão abaixo da reta de predição obtida no presente estudo independente do grupo genético (Fig. 1.1), têm CAR negativo e são considerados mais eficientes, por terem consumido relativamente menos alimento quando comparados com animais de mesmo desempenho e requerimento de manutenção.

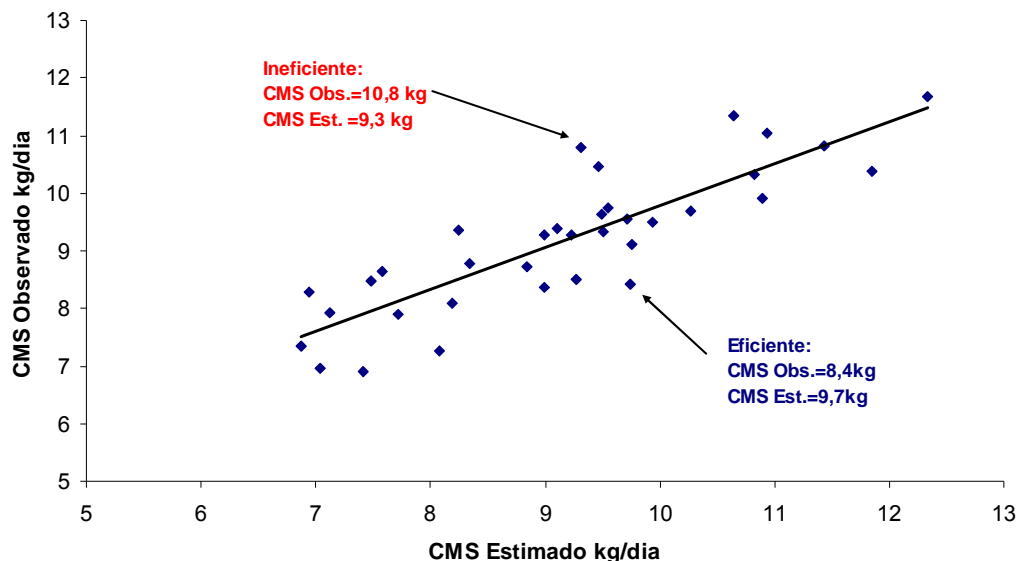


Figura 1.1 – Relação entre o consumo observado e o consumo estimado de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em sistema de confinamento. Destacando dois animais, um de baixa e outro de alta eficiência alimentar.

Dentre os genótipos avaliados pelo CAR neste estudo, as diferenças significativas foram observadas entre os puros, sendo que os HHHH mostraram melhor eficiência alimentar quando comparados aos ANAN e NENE, apresentando valores médios para CAR de -0,92 contra 0,73 e 0,70, respectivamente (fig. 1.2). Outros autores estudaram o CAR de bovinos de corte em condições de confinamento no Canadá também observaram eficiência alimentar relativamente superior dos animais HHHH em relação ao ANAN (0,00 e 0,48 kg , respectivamente) (SCHENKEL et al., 2004).

O cruzamento ANNE apresentou heterose favorável superando as raças parentais em 88,9% para o CAR. Os genótipos ANAN e NENE apresentaram-se ineficientes do ponto de vista alimentar, consumindo em média 0,72 kg a mais que o previsto para sua manutenção e GMD que expressaram, enquanto que o produto oriundo do cruzamento entre essas duas raças obteve média para o CAR de 0,08 kg.

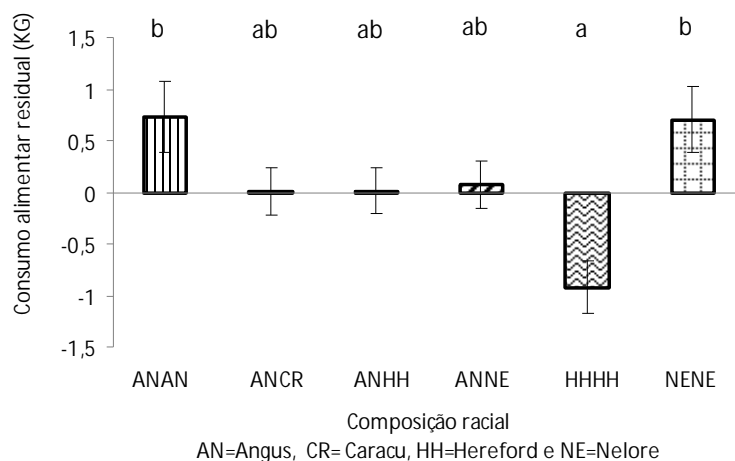


Figura 1.2- Médias ajustadas para consumo alimentar residual (CAR) de novilhos de diferentes grupos genéticos. Barras associadas com a mesma letra dentro de cada painel não diferem significativamente ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

Os animais considerados mais eficientes pelo CAR, em geral apresentam menor consumo de alimento sem afetar o seu ganho de peso (MOORE, 2008). Quando relacionamos o GMD com o CAR observado para os diferentes genótipos presentes neste estudo (Fig. 1.3), observamos que os animais ANAN, embora tenham apresentados ganhos superiores, seu CAR foi positivo, tornando o desempenho desse genótipo menos competitivo do ponto de vista bioeconômico no confinamento. Já os animais NENE além de CAR positivo, tiveram os priores ganhos, o que demonstra falta de adaptação desse grupo racial às condições de terminação do presente estudo, confinamento durante o inverno no Sul do país. Os genótipos cruzados apresentaram bons ganhos, mas sem tendência para CAR com frequências semelhantes de indivíduos positivos (ineficientes) e negativos (eficientes). Finalmente, os animais HHHH foram consistentemente mais eficientes com todos os novilhos avaliados apresentando CAR negativo. Sendo esse um fator de extrema importância para a bovinocultura de corte, já que a alimentação representa um dos principais custos de produção (HERD et al., 2003).

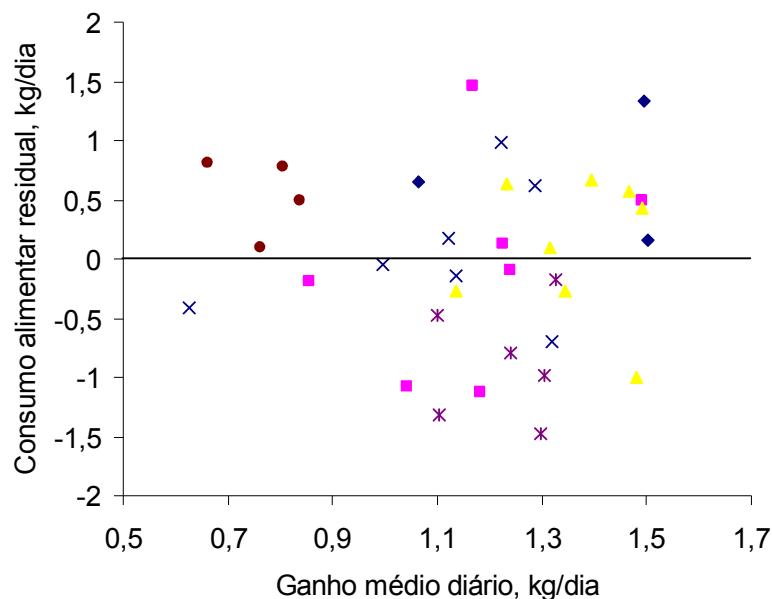


Figura 1.3– Relação entre o consumo alimentar residual e o ganho médio diário de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em sistema de confinamento. Angus (ANAN), Angus X Caracu (ANCR), Angus X Hereford (ANHH), Angus X Nelore (ANNE), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE).

Avaliando as correlações parciais entre as características estudadas (Tab. 1.4), o GMD teve forte correlação negativa com a CA (-0,80), mostrando que animais com baixos valores para CA apresentam altos valores para GMD, sendo o contrario também verdade, corroborando com Basarab et al., (2003), quando disseram que a seleção por menor CA tende a aumentar o GMD e indiretamente, o tamanho corporal do individuo. Já o CAR teve moderada correlação com CMS (0,47), quanto maior o valor para o CAR maior será o consumo de matéria seca e, conseqüentemente, menos eficiente o animal. Por outro lado, quanto menor for o valor do CAR menor será o consumo de matéria seca, isso sem comprometer o crescimento corporal (SCHENKEL et al., 2004)

De acordo com Moore et al. (2008), o CAR é cada vez mais a medida de escolha para prever a eficiência alimentar em bovinos, por ser independente do crescimento e do peso vivo do individuo. Quanto menor os valores para CAR menor será o consumo de matéria seca do novilho, podendo assim ser utilizado como uma medida de eficiência alimentar.

Tabela 1.4 – Correlações parciais entre as características: ganho médio diário (GMD), peso metabólico (Pmet), consumo médio de matéria seca (CMS), conversão alimentar (CA) e consumo alimentar residual (CAR).

Variável	Pmet	CMS	CA	CAR
GMD	0,39*	0,54**	-0,80***	0,18
Pmet		0,74***	-0,01	-0,25
CMS			-0,03	0,47**
CA				0,06

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$ e *** $P < 0,001$.

Conclusões

Melhor desempenho em termos de ganho de peso e conversão alimentar poderá ser obtido nos sistemas de terminação em confinamento durante o inverno no sul do Brasil pela utilização de animais com genótipo de raça taurina, pura ou cruzada.

Maior eficiência bioeconômica dentre as raças britânicas deverá ser obtida com a utilização de animais Hereford, pois consomem menos que o esperado para um mesmo desempenho e exigência de manutenção quando comparados com os Aberdeen Angus.

O cruzamento entre as raças Aberdeen Angus e Nelore origina produtos com melhor eficiência alimentar em regime de confinamento, do que estas mesmas raças puras, havendo expressiva heterose para o consumo alimentar residual.

Capítulo 2- Qualidade de carcaça e carne de novilhos de diferentes genótipos criados no sul do Brasil.

Resumo. Avaliou-se a possível influência do genótipo e do sistema de terminação, sobre características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne bovina. Foram avaliados novilhos de seis diferentes genótipos, Aberdeen Angus (ANAN), Hereford (HHHH), Nelore (NENE), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH) e Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), terminados em dois diferentes sistemas, confinamento intensivo e pastagem cultivada. Os novilhos entraram na terminação com idade média de $19,8 \pm 0,91$ meses. Os animais mantidos em sistema de confinamento receberam dieta composta por 40% de concentrado e 60% de volumoso com base na matéria seca. Como volumoso foi utilizado silagem de milho e sorgo misturados em proporção de 50:50. O gado terminado em pastagem foi mantido em potreiro consorciado com aveia e azevém. O critério utilizado para abate foi à espessura de gordura subcutânea mínima de 3 mm, mensurada junto com as pesagens por avaliações de ultra-sonografia. Observou-se menor peso vivo ao abate nos animais NENE (403,3 kg), enquanto os animais ANNE e ANCR apresentaram os maiores valores para peso de carcaça fria (272,2 e 255,7 kg, respectivamente). Na avaliação dos cortes primários da carcaça, o NENE apresentou os menores valores para peso de costela, 13,8 kg, quando comparado ao restante dos genótipos avaliados. Quanto à qualidade da carne, o grupo ANCR apresentou carne mais macia que os grupos ANNE e NENE na avaliação de força de cisalhamento pelo método instrumental (3,7 vs. 5,9 e 6,9 kgf, respectivamente). Sendo que na avaliação sensorial para o atributo dureza, a carne dos animais ANCR, ANHH e HHHH foi considerada mais macia que de animais NENE. O cruzamento entre raças britânicas e adaptadas aos trópicos permite utilizar a heterose e complementaridade entre raças para aumentar o peso e rendimento de carcaça de novilhos de corte abatidos ao redor de 24 meses de idade. A raça Caracu pode ser usada com alternativa ao zebu no cruzamento com raças britânicas apresentando níveis comparáveis quanto aos aspectos quantitativos da carcaça, mas com maior maciez da carne quando comparada com raças zebuínas. A raça Nelore pura apresentou baixa produtividade e também baixa qualidade de carne e carcaça em relação aos cruzados e puros taurinos.

Palavras Chave: Avaliação sensorial, bovinos de corte, cruzamentos, taurinos, zebuínos.

Beef and carcass quality of steers of different genotypes raised in southern Brazil.

Abstract. We evaluated the possible influence of genotype and finishing system on quantitative and qualitative traits of carcass and beef traits. Steers of six different genotypes, Angus (ANAN), Hereford (HHHH), Nellore (NENE), Angus x Nellore (ANNE), Angus x Hereford (ANHH) and Angus X Caracu (ANCR) were evaluated during finish in two different systems, feedlot and pasture. The steers entered the finishing (pasture or feedlot) with a mean age of 19.8 ± 0.91 months. The animals kept in feedlot received a diet containing 40% concentrate and 60% of forage on a dry matter basis. The roughage used was corn and sorghum silage mixed in 50:50 ratio. All supplied feed and the leftovers were weighed daily to estimate daily intake of confined steers. Cattle finished on pasture was kept in a paddock with cultivated oats and ryegrass and consumption was estimated by the n-alkanes method. The slaughter criterion was a subcutaneous fat thickness of at least 3 mm, measured at the weighing days by ultrasound assessments. It was observed a smaller slaughter weight in the NENE animals (403.3 kg), while ANNE and ANCR animals showed higher values for chilled carcass weight (272.2 and 255.7 kg, respectively). In assessing the primary cuts of the carcass, the NENE presented the lowest rib weight, 13.8 kg, when compared to the rest of the genotypes. Regarding meat quality, the ANCR group presented tenderer beef than ANNE and NENE groups in the evaluation of shear force by the instrumental method (3.7 vs. 5.9 and 6.9 kgf, respectively). In sensory evaluation for toughness attribute, the beef of ANCR, ANHH and HHHH animals was considered tenderer than NENE animals. The crossbreeding between British and tropically adapted breed allows to use heterosis and complementarity between breeds to increase the carcass weight and dressing percentage of steers slaughtered around 24 months old. The Caracu breed can be used as an alternative to zebu in the crossing with British breeds showing comparable levels in quantitative aspects of carcass, but with higher beef tenderness when compared to zebu breeds. The purebred Nelore had low productivity and also poor beef and carcass quality in relation to the crossbred and purebred taurines in this experiment.

Keywords: Beef and carcass quality, crossbreeding, finishing systems, sensory evaluation of meat.

Introdução

A carne bovina consiste em um alimento altamente nutritivo, rico em minerais, vitaminas, lipídios e aminoácidos essenciais. Segundo Costa, (2002), programas de qualidade de carne devem ter como ênfase não somente a oferta de produtos seguros, nutritivos e saborosos, mas também ter compromisso com a produção sustentável e a promoção do bem estar humano e animal, assegurando satisfação do consumidor e renda ao produtor, com o mínimo de danos ao meio ambiente.

Os principais atributos de qualidade da carne valorizados pelo consumidor, segundo Leidenz, (2000) e Fava Neves et al. (2003), são a palatabilidade (representada por maciez, sabor e suculência), a aparência (cor, firmeza e marmorização), a conveniência (produto cortado ou fatiado), a saúde (teores de ferro, zinco, colesterol, ácidos graxos, etc.) e a segurança do alimento (ausência de patógenos e de resíduos).

Dentre os três componentes da palatabilidade, a maciez tem recebido maior atenção de pesquisa em detrimento da suculência e sabor. A maior parte da variação em palatabilidade e assim na insatisfação do consumidor é devido à inadequada maciez (KOOHMARAIE et al., 1998).

Muitos são os fatores que interferem na qualidade da carne; segundo Berg & Walters (1983), a qualidade da carne pode ser mais dependente de tecnologias pré e pós-abate que de fatores de produção. Vários métodos industriais foram desenvolvidos para tornar a carne mais aceita pelo mercado, destacando-se, dentre eles, os métodos químicos, mecânicos, de acondicionamento, estimulação elétrica, tratamento, pressão-vapor e choque de ondas de água por explosão (EUCLIDES FILHO, 1998).

Os dois principais fatores que influenciam a qualidade da carne, intrínsecos do sistema de produção, são a idade de abate influenciada pela nutrição, apresentando carne mais macia àqueles animais que são abatidos mais jovens, e o grupo genético, sendo que animais com maior grau de sangue

zebuíno costumam apresentar carne menos macia que animais de raças européias (EUCLIDES FILHO, 1998; VAZ et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de raça e tipo de terminação nas características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos puros e cruzados.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sul Brasileiro (CPPSul), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizada a 54°23'W e 30°47'S, no município de Bagé, região da Campanha, estado do Rio Grande do Sul.

Utilizou-se 68 novilhos castrados de diferentes composições genéticas, sendo elas: puros Aberdeen Angus (ANAN), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE) e os cruzamentos, Aberdeen Angus X Hereford (ANHH), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE) e Aberdeen Angus X Caracu (ANCR). Os animais foram criados e recriados exclusivamente em pastagem nativa com alta infestação de capim-annoni (*Eragrostis plana*). Esses animais foram mantidos no mesmo grupo de manejo recebendo tratamento sanitário de acordo com as recomendações técnicas bem como suplementação mineral à vontade. Em 14/06/2010, quando atingiram idade média de $19,7 \pm 0,9$ meses e peso médio de $326,5 \pm 48,9$ kg passaram a fazer parte do projeto sendo divididos ao acaso em dois diferentes sistemas de terminação, 33 novilhos foram terminados a pasto e 35 em confinamento. Os animais foram alocados de modo que nos dois diferentes sistemas houvessem representantes de cada um dos seis grupos genéticos avaliados (Tab.2.1).

Tabela 2.1. Distribuição dos animais de acordo com a composição racial e sistema de terminação.

*Genótipo	Confinamento	Pastagem	Total
ANAN	3	5	8
ANCR	7	5	12
ANHH	8	8	16
ANNE	7	6	13
HHHH	6	6	12
NENE	4	3	7
Total	35	33	68

*ANAN= Angus, ANCR= Angus X Caracu, ANHH= Angus X Hereford, ANNE= Angus X Nelore, HHHH= Hereford e NENE= Nelore.

A terminação a pasto se deu em pastagem cultivada em área de 44 hectares, consorciada com aveia (*Avena sativa L.*) e azevém (*Lolium multiflorum*), adubada com 150 kg NPK da fórmula 2-30-15 antes do plantio e 80 kg de uréia por hectare em cobertura, quando o azevém apresentou entre seis e oito folhas. Os animais destinados ao sistema de confinamento intensivo foram mantidos por duas semanas em currais coletivos durante um período de adaptação as novas instalações e sistema de alimentação, posteriormente foram alocados em baias individuais com aproximadamente 31 m² cada, e linha de cocho com cobertura de 3 m. O gado foi submetido á adaptação para nova dieta, recebendo nos primeiros 10 dias, dieta com proporção volumoso:concentrado de 80:20 com base na matéria seca, a partir do 11º ao 20º dia receberam dieta com proporção 70:30 e somente a partir do 21º de confinamento começaram a receber a dieta de engorda de 60:40, mantida durante o restante do período do confinamento até o abate. Como volumosos foram utilizadas silagens de milho e sorgo misturadas na proporção 50:50 e como concentrado ração comercial² (tab. 2.2).

² Irgovel® Alta Energia

Tabela 2.2- Composição nutricional da alimentação fornecida ao gado do confinamento, avaliando a ração fornecida diariamente aos animais bem como os dois tipos de silagens utilizadas como volumosos e a ração comercial utilizada como concentrado.

Amostra	%MS	pH	% N A	%PB	%FDN	%FDA	% LIG	%EE
RS	34,446	7,49	0,02	9,62	67,75	40,98	5,29	2,37
SS	36,700	4,86	0,30	5,18	-	-	-	-
SM	21,090	4,65	0,20	6,07	-	-	-	-
RC	83,00*	-	-	12,90**	-	20,00*	-	2,50**

* máximo, ** mínimo, RS= Ração diária oferecida, composta por silagem de milho e sorgo misturadas em proporção 50:50 + à ração comercial, SS= Silagem de sorgo, SM= Silagem de milho, MS= Matéria seca, RC= Ração comercial (valores de acordo com fabricante), pH=potencial de hidrogênio, NA= N amoniacal, FDN= Fibra detergente neutra, FDA= Fibra detergente ácida, LIG= Lignina e EE=

O arraçoamento diário dos animais foi dividido em duas etapas, manhã e tarde, sendo fornecido 40% da dieta do dia pela manhã a partir das 8:00h e o restante 60% na parte da tarde, a partir das 3:30 h. O cálculo utilizado para o fornecimento de ração com base na matéria seca foi inicialmente de 2,5% do peso do novilho, sendo que a quantidade fornecida foi ajustada a cada dois dias para que as sobras diárias de alimento fossem ao redor de 10% do fornecido, com intuito de possibilitar o consumo *ad libitum*.

O critério utilizado para abate foi à espessura de gordura subcutânea, mensurada junto com as pesagens por meio de avaliações de ultra-sonografia realizadas a cada 28 dias. Somente animais acima de 3 mm de espessura de gordura foram enviados para abate na planta do Marfrig Group situado no próprio município de Bagé em três datas (13/10/2010, 20/10/2010 e 28/10/2010). Antes do embarque os animais foram pesados individualmente em jejum, para coleta do peso vivo final (PVF) e logo após o abate foi coletado o peso de carcaça quente e antes que a carcaça entra-se para câmara fria foi coletado o pH (pH₀).

Coleta de dados das características de carcaça.

Após abate e a permanência das carcaças em câmara fria por um período de 24 horas com temperatura de 5°C, foram coletadas amostras entre a 12ª e a 13ª costelas, que posteriormente foram congeladas. Neste mesmo momento foram coletadas as seguintes características de carcaça: peso de carcaça fria, peso de dianteiro, peso de costela, peso de traseiro, pH após 24 horas de abate (pH_24), comprimento de carcaça, comprimento de perna e o perímetro de braço de acordo com técnicas descritas por MÜLLER, (1987). Foram calculados posteriormente o rendimento de carcaça fria, rendimento de dianteiro, rendimento de costela, rendimento de traseiro.

Com o auxílio de uma fita métrica obteve-se o comprimento de carcaça, correspondente a medida em centímetros (cm) entre o bordo anterior do púbis e o bordo cranial da primeira costela. Entre o bordo medial do púbis e a porção média do osso do tarso coletou-se o comprimento de perna (cm). O perímetro de braço (cm) foi coletado com uma fita métrica de nylon, correspondendo à circunferência tomada no ponto médio do comprimento do braço. O pH_0 da carcaça foi tomado no músculo *Longissimus dorsi* entre 12ª e 13ª costelas logo após o abate e após o resfriamento e maturação das carcaças por 24 horas em câmara fria, com o auxílio de um pHmetro com eletrodo de penetração.

O rendimento de carcaça fria foi à relação percentual entre o PVF e o PCF, obtido através da fórmula: $RCF\% = (PCF \times 100) / PVF$. O rendimento dos cortes foi obtido através da seguinte fórmula: $Rendimento\ dos\ cortes\% = \text{Peso do corte} / \text{Peso da meia carcaça fria} \times 100$.

Análise físico-química da carne obtida através de métodos instrumentais.

No laboratório de carnes da Embrapa Pecuária Sul foram realizadas as seguintes avaliações físico químicas: pH, capacidade de retenção de água, perda por cocção, força de cisalhamento, cor, extrato etéreo, umidade, espessura de gordura e área de olho de lombo. Todas essas avaliações foram

realizadas em uma amostra do músculo *Longissimus dorsi*, retirada entre as 12ª e 13ª costelas, congelados e posteriormente descongelados a uma temperatura média de 4 °C por um período de 24 horas

Potencial de hidrogênio (pH).

Medido na porção muscular do bife com medidor digital marca Texto R230, com eletrodo de perfuração de vidro (AOAC, 1990)

Capacidade de retenção de água.

Foi coletada 2g de amostra, esta amostra foi colocada ao meio de duas folhas de papel filtro, e acomodada entre duas tabuas de cozinha de PVC, onde posteriormente foi colocado sobre elas um peso de 10 kg por um período de 5 minutos (HAMM, 1960). Passado os 5 minutos a amostra foi pesada novamente, o calculo para a capacidade de retenção de água foi o seguinte:

$$CRA\%=(PF/PI) \times 100$$

Onde:

CRA= Capacidade de retenção de água.

PF= Peso final após sofrer pressão de 10 kg por 5 minutos.

PI= Peso da amostra antes de sofrer pressão de 10 kg por 5 minutos.

Perda por cocção.

Após o descongelamento as amostras foram desossadas retirando apenas o músculo *Longissimus dorsi*, que foi pesado e posteriormente assado sobre uma grelha em forno elétrico a uma temperatura de 180°C até que atingisse em seu ponto geométrico média de 70°C, as amostras após assadas

ficaram a temperatura ambiente por 5 minutos e foram pesadas novamente, a diferença de peso da amostra crua e após assada foi utilizada para a mensuração da perda por cocção (AMASA, 1995). Para calcular a perda por cocção foi utilizada a seguinte formula:

$$\text{PPC \%} = (\text{PAC} - \text{PAA}) \times 100 / \text{PAC}$$

Onde:

PPC= Perda por cocção expressa em porcentagem.

PAC= Peso da amostra crua em gramas.

PAA= Peso da amostra assada em gramas.

Força de cisalhamento.

As mesmas amostras assadas, usadas na avaliação de perda por cocção, foram resfriadas a uma temperatura média de 4°C, por um período de 24 horas e posteriormente foram retirados 7 cilindros da cada amostra. Os cilindros foram retirados no sentido da fibra com o auxílio de uma furadeira acoplada a uma sonda de 1,27cm de diâmetro. A força de cisalhamento foi registrada pelo aparelho, “Texture Analyser TA-500”, equipado com célula de carne “Warner-Bratzler” (AMSA, 1995). A força de cisalhamento é expressa em kgf, que é a força em quilogramas necessária para seccionar as fibras musculares, quanto maior o valor menos macia é considerada a carne.

Cor.

As determinações da cor da carne foram realizadas com colorímetro Minolta CR-300, calibrado para um padrão branco, utilizando o método Cielab avaliando a luminosidade (L^*), a intensidade da cor vermelha (a^*) e a intensidade da cor amarela (b^*) (AMSA, 1991). A leitura foi realizada no músculo *Longissimus dorsi*, na face de um bife de 3 cm de espessura, obtido

através da secção transversal do músculo, após o seu descongelamento por um período de 24 horas a uma temperatura média de 4°C.

Extrato etéreo.

A amostra foi triturada em moinho, desta amostra foi retirado 1,5 g de carne moída, sendo colocada em saquinho de Teflon, esses saquinhos foram identificados colocados em cadinhos e levados a estufa pelo período de 3 horas a uma temperatura de 105°C. Após este período as amostras foram retiradas e colocadas em dessecador contendo sílica por 15 minutos. Posteriormente esses saquinhos foram para extração por 60 minutos em éter de petróleo sob pressão de nitrogênio em aparelho marca Ankon XT-20 Fat Analyzer, após a extração foram novamente levados à estufa por 30 minutos a uma temperatura de 105°C, depois de retirados da estufa foram novamente para o dessecador contendo sílica por um período de 15 minutos (AOCS, ANKOM, 2009). A percentagem de extrato etéreo foi obtida através da diferença de peso da amostra antes e depois da extração de gordura, utilizando à seguinte formula:

$$EE\% = (S1 - S2) / S1 \times 100$$

Onde:

EE= Extrato etéreo.

S1= Peso do saquinho antes da extração.

S2= Peso do saquinho após a extração.

Umidade.

Após a amostra ser moída coletou-se 1,5 g colocado em um saquinho de Teflon e colocado em estufa a 105°C pelo período de 3 horas, após secagem o saquinho foi colocado em dessecador com sílica, por 15 minutos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). A percentagem de umidade da amostra foi obtida através da diferença entre os pesos antes e depois da secagem, utilizando a seguinte fórmula:

$$UM\% = (P1 - P2) / P1 \times 100$$

Onde:

UM= Umidade.

P1= Peso da amostra antes da secagem.

P2= Peso da amostra após secagem.

Espessura de gordura Subcutânea.

Esta característica é expressa em milímetros, tomada após o descongelamento da amostra com o auxílio de um paquímetro digital. Mensurando a espessura de gordura de cobertura presente no bife da amostra do músculo *Longissimus dorsi*.

Área de olho de lombo.

Utilizou-se amostras do músculo *Longissimus dorsi*. Corresponde a área do bife em centímetros quadrados (cm²). Mensurada através de fotografia da área do bife, calculada com o auxílio do programa Acrobat 9 Standard da Microsoft®.

Análise estatística.

Os dados foram analisados de acordo com o delineamento fatorial utilizado proposto utilizando o procedimento MIXED do SAS (SAS Institute Inc., 2002) utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{raça}_i + \text{sist}_j + (\text{raça} \times \text{sist})_{ij} + b \times \text{idade}_k + \text{data}_l + \text{erro}_{ijkl}$$

Onde,

Y_{ijkl} = valor observado das variáveis dependentes do animal k da raça i terminado no sistema j e abatido na data l ;

μ = constante;

raça_i = efeito da composição racial (ANAN, ANCR, ANHH, ANNE, HHHH ou NENE);

sist_j = efeito do sistema de terminação (Pastagem cultivada ou Confinamento);

$(\text{raça} \times \text{sist})_{ij}$ = efeito da interação entre composição racial e sistema de terminação;

b = coeficiente de regressão na idade do animal k ao abate (idade_k);

data_l = efeito da data de abate (13/10/2010, 20/10/2010 ou 28/10/2010);

e,

erro_{ijkl} = erro aleatório.

O teste F tipo III foi utilizado para verificar a significância global dos efeitos fixos do modelo, e para os casos positivos as médias de quadrados mínimas foram submetidas ao teste de comparação múltipla de Tukey-Kramer ($\alpha=0,05$). Foram utilizados contrastes para testar o efeito global do cruzamento na base de vacas Angus, a diferença entre o cruzamento de vacas Aberdeen Angus com raça britânica (Hereford) e com raças adaptadas aos trópicos (Caracu e Nelore). A diferença entre o cruzamento de vacas Aberdeen Angus com raça adaptada taurina (Caracu) e com adaptada zebuína (Nelore) e os

efeitos de heterose no cruzamento entre Aberdeen Angus e Nelore e entre Aberdeen Angus e Hereford.

A heterose foi calculada para cada característica a partir das médias ajustadas, utilizando a formula:

$$H\% = (\text{média dos cruzados} - \text{média dos puros}) / \text{média dos puros} \times 100.$$

Avaliação sensorial da carne.

Para a análise sensorial um painel de 12 avaliadores treinados da Embrapa Pecuária Sul foi utilizado. O experimento foi conduzido durante três dias consecutivos e em cada dia os avaliadores realizaram três seções de avaliação com quatro amostras em cada uma, totalizando 12 amostras por dia. Cada uma dessas amostras correspondia a um dos 12 tratamentos de composição racial combinada fatorialmente com o sistema de terminação (pastagem ou confinamento), tendo arranjo 6 x 2 tratamentos. Desta forma, todos os indivíduos avaliaram todos os tratamentos em cada dia, num total de 432 avaliações para cada um dos critérios sensoriais considerados.

O delineamento não convencional desse experimento foi realizado utilizando-se o Procedimento OPTEX do SAS (SAS Institute Inc., 2004). Através desse procedimento foi possível casualizar a ordem de apresentação das amostras de cada tratamento aos avaliadores em cada dia e em cada seção, e otimizar a comparação entre tratamentos, fazendo com que todas as diferentes combinações de níveis ocorressem em número semelhante em uma mesma seção de quatro amostras (prato). As repetições de tratamentos, representadas pelos animais de mesmo genótipo e submetidos ao mesmo sistema de terminação, foram distribuídas ao acaso para cada avaliador em cada dia.

Os avaliadores foram treinados para familiarização com a técnica de análise sensorial e com os atributos a serem avaliados, através de testes de ordenação e uso de escalas não estruturadas, conforme SZCZESNIAK, (1979) e MUÑOZ, (1999).

A intensidade de cada atributo (cor, sabor, intensidade de gordura, dureza, fibrosidade, suculência e mastigabilidade) foi avaliada nas amostras do *Longissimus dorsi* utilizando a escala não estruturada de nove centímetros, sendo 0= pouco e 9=muito. Os lombos foram descongelados sob refrigeração a 4°C, durante 24 horas, enrolado em papel alumínio e grelhado até atingir a temperatura interna de 75°C. As amostras foram cortadas paralelamente às fibras musculares em cubos de 1,5 cm e servidas a uma temperatura de 60°C (ROTA, 2006) em copinhos plásticos codificados com números de três dígitos. Para cada atributo o avaliador recebia uma amostra, anotando na escala a intensidade daquele atributo avaliado,

Análise estatística.

Os dados foram analisados usando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{raça}_i + \text{sist}_j + (\text{raça}*\text{sist})_{ij} + \text{animal}(\text{raça}*\text{sist})_{k(ij)} + \text{avaliador}_l + \text{seção}(\text{avaliador})_{m(l)} + b \times \text{idade}_k + \text{data}_o + \text{erro}_{ijklmno}$$

Onde, $Y_{ijklmno}$ = valor atribuído na seção m pelo avaliador l na amostra do animal k da raça i terminado no sistema j e abatido na data o ;

μ = constante;

raça_i = efeito da composição racial (ANAN, ANCR, ANHH, ANNE, HHHH ou NENE);

sist_j = efeito do sistema de terminação (Pastagem cultivada ou Confinamento);

$(\text{raça}*\text{sist})_{ij}$ = efeito da interação entre composição racial e sistema de terminação;

$\text{animal}(\text{raça}*\text{sist})_{k(ij)}$ = efeito aleatório do animal dentro de composição racial e sistema;

avaliador_l = efeito aleatório do avaliador;

$\text{seção(avaliador)}_{m(l)}$ = efeito de aleatório da seção ou prato par um determinado avaliador e dia;

b = coeficiente de regressão na idade do animal k ao abate (idade_k);

data_o = efeito da data de abate (13/10/2010, 20/10/2010 ou 28/10/2010);

e,

$\text{erro}_{ijklmno}$ = erro aleatório.

Neste modelo o animal é a unidade experimental e, portanto, o termo $\text{animal(raça*sist)}_{k(ij)}$ foi utilizado com denominador para o teste F tipo III dos efeitos dos tratamentos de raça, sistema e sua interação.

Resultados e discussão

Os resultados do teste F tipo III para os efeitos do modelo para característica ponderais e de carcaça são apresentados na Tab. 2.3. Foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as médias ajustadas dos genótipos estudados para as seguintes características de carcaça: peso vivo final, comprimento de perna, comprimento de carcaça, perímetro de braço, peso de dianteiro, peso de costela, peso de traseiro, peso de carcaça fria, área de olho de lombo, rendimento de traseiro, rendimento de costela e rendimento de carcaça fria. Além disso foi observado o efeito de sistema (confinamento e pastagem) sobre as características comprimento de perna, pH coletado 24 horas após abate (pH_24), peso do traseiro, espessura de gordura subcutânea e ganho médio diário final. Já o efeito raça*terminação foi observado apenas para o comprimento de perna e peso de traseiro.

Tabela 2.3- Número de observações, média, desvio-padrão, teste F tipo III para os efeitos do modelo para característica ponderais e de carcaça

Característica	Efeito							
	N	Média	DP	Raça	Sistema	R*S	Data	Idade
GMD_i (kg/dia)	65	0,5	0,1	***	NS	NS	NS	NS
GMD_t (kg/dia)	68	1,2	0,2	**	**	NS	NS	NS
PVF (kg)	68	468,3	49,0	***	NS	NS	**	***
CP (cm)	68	81,1	3,7	***	*	*	NS	**
CC (cm)	68	134,1	7,5	*	NS	NS	NS	*
PB (cm)	68	50,1	2,8	NS	NS	NS	NS	NS
pH_0	68	6,2	0,3	NS	NS	NS	*	NS
pH_24	68	5,5	0,1	NS	*	NS	NS	NS
PD (kg)	54	45,4	5,7	**	NS	NS	NS	***
PC (kg)	54	18,3	3,0	***	NS	NS	NS	***
PT (kg)	54	56,1	6,6	**	**	*	NS	***
PCF (kg)	67	242,8	28,9	***	NS	NS	*	***
EGS (mm)	61	5,2	2,2	NS	*	NS	NS	**
AOL (cm ²)	61	69,4	10,6	**	NS	NS	**	**
RT (%)	54	0,47	0,0	**	NS	NS	NS	NS
RD (%)	54	0,38	0,0	NS	NS	NS	NS	NS
RC (%)	54	0,15	0,0	***	NS	NS	NS	NS
RCF (%)	67	0,52	0,0	***	NS	NS	NS	NS

*P<0,05,** P<0,01,*** P<0,001, NS= Não significativo, N=observações,DP=Desvio padrão, R*S= Interação raça e sistema de terminação,GMD_i=Ganho médio diário do nascimento até a entrada na terminação, GMD_t=Ganho médio diário durante a terminação, PVF= Peso final coletado no embarque pré-abate, CP=Comprimento de perna, CC= Comprimento de carcaça, PB= Perímetro de braço, PD= Peso de dianteiro, PC= Peso de costela, PT= Peso de traseiro, PCF= Peso de carcaça fria, EGS= Espessura de gordura subcutânea, AOL= Área de olho de lombo, RT= Rendimento de traseiro, RC= Rendimento de costela, RD=Rendimento de dianteiro, RCF= Rendimento de carcaça fria, e PPF= Perda pelo frio.

Para a característica ganho médio diário inicial, mensurada do nascimento até a entrada dos animais na terminação, observou-se que os cruzados ANCR e ANNE foram superiores aos demais genótipos (0,550 e 0,568 kg respectivamente), e o cruzado ANHH superou o NENE (0,480 vs. 0,398 kg). Durante a cria e a recria estes animais foram mantidos em pastagem nativa, onde o bovino tende a encontrar a oferta de fibras mais grosseiras e certa restrição alimentar. Este fato pode explicar os maiores ganhos dos

genótipos cruzados com animais adaptados, que normalmente possuem melhor produção em ambientes menos favoráveis. Já para o ganho médio diário final, mensurada durante o período de terminação, independente dos animais terminados a pasto ou confinamento, foi observado que o grupo ANHH foi superior ao ANCR (1,15 vs. 1,02 kg). E não foi observada diferença estatística entre os ganhos dos animais NENE (0,886 kg) e os cruzados ANCR (1,02 kg) e o ANNE (1,04 kg) (Tab. 2.4). Durante este período os animais receberam alimentação de melhor qualidade e sem restrição, explicando os melhores ganhos de peso dos taurinos e o cruzamento entre eles. Ao longo dos anos bovinos de raças européias sofreram maior pressão de seleção artificial para ganho de peso do que bovinos de raças zebuínas (RESTLE & VAZ, 1999).

Tabela 2.4 – Médias ajustadas e desvios-padrão por genótipos para: ganho médio diário inicial (GMDi) e ganho médio diário na terminação (GMDt).

*Genótipo	**Variável	
	GMDi ± DP kg	GMDt ± DP kg
ANAN	0,446 ± 0,02 bc	1,18 ± 0,06 ab
ANCR	0,550 ± 0,02 a	1,02 ± 0,05 bc
ANHH	0,480 ± 0,02 b	1,20 ± 0,04 a
ANNE	0,568 ± 0,02 a	1,04 ± 0,05 abc
HHHH	0,445 ± 0,02 bc	1,15 ± 0,05 ab
NENE	0,398 ± 0,02 c	0,89 ± 0,06 c

*Aberdeen Angus (ANAN), Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE). **Valores na mesma coluna acompanhados com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

Os animais do grupo NENE apresentaram os pesos mais leves ao abate (403,3 kg), em média 77 kg a menos quando comparado com o restante dos outros grupos estudados. Consequentemente, apresentaram também o menor peso de carcaça fria (209,6 kg), sendo que este valor não foi significativo estatisticamente (P>0,05) apenas quando comparado aos animais ANAN (235,1 kg). Os cruzamentos ANNE e ANCR apresentaram os maiores valores para peso de carcaça fria (272,2 e 255,7 kg, respectivamente), porém o ANCR

não diferiu ($P>0,05$) dos grupos ANAN, ANHH e HHHH. Estes menores pesos observados nos NENE pode ser explicado pelo menor ganho médio diário destes animais, resultando em carcaças mais leves (Tab. 2.5). De acordo com Euclides Filho et al. (2002), o menor ganho de peso de animais das raças zebuínas pode estar associado ao seu menor consumo alimentar.

Tabela 2.5 – Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para: peso vivo final (PVF) e peso de carcaça fria (PCF).

*Genótipo	**Variável	
	PFV \pm DP kg	PCF \pm DP kg
ANAN	463,0 \pm 11,2 a	235,1 \pm 6,5 bc
ANCR	494,5 \pm 8,5 a	255,7 \pm 5,0 ab
ANHH	475,7 \pm 7,7 a	242,8 \pm 4,5 b
ANNE	503,8 \pm 8,6 a	272,2 \pm 5,2 a
HHHH	468,1 \pm 9,4 a	240,4 \pm 5,5 b
NENE	403,3 \pm 12,9 b	209,6 \pm 7,5 c

*Aberdeen Angus (ANAN), Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE). **Valores na mesma coluna acompanhados com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Os pesos dos cortes primários da carcaça, como era esperado, acompanharam os resultados de peso de carcaça fria (Tab. 2.6). O NENE apresentou em média 8,1 kg menos para peso de dianteiro e peso de traseiro quando comparado aos animais ANNE, ANCR e HHHH. Para o peso de costela o NENE também apresentou menor peso, apresentando peso de costela em média 5 kg mais leve que o restante dos genótipos. Os cruzamentos ANNE e ANCR foram superiores em média 2,6 kg quando comparado com o HHHH para peso de costela. O peso vivo possui grande influencia no peso de carcaça e consequentemente nos cortes (RESTLE et al., 2000).

Tabela 2.6 – Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para: peso de dianteiro (PD), peso de costela (PC) e peso de traseiro (PT).

*Genótipo	**Variável		
	PD ± DP kg	PC ± DP kg	PT ± DP kg
ANAN	44,2 ± 1,5 ab	18,4 ± 0,7 ab	54,2 ± 1,5 ab
ANCR	47,2 ± 1,1 a	19,4 ± 0,5 a	58,2 ± 1,1a
ANHH	44,8 ± 1,1 ab	18,6 ± 0,5 ab	55,0 ± 1,1 ab
ANNE	49,1 ± 1,8 a	20,3 ± 0,8 a	60,3 ± 1,8 a
HHHH	44,9 ± 1,0 a	17,3 ± 0,5 b	55,4 ± 1,0 a
NENE	39,0 ± 1,5 b	13,8 ± 0,7 c	49,7 ± 1,5 b

*Aberdeen Angus (ANAN), Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE). **Valores na mesma coluna acompanhados com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

A espessura de gordura subcutânea apresentou uma leve interferência do sistema de terminação, sendo que os animais terminados em pastagem apresentaram maiores valores (6,4 vs. 4,6 mm). De um modo geral os animais da pastagem apresentavam um melhor estado corporal.

O cruzado ANNE apresentou o melhor rendimento de carcaça fria (54%) que os demais genótipos estudados, com exceção do NENE que também apresentou bom rendimento (52%). Esta superioridade do cruzado pode estar relacionada ao melhor rendimento de carcaça que normalmente os zebuínos apresentam. De acordo com Vaz & Restle, (2001) os zebuínos apresentam melhor rendimento de carcaça do que taurinos. Na avaliação de rendimento dos cortes primários os animais do grupo NENE apresentaram o menor rendimento costela, porém apresentaram as melhores de rendimento de traseiro (Tab. 2.7). Corroborando com Faturi et al. (2002) que também relata menor rendimento costela em animais NENE. Este fator pode estar relacionado ao menor peso desses animais. Aguinaga et al. (2006), observaram que quando as carcaças passam de leves a pesadas o rendimento costela aumenta porém os rendimentos de dianteiro e rendimento de traseiro diminuem.

Tabela 2.7 – Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para: rendimento de carcaça fria(RCF), rendimento de costela (RC) e rendimento de traseiro (RT).

*Genótipo	**Variável		
	RCF \pm DP %	RC \pm DP %	RT \pm DP %
ANAN	51,1 \pm 0,5 b	15,8 \pm 0,4 a	46,4 \pm 0,4 a
ANCR	51,2 \pm 0,3 b	15,5 \pm 0,3 a	46,7 \pm 0,3 a
ANHH	49,6 \pm 0,4 b	15,7 \pm 0,3 a	46,5 \pm 0,3 a
ANNE	53,6 \pm 0,4 a	15,7 \pm 0,5 a	46,4 \pm 0,4 a
HHHH	53,1 \pm 0,5 b	14,7 \pm 0,3 a	47,1 \pm 0,3 a
NENE	50,9 \pm 0,5 ab	13,3 \pm 0,4 b	48,6 \pm 0,4 b

*Aberdeen Angus (ANAN), Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE). **Valores na mesma coluna acompanhados com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Para as características relacionadas ao desenvolvimento da carcaça foram encontradas diferenças ($P<0,05$) entre os grupos genéticos para comprimento de perna, comprimento de carcaça e área de olho de lombo (Tab. 2.8), mas não para perímetro do braço e espessura de gordura subcutânea. Um dos critérios de utilizados para o abate dos animais foi a espessura de gordura subcutânea, avaliada por ultra-som, o que pode explicar o não aparecimento de diferenças entre as raças.

Os animais NENE e o cruzado ANNE apresentaram as maiores medidas para o comprimento de perna, em média 85,6 cm e o ANCR superou o ANAN para esta característica (80,6 vs. 77,8 cm). Em contrapartida o grupo NENE apresentou baixo comprimento de carcaça (125,4 cm), sendo superado pelos ANCR (137,0 cm) e ANHH (136,9 cm).

Feijó et al. (1997) observaram carcaça mais curta em animais NENE quando comparado com taurinos. De acordo com Restle et al. (1999) o aumento de grau de sangue zebuino implica num aumento de comprimento nos membros, em contrapartida diminuem o comprimento de carcaça.

O cruzamento ANCR foi superior ao puro ANAN para área de olho de lombo (78,4 vs. 65,7 cm) e o NENE inferior aos grupos ANCR, ANNE e HHHH. Os taurinos e seus cruzamentos, costumam apresentar maior musculosidade na carcaça portanto maior área de olho de lombo. Vaz et al. (2002) associam uma maior área de olho de lombo com maior grau de musculosidade na carcaça bovina.

Tabela 2.8 – Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para: comprimento de carcaça (CC), comprimento de perna (CP) e área de olho de lombo (AOL).

*Genótipo	**Variável		
	CC ± DP cm	CP ± DP cm	AOL ± DP cm ²
ANAN	131,7 ± 2,4 ab	77,8 ± 0,8 c	65,7 ± 3,3 bc
ANCR	137,0 ± 1,8 a	80,6 ± 0,6 b	78,4 ± 2,9 a
ANHH	136,9 ± 1,7 a	78,8 ± 0,5 bc	71,2 ± 2,4 abc
ANNE	134,6 ± 1,9 ab	85,6 ± 0,6 a	77,8 ± 3,1 ab
HHHH	134,0 ± 2,0 ab	78,8 ± 0,7 bc	74,2 ± 2,9 ab
NENE	125,4 ± 2,8 b	85,6 ± 0,9 a	60,6 ± 3,9 c

*Aberdeen Angus (ANAN), Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE). **Valores na mesma coluna acompanhados com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

Para o pH₂₄ foi observada diferença (P<0,05) apenas entre os sistemas de terminação (Fig. 2.5). Porém nenhum dos dois sistemas originou animais com potencial para produzir carne DFD (carne escura, firme e seca), que segundo Lawrie, (1970) ocorre quando o pH da carne supera o valor de 5,8. Os animais de confinamento apresentaram valor de pH₂₄ um pouco mais elevado do que os animais terminados em pastagem (5,54 vs. 5,46). Porém ambos os valores estão dentro da normalidade, inferior a 5,8, para animais que não sofreram estresse excessivo (FEIJÓ, 2002).

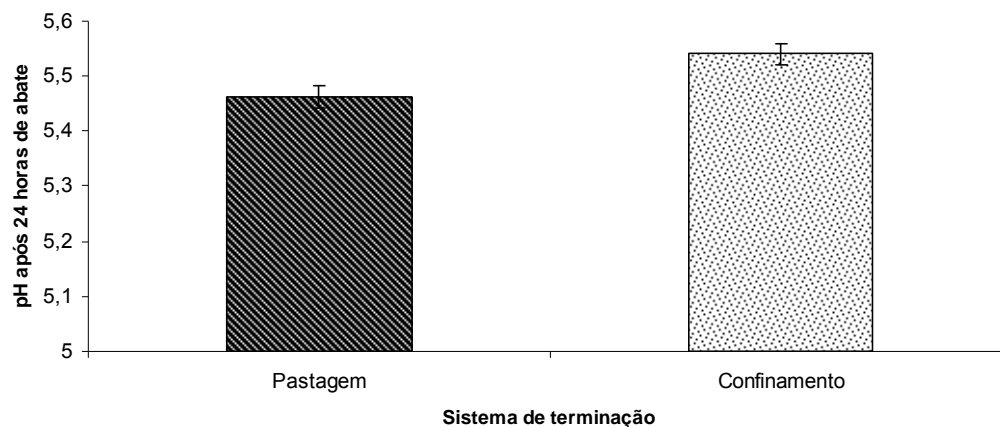


Figura 2.1 - Médias ajustadas para o pH_24 horas após abate de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em dois diferentes sistemas de terminação. Barras associadas com a mesma letra dentro de cada painel não diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

No cruzamento ANNE foram observados os seguintes valores de heterose para as características de carcaça: área de olho de lombo (18,8%), comprimento de carcaça (4,5%), comprimento de perna (4,5%), peso vivo final (14,0%) peso de carcaça fria (18,2), peso de dianteiro (15,2%), peso de costela (15,2%), peso de traseiro (13,8%), rendimento costela (7,6%) e rendimento de carcaça fria (4,9 %). Vaz & Restle (2001) também observaram valores expressivos de heterose para características de carcaça de novilhos mestiços Nelore X Charolês: área de olho de lombo (8,0%), comprimento de carcaça (2,9%), comprimento de perna (2,5%), peso vivo (10,7%), peso de carcaça (11,6%), rendimento de costela (3,1%), porém não relatam heterose para rendimento de carcaça fria.

Para as características relacionadas à qualidade da carne avaliadas por métodos instrumentais foi observada diferença ($P < 0,05$) apenas para a característica força de cisalhamento (Tab. 2.9).

Tabela 2.9 – Número de observações, média, desvio-padrão, teste F tipo III para os efeitos do modelo para características de qualidade de carne avaliadas pelo método instrumental.

Variável	Efeito							
	N	Média	DP	Raça	Terminação	R*S	Data	Idade
PPC	60	33,1	3,1	NS	NS	NS	NS	NS
pH	59	5,48	0,1	NS	NS	NS	**	**
CRA	61	67,0	3,5	NS	NS	NS	NS	NS
FC	61	5,3	1,8	**	NS	NS	*	NS
I*	61	38,0	1,9	NS	NS	NS	NS	NS
a*	61	23,1	2,1	NS	NS	NS	NS	NS
b*	61	9,5	1,2	NS	NS	NS	NS	NS
Umidade	61	74,1	0,76	NS	NS	NS	NS	NS

*P<0,05,** P<0,01,*** P<0,001, NS= Não significativo, N=observações,DP=Desvio padrão, R*S= Interação e sistema de terminação, PPC= Perda por cocção, CRA= Capacidade de retenção de água, EGS= Espessura de gordura subcutânea, FC= Força de cisalhamento, I*= Luminosidade, a*= Intensidade da cor vermelha e b*= intensidade da cor vermelha.

Os animais dos grupos ANNE e NENE apresentaram os maiores valores para força de cisalhamento (5,9 e 6,9 kgf, respectivamente), demonstrando uma tendência a produzir carne menos macia que as demais composições raciais (Tab. 2.10). Porém esses resultados diferiram significativamente (P<0,05) apenas do grupo ANCR (3,7 kgf). Razook et al. (2002), estudaram animais Nelore e Caracu e também encontraram valores de força de cisalhamento inferiores para o genótipo Caracu em comparação ao Nelore (4,5 e 5,8). Levando em consideração que carne macia apresenta valores para força de cisalhamento inferior a 4,5 kgf (OLIVEIRA, 2000), somente os grupos ANCR e HHHH apresentaram valores médios abaixo deste limiar no presente estudo. Rossato et al. (2010) também relatam carne de menor maciez em animais zebuínos, estudando animais Aberdeen Angus e Nelore encontraram valores para força de cisalhamento de 7,86 e 9,13 kgf, respectivamente.

A utilização de genótipos zebuínos em cruzamentos tende a diminuir a maciez da carne (Morgan et al., 1991). Diversos estudos atribuem a menor maciez da carne do genótipo *Bos indicus* a maior atividade da protease cálcio

dependente chamada calpastatina, que atua inibindo a ação das calpaínas, as quais são responsáveis pela fragmentação das estruturas miofibrilares e, consequentemente, pelo amaciamento da carne no *post mortem* (KOOHMARAIE, 1992; WHEELER et al., 1990).

No entanto, existem estudos que atribuem as variações na maciez entre raças ao comprimento do sarcomero (KOOHMARAIE et al., 2002) e a quantidade e solubilidade do colágeno presente na carne (PURSLOW, 1995).

Tabela 2.10 – Médias ajustada e desvios-padrão (DP) por genótipos para força de cisalhamento (FC).

*Genótipo	**Variável
	FC \pm DP kgf
ANAN	5,6 \pm 0,6 abc
ANCR	3,7 \pm 0,5 a
ANHH	4,9 \pm 0,4 abc
ANNE	5,9 \pm 0,5 bc
HHHH	4,4 \pm 0,5 ab
NENE	6,9 \pm 0,7 c

*Aberdeen Angus (ANAN), Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE). **Valores na mesma coluna acompanhados com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Na avaliação da qualidade sensorial da carne, houve efeito significativo ($P < 0,05$) apenas entre as raças para os atributos: dureza sensorial, mastigabilidade e fibrosidade (Tab. 2.11).

Tabela 2.11 – Número de observações, média, desvio-padrão, teste F tipo III para os efeitos do modelo para características de qualidade de carne avaliadas por painel sensorial.

Variável	N	Média	DP	Raça	Terminação	R*S	Data	Idade
Odor	61	3,8	2,0	NS	NS	NS	NS	NS
Sabor	61	4,1	2,0	NS	NS	NS	NS	NS
Gordura	61	2,2	2,0	NS	NS	NS	NS	NS
Cor	61	3,4	1,9	NS	NS	NS	NS	NS
Dureza	61	2,8	2,2	**	NS	NS	NS	NS
Mastigabilidade	61	3,9	2,3	**	NS	NS	NS	NS
Fibrosidade	61	4,8	2,1	**	NS	NS	NS	NS
Suculência	61	3,3	2,0	NS	NS	NS	NS	NS

$P < 0,01^{**}$, R*S=Interação raça e sistema de terminação.

Animais NENE apresentaram carne com maior dureza que a dos ANCR, ANHH e HHHH. Similarmente, os animais NENE e também ANNE foram os que apresentaram maior valor para mastigabilidade (Tab. 2.12). A mastigabilidade está relacionado com o número de mastigadas necessárias para deixar a carne em condições de ser deglutida (ROÇA, 1997). Esses resultados concordam com as análises instrumentais, confirmando que animais de sangue zebuíno apresentam menor maciez na carne. Vaz et al. (2002), estudando animais Charolês e Nelore observaram sensorialmente que a carne de zebuínos foi mais dura e menos suculenta, também apresentando maiores valores na análise instrumental de força de cisalhamento, quando comparados à raça taurina que foi utilizada.

Tabela 2.12 – Médias ajustadas e desvios-padrão (DP) por genótipos para: mastigabilidade, Dureza e fibrosidade.

*Genótipo	**Variável		
	Mastigabilidade ± DP	Dureza ± DP	Fibrosidade ± DP
ANAN	4,3 ± 0,5 ab	3,2 ± 0,5 abc	4,8 ± 0,4 ab
ANCR	2,9 ± 0,5 a	1,9 ± 0,4 ab	3,9 ± 0,4 a
ANHH	3,3 ± 0,4 ab	2,2 ± 0,4 ab	4,4 ± 0,4 a
ANNE	4,5 ± 0,5 b	3,0 ± 0,5 bc	4,9 ± 0,4 ab
HHHH	3,7 ± 0,5 ab	2,7 ± 0,5 b	4,4 ± 0,4 a
NENE	4,9 ± 0,6 b	4,3 ± 0,6 c	5,7 ± 0,4 b

*Aberdeen Angus (ANAN), Aberdeen Angus X Caracu (ANCR), Aberdeen Angus X Hereford (ANHH), Aberdeen Angus X Nelore (ANNE), Hereford (HHHH) e Nelore (NENE). **Valores na mesma coluna acompanhados com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05). As médias estão expressas em pontos em uma escala não estruturada de 1 a 9 de acordo com a intensidade da característica, sendo 1 pouco intenso e 9 muito intenso.

Na análise de correlação multivariada foram encontradas correlações (P<0,05) de moderadas a fortes entre as características de qualidade de carcaça (Tabela 2.13).

O peso vivo final como era esperado esteve fortemente correlacionado com o peso de carcaça fria, peso de dianteiro, peso de costela e peso de traseiro. É previsto que animais com maior peso vivo também produzam uma carcaça de maior peso e conseqüentemente cortes primários mais pesados. Costa et al. (2002) constatou que ao aumentar o peso de abate em 30 kg, houve um incremento de 7,7 kg no peso de traseiro, 7,1 kg peso de dianteiro e 3,7 kg no peso de costela.

As características de medida de carcaça como comprimento de carcaça e perímetro de braço obtiveram correlação positiva como peso de carcaça fria (0,50) e também com os cortes primários da carcaça, somente o peso de costela que não se correlacionou com o perímetro de braço.

Atualmente os frigoríficos tendem a negociar o boi com os produtores não mais pelo seu peso vivo mas sim pelo seu peso de carcaça (COSTA et al.,

2002). Assim, o peso vivo e o rendimento de carcaça afetam indiretamente a remuneração do produtor por terem forte associação com o peso de carcaça fria. Entretanto, essas características (peso vivo final e rendimento de carcaça fria) são independentes entre si e devem receber atenção independente se o objetivo for melhorar o valor auferido no abate dos animais pelo peso de carcaça fria.

O peso do quarto dianteiro teve correlação positiva com peso de costela, peso de traseiro, rendimento de carcaça fria, e rendimento de dianteiro (0,55; 0,86; 0,54 e 0,61 respectivamente), porém teve correlação negativa com o rendimento de traseiro. O peso de costela também se correlacionou negativamente com o rendimento traseiro (-0,51), porém apresentando correlação positiva com peso de traseiro, e rendimento de costela (0,59 e 0,64, respectivamente). O peso vivo, o tamanho do animal interfere diretamente no peso dos cortes globais da carcaça, que acompanham esta tendência.

O comprimento de perna, característica relacionada ao tamanho do indivíduo, apresentou correlação positiva com o peso vivo final, peso de carcaça fria, peso de dianteiro e peso de traseiro (0,46; 0,41; 0,44 e 0,43 respectivamente) apresentando correlação negativa com o peso de costela (-0,33).

A área de olho de lombo teve correlação positiva com o rendimento de carcaça fria. A área de olho de lombo está intimamente ligada a um maior grau de musculabilidade na carcaça. A área de olho de lombo é uma ótima medida para prever o grau de musculabilidade da carcaça, por estar intimamente ligada a esta característica (JOHNSON et al., 1995). Finalmente, a característica comprimento de carcaça teve correlação negativa com o rendimento de traseiro (-0,51).

Tabela 2.13 –Correlações parciais entre as características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos

Características	PCF	PD	PC	PT	RCF	RD	RC	RT	AOL	PB	CC	CP	EGS
PVF	0,90***	0,81***	0,71***	0,83***	0,05	0,21	0,04	-0,28	0,12	0,44**	0,59***	0,46**	-0,00
PCF		0,95***	0,69***	0,94***	0,49**	0,36*	-0,09	-0,30	0,28	0,51**	0,50**	0,41**	0,09
PD			0,55**	0,86***	0,54**	0,61***	-0,24	-0,42**	0,19	0,55**	0,53**	0,44**	0,06
PC				0,59***	0,17	-0,14	0,64***	-0,51**	0,20	0,25	0,45**	0,11	0,26
PT					0,47**	0,18	-0,20	0,00	0,34*	0,44**	0,35**	0,43**	0,15
RCF						0,38**	-0,26	-0,15	0,38**	0,27	-0,04	0,00	0,22
RD							-0,55**	-0,52**	-0,13	0,40**	0,37**	0,29	-0,21
RC								-0,42**	-0,00	-0,18	0,10	-0,33**	0,27
RT									0,15	-0,25	-0,51**	0,02	-0,05
AOL										-0,12	0,01	0,13	0,11
PB											0,40**	0,29	0,09
CC												0,29	-0,05
CP													-0,16

$P < 0,05^*$, $P < 0,01^{**}$, $P < 0,001^{***}$, PV= Peso vivo final, PCF=Peso de carcaça fria, PD= Peso de dianteiro, PC=Peso de costela, PT=Peso de traseiro,

RCF=Rendimento de carcaça fria, RD=Rendimento de dianteiro, RC=Rendimento de costela, RT=Rendimento de traseiro, AOL=Área de olho de lombo,

PB=Perímetro de braço, CC=Comprimento de carcaça, CP=Comprimento de perna e EGS=Espessura de gordura subcutânea

Para características ligadas ao *flavor* da carne (Tab. 2.14), que consiste na sensação fisiológica da interação do olfato com o paladar (MADRUGA et al., 2003), observou-se uma correlação positiva entre odor com o sabor (0,44). O extrato etéreo, indicativo de marmoreio por expressar a quantidade de gordura intramuscular, correlacionou positivamente com a espessura de gordura subcutânea (0,46), mostrando que o grau de acabamento, embora que de forma moderada, influencia positivamente no marmoreio independente do grupo genético do animal. Outros autores também observaram que animais com maior deposição de gordura na carcaça tendem a apresentar maior extrato etéreo (VAZ et al., 2001).

Tabela 2.14– Correlações parciais entre odor, sabor, gordura, extrato etéreo e espessura de gordura subcutânea.

Variável	Sabor	Gordura	EE	EGS
Odor	0,44**	-0,12	0,13	0,02
Sabor		0,18	0,24	0,26
Gordura			0,09	-0,11
EE				0,46**

$P < 0,01$ ** EE= Extrato etéreo e EGS= Espessura de gordura subcutânea.

Dentre as características relacionadas a maciez da carne, a dureza teve alta correlação com a mastigabilidade (Tab. 2.15). Isso era esperado, pois a mastigabilidade é uma avaliação complementar a dureza. Além do mais, a associação entre mastigabilidade e força de cisalhamento foi moderadamente alta (0,67). A dureza também teve correlação positiva com força de cisalhamento e perda por cocção (0,62 e 0,30, respectivamente), demonstrando a validade do método sensorial para avaliação da maciez da carne bovina. Borges et al. (2006) avaliando carne caprina encontrou correlação positiva de 0,63 entre a força de cisalhamento e a dureza sensorial, demonstrando que a dureza da carne considerada pelo painel pode ser comprovada pelo método instrumental.

Tabela 2.15- Correlações parciais entre características sensoriais e instrumentais relacionadas com a maciez da carne.

Variável	MS	FS	SS	FC	PPC	CRA
DS	0,86***	0,45**	-0,05	0,62***	0,30**	-0,22
MS		0,40**	-0,06	0,67***	0,23	-0,23
FS			0,04	0,23	0,11	0,15
SS				-0,09	-0,26	0,01
FC					0,33*	0,32*
PPC						-0,22

$P < 0,05^*$, $P < 0,01^{**}$, $P < 0,001^{***}$, DS= Dureza sensorial, MS= Mastigabilidade sensorial, FS= Fibrosidade sensorial, SS= Suculência sensorial, FC= Força de cisalhamento PPC= Perda por cocção e CRA= Capacidade de retenção de água.

Conclusões

O cruzamento entre raças britânicas e adaptadas aos trópicos permite utilizar a heterose e complementaridade entre essas raças para aumentar o peso e rendimento de carcaça de novilhos de corte abatidos ao redor de 24 meses de idade.

O Caracu pode ser usado como alternativa de genótipo adaptado aos trópicos no cruzamento com a raça Angus apresentando níveis comparáveis quanto aos aspectos quantitativos da carcaça, mas com maior maciez da carne quando comparada com o cruzamento com raças zebuínas.

Discussão geral.

As novas tendências do mercado caminham para produção sustentável independente do ramo de atuação.

Com a pecuária não é diferente, atualmente a indústria da carne enfrenta o desafio de ofertar ao consumidor, um produto saudável, ecologicamente correto e que lhe proporcione prazer e praticidade. Para alcançar este objetivo diversos aspectos precisam ser contemplados. Serão necessários diversos estudos voltados para raças que produzam carne de qualidade, sistemas de criação mais produtivos e menos agressivos ao meio ambiente, identificação de novas exigências do consumidor e nichos de mercado, sendo sempre avaliados em conjunto.

O trabalho estudou diferentes composições raciais e diferentes sistemas de terminação e foi possível identificar que determinados genótipos são mais eficientes do ponto de vista alimentar e que produzam carne de melhor qualidade. Isto contribuí para tomadas de decisões que tenham como objetivo atender as novas tendências e que visam explorar determinados nichos de mercado e a procura de produtos de melhor qualidade e produzidos com sustentabilidade.

Durante a terminação no confinamento as raças britânicas Aberdeen Angus e Hereford e o cruzamento entre elas apresentaram valores mais expressivos para ganho de peso. Estes animais enquanto foram mantidos em pastagem nativa durante a cria e a recria apresentaram baixo ganho de peso, porém passaram a responder melhor que os outros genótipos quando a oferta de alimento melhorou nos aspectos qualitativos e quantitativos durante a terminação em confinamento e pastagem cultivada.

Os animais Hereford apresentaram melhor eficiência alimentar, consumindo menos alimento e apresentando o mesmo desempenho que os animais Aberdeen Angus. Isto além de reduzir os custos de produção, pode contribuir com o ambiente, pois pesquisas mostram que bovinos que

apresentam menor consumo alimentar produzem quantidade menor de gás metano, nocivo a camada de ozônio.

A utilização do cruzamento mostrou ser uma interessante alternativa para associar produtividade com qualidade. Os animais meio sangue ANNE produziram carne com maciez comparável a de animais britânicos e apresentaram precocidade para deposição de gordura, permitindo o abate de animais mais jovens.

Os animais cruzados avaliados neste trabalho, apresentaram boa eficiência alimentar, com valores para consumo alimentar residual próximos a zero. Além do mais apresentaram desempenhos superiores para peso vivo e consequentemente peso de carcaça fria, que esta intimamente ligada à remuneração do produtor.

O Nelore utilizado como raça pura, nas condições desse experimento, apresentou baixa produtividade e pouca eficiência alimentar, no entanto, destacou-se no cruzamento com a raça Aberdeen Angus. Os cruzados Angus x Nelore apresentaram valores significativos para heterose em características produtivas como peso vivo ao abate e rendimento de carcaça fria. Esse cruzamento também apresentou valores próximos à zero para o consumo alimentar residual o que mostra a boa eficiência alimentar desses animais. Indicando o potencial destes em conciliar boa produtividade com baixos custos de produção.

O cruzamento Angus x Caracu apresentou boa produtividade sem alterar as características referentes à qualidade da carne. Esses animais produziram carne macia, e apresentaram razoável eficiência alimentar com valores para consumo alimentar residual, embora positivos, próximos à zero. Além disso, mostraram bons valores para as características produtivas tanto de desempenho como de carcaça. O cruzamento de raças britânicas com o Caracu pode ser utilizado como alternativa de aumentar a produtividade e a rusticidade dos animais com a vantagem de não diminuir a maciez da carne como pode ocorrer em cruzamentos envolvendo zebuínos. Esses animais

merecem a atenção em novos estudos, pois conciliaram uma boa produtividade com qualidade de carne.

O sistema de terminação não alterou a qualidade da carne dos novilhos estudados. Tanto métodos instrumentais como sensoriais não encontraram diferenças nas características da carne de animais produzidos a pasto ou em confinamento. Características importantes como odor, sabor e maciez foram iguais nos dois sistemas.

Por fim, cabe destacar que os sistemas de cruzamentos podem ser utilizados para produzir animais com boa eficiência alimentar, maior produtividade e que também produzam carne de boa qualidade, especialmente no aspecto mais apreciado pelos consumidores que é a maciez.

Referências.

ABHB, Carne Certificada Pampa - Expandindo as Fronteiras da Carne de Qualidade. Disponível em:

<<http://www.hereford.com.br/?bW9kdWxvPTEwJm1lbnU9MjQmYXJxdWI2bz1jb250ZXVkbY5waHA=>>. Acessado: 20 de abril de 2011.

ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D.; et al. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1640-1650, 2005.

AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI I.; et al.. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1765-1773, 2006.

ALMEIDA, R.; LANNA, D. P. D.; 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.

AMASA. Guidelines for Cooking and Sensory Evaluation of Meat. **American Meat Science Association**, National Live Stock and Meat Board, Chicago, IL. 1978.

AMSA. AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. Guidelines for meat color evaluation. **Proceedings of the reciprocal meat conference** (volume 44), 1991.

AMSA. AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of fresh meat. **Natl. Live Stock and Meat Board**, Chicago, IL , 1995.

ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Angra FNP Pesquisas, 2009. 360p.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. Ed. Washington DC: v.1, p.99 – 101, 1990.

AOCS Official Procedure Am 5-04, **Rapid Determination of Oil/Fat High Temperature Solvent Extraction** (For XT10, XT10I, XT15, XT15I) ANKOM Technology Method 2, 2009.

APROPAMPA, Regulamento técnico de qualidade da indicação de procedência da carne do pampa gaúcho da campanha meridional, Disponível em: <<http://www.carnedopampagaucha.com.br/index.php?secao=secao&mostrateudo=5>> , Acessado: 20 abril 2011.

ARBOITTE, M. Z.; RESTLE, J.; FILHO, D. C. A.; et al. Desempenho em Confinamento de Novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês Abatidos em Diferentes Estádios de Desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.947-958, 2004.

ARCHER, J. A.; RICHARDSON E. C.; HERD R. M.; et al. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.50, p.147-161, 1999.

ARCHILE-CONTRERAS, A. C.; MANDELL, I. B.; PURSLOW, P. P. Disparity of dietary effects on collagen characteristics and toughness between two beef muscles. **Meat Science**. v. 86, p. 491-497, 2010.

ARTHUR J. P. F. & HERD R. M. Residual feed intake in beef cattle. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, suplemento especial p.269-279, 2008.

BARBER, K.A.; WILSON, L.L.; ZIEGLER, J.H. et al. Charolais and Angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight. II. Empty body composition, energetic efficiency and comparison of compositionally similar body weights. **Journal of Animal Science**, v.53, p.898-906, 1981.

BARBOSA SILVEIRA, I. D.; FISCHER, V.; SOARES, G. J. D. Relação entre o genótipo e o temperamento de novilhos em pastejo e seu efeito na qualidade da carne. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.2, p.519-526, 2006.

BASARAB, J. A.; PRICE, M. A.; AALHUS, J. L.; et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.83, p. 189-204, 2003.

BATALHA, M. O. & BUZZO, G. Consumo de carne bovina no Brasil: tendências e perspectivas. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUINAS, 2000. Uberaba. **Anais...** Uberaba. MG. Brasil. 2000. p. 229.

BERETTA, V.; LOBATO J. F. P.; NETTO, C. G. M. Produtividade e Eficiência Biológica de Sistemas de Produção de Gado de Corte de Ciclo Completo no Rio Grande de Sul, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.991-1001, 2002.

BERG, R.T.; WALTERS, L.E. The meat animal: changes and challenges. **Journal of Animal Science**, v.57, S2, p.133-146, 1983.

BOLEMAN, S. J., J. W.; SAVELL, R. K.; MILLER, H. R.; et al. Consumer evaluation of beef of known tenderness level. **Journal of Animal Science. Abstr.** 1995

BORGES, A. D. S. ; ZAPATA, J. F. F. ; GARRUTI, D. D. S.; et al. Medições instrumentais e sensoriais de dureza e suculência na carne caprina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 26 n.4, p.891-896, 2006.

BRESSAN, M.C. **Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango.** Campinas.1998 201f.. (Tese-Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas..

BRONDANI, I. L.; SAMPAIO, A. A. M.; RESTLE, J.; et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2034-2042, 2006.

BULLE, F. C. P.; PAULINO, P. V.; SANCHES, A. C.; et al. different growth potentials and residual feed intakes Growth, carcass quality, and protein and energy metabolism in beef cattle with. **Journal of Animal Science**, v.85, p.928-936, 2007.

BUZZO, G.; BATALHA, M. O. Cadeia agroindustrial da carne bovina: tendências e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 4., 2000, Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 2000. p. 229-242.

CASACCIA, J.L, PIRES, C.C, RESTLE, J. Confinamento de bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993, p.468.

CASAS, E.; WHITE, S. N.; RILEY, D. G.; et al. assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in Bos indicus cattle. **Journal of animal science**, v.83, p.13-9, 2005.

COSTA, E. C. D.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; et al. Desempenho de Novilhos Red Angus Superprecoces, Confinados e Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.129-138, 2002.

CURI, R. A.; CHARDULO, L. A. L.; GIUSTI, J.; et al. Assessment of GH1, CAPN1 and CAST polymorphisms as markers of carcass and meat traits in Bos indicus and Bos taurus–Bos indicus cross beef cattle. **Meat Science**, v. 86 p. 915–920, 2010.

CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. et al.Comparisons of Bos indicus and Bos taurus inheritance forcarcass beef characteristics and meat palatability. **Journal ofAnimal Science**, v.67, n.9, p.2661-2668, 1989.

EUCLIDES FILHO K. E.; FEIJÓ G. L. D.; FIGUEIREDO G. R.; et al. Efeito de Idade à Castração e de Grupos Genéticos sobre o Desempenho em Confinamento e Características de Carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1 p.71-76, 2001.

EUCLIDES FILHO, K. A situação do melhoramento genético com relação à maciez da carne bovina, e sua importância para a pecuária de corte brasileira. In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DA CARNE E MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 1998, São Carlos. Estado da arte, necessidade de pesquisa e direcionamento de programas de melhoramento genético. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA-CPPSE/São Paulo: FUNDEPEC/Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 1998. p.105-113.

EUCLIDES, FILHO K.; FIGUEIREDO, G. R. D.; EUCLIDES, V. P. B.; et al. Desempenho de Diferentes Grupos Genéticos de Bovinos de Corte em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1114-1122, 2003.

EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; MENDES, A. R.; et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2050-2057, 2006.

FAO-Food and agriculture organizations of the United Nations. **Livestok's Long Shadow**. Environmental Issues ad Options. Roma, 2006, 86p.

FAVA NEVES, M.; SCARE, R. F.; CAVALCANTI, M. da R. **Comercialização internacional de produtos animais provenientes de pastagens**. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br>>. Acesso em: 11 março 2011..

FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; et al. Características da Carcaça e da Carne de Novilhos de Diferentes Grupos Genéticos Alimentados em Confinamento com Diferentes Proporções de Grão de Aveia e Grão de Sorgo no Concentrado. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.31, n.5, p.2024-2035, 2002

FEIJÓ, G.L.D. Conhecendo a carne que você consome - Qualidade da carne bovina. Disponível em: <www.cnpqc.embrapa.br/publicações/doc/doc77/>. Acesso em: 16 fevereiro 2011.

FEIJÓ, G.L.D., EUCLIDES FILHO, K., FIGUEIREDO, G.R. et al., Avaliação de carcaças de Nelore e F1's europeu-Nelore a um grau de acabamento constante. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.133-135.

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.

FELICIO, P. E. de. Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina. In: A. M. Peixoto; J. C. Moura; V. P. de Faria. (Org.). **Produção de Novilho de Corte**. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1997, v. Único, p.79-97.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; et al. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-

açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.855-864, 2007.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; et al. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.139-147, 2008.

FERREIRA, I.C.; SILVA, M.A.; REIS, R.P.; et al. Análise de custos de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte terminados em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n 3, 2004, p. 385-391.

FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998.

FILHO, K. E.; FIGUEIREDO, G. R. D.; EUCLIDES, V. P. B.; et al. Desempenho de Diferentes Grupos Genéticos de Bovinos de Corte em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1114-1122, 2003.

GALVÃO, J.G.C. **Estudo da eficiência nutritiva, características e composição física da carcaça de bovinos de três grupos raciais, abatidos em três estágios de maturidade**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 82f.. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Visoça.

GEERT GEESINK, G.; SUJANG, S.; KOOHMARAIE, M. Tenderness of pre- and post rigor lamb longissimus muscle. **Meat Science**. v. 80, p. 723-726, 2011.

GESUALDI JÚNIOR, A.; PAULINO, M. F.; FILHO S. C. V.; et al. Níveis de Concentrado na Dieta de Novilhos F1 Limousin x Nelore: Consumo, Conversão Alimentar e Ganho de Peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5: p.1458-1466, 2000.

GREGORY, K.E., L.V. CUNDIFF E R. M. KOCH. **Composite breeds to use heterosis and breed differences to improve efficiency of beef production**. MARC-USDA-ARS. Clay Center, NE: 1999,75p. 1999. (Tech. Bulletin No. 1875)

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. **Advances in Food Research**. Cleveland, v.10, n2, p.335-443, 1960.

HEGARTY, R. S.; GOOPY, J. P.; HERD, R. M.; et al. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. **Journal of Animal Science**. v.85, p.1479-1486, 2007.

HEINEMANN, R. J. B.; MARCOS FRANKE PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G. ; et al. Método simples para estimar encurtamento pelo frio em carne bovina. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.32, n.2, p.335-339, 2002.

HERD, R. M.; ARCHER, J. A.; ARTHUR. P. F. Reducing the cost of beef production through genetic improvement of feed intake: Opportunity and challenges to application. **Journal of Animal Science**. v.81,p.9–17. 2003

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 21-22.

JOHNSON, E. R.; TAYLOR, D. C.; PRIYANTOT, R. The Estimation of Beef Carcass Muscle Using Cross-sectional Área of M. Longissimus dorsi at the Fifth Rib. **Meat Science**. v.40, p.13- 19, 1995.

KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY. K.E. Beef cattle breed resource utilization. **Revista Brasileira de Genética**,v.51, n.3, p.55-80, 1989.

KOCH, R. M.; SWIGER, L. A.; GREGORY, K. E.. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.22, p.486-494, 1963.

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, 1993.

KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD, S. D., WHEELER T. L. **Beef Tenderness: Regulation and Prediction**. US_MARC. Clay Center, NE, 1996.

KOOHMARAIE, M.; VEISETH, E.; KENT, M. P. et al., Understanding and Managing Variation in Meat Tenderness. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2003. 1.

KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in postmortem muscle protein degradation and meat tenderness. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 1992, Boulder. **Proceedings...** Boulder: Colorado State University, 1992. v.45, p.63-71.

KOOHMARAIE, M.; KENT, M.P.; SHACKELFORD, S.D. et al., Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, v.62, p.345-352, 2002.

KOOHMARAIE, M., WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D. **The Importance and Value of Tenderness**. US_MARC, U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Clay Center, NE, 1998.

LAUZER, J.J.; MULLER, L.; SILVA, S.F. A influência da conformação no rendimento de alguns cortes da carcaça bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Vol. 8, n.1, 1979.

LAWRIE, R.A. Ciência de la carne. Zaragoza: **Acribia**. 342p. 1970.

LEAL, J.J.B. Cruzamento sistemático e uso de raças sintéticas. **Associação Nacional de Criadores "Herd Book Collares"**, Pelotas RS, Jornal dos Criadores, Ano II, n.15, p. 14-15, 1994.

LEIDENZ, N. H. Parâmetros de qualidade de carne para o início do milênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 4., 2000, Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 2000. p. 243-259.

LOPES, J. S.; RORATO, P. R. N.; WEBER, T.; et al. Metanálise para características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos. **Ciência Rural**, v.38, n.8, 2008.

MADRUGA, M. S.; SOUZA, J. G. ; ARRUDA, S. G. B. ; et al. Carne caprina de animais mestiços: Estudos do perfil aromático. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, Campinas, v.23 n.3 p. 323-329, 2003

MEDEIROS, F. S. 2010: um ano de muitos avanços. Jornal Angus@news, p.12, janeiro/fevereiro. 2011, <<http://www.carneangus.org.br/artigo/lista>>, acessado em 28 de fev. 2011.

MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J., VAZ, F. V.; et al. Composição Física da Carcaça e Qualidade da Carne de Novilhos de Gerações Avançadas do Cruzamento Alternado entre as Raças Charolês e Nelore, Terminados em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.946-956, 2005.

MOORE, S. S.; MUJIBI, F. D.; SHERMAN, E. L. Molecular basis for residual feed intake in beef cattle. **Journal of Animal Science**. v. 87, p. 41-47, 2008.

MORGAN, J. B., J. W.; SAVELL, D. S.; HALE, R. K.; et al. Cross, and S. D. Shackelford. National beef tenderness survey. **Journal of Animal Science**, v.69 p.3274–3283, 1991.

MORGAN, J.B., WHEELER, T.L., KOOHMARAIE, M. et al.,. Effect of castration on myofibrillar protein turnover, endogenous proteinase activities, and muscle growth in bovine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, V.71 n.2 p.408-414, 1993.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. Santa Maria: UFSM, 1980. n.1, 31p.

MÜLLER, L. **Normas para a avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1987. 31p.

MUÑOZ, A. M. Análise Descritivo-Desarollo de descriptores. In: Almeida, T.C.A et al., **Avanços em Análise Sensorial**. São Paulo: Livraria Varela. p.23-34, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7 ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 1996.

OLIVEIRA, A. de L. Maciez da carne bovina. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n.33, p. 7-18, 2000.

PÁDUA J. T.; MAGNABOSCO C. U.; DANIEL SAINZ R.D.; et al. Genótipo e Condição Sexual no Desempenho e nas Características de Carcaça de Bovinos de Corte Superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2330-2342, 2004

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; VAZ F. N.; et al. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.309-320, 2006.

PEREIRA, A. S. C. A questão da palatabilidade da carne. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br>>. Acesso em: 23 de dez. 2011.

PEREIRA, A. S. C. Avaliação de alguns fatores que alteram a maciez da carne em bovinos. Disponível em: <www.beefpoint.com.br>. Acesso em: 5 de out. de 2011.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. S.; et al. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 277-283, mar, 2004.

PURSLOW, P.P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, v.70, p.435-447, 2005.

RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; ANA CLÁUDIA RUGGIERI, A. C.; NARDON, R. F.; et al. Desempenho em Pastagens e Características de Carcaça da 16a Progenie dos Rebanhos Nelore, Guzerá e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1367-1377, 2002.

RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; NEUMANN, M. Eficiência na terminação de bovinos de corte. In: RESTLE, J. (Ed.). **Eficiência na produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. p.277-303.

RESTLE, J.; VAZ, F. N., FEIJÓ, G. L. D.; et al. Características de Carcaça de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Composições Raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29 n.5, p.1371-1379, 2000.

RESTLE, J., FELTEN, H.G., VAZ, F.N. Efeito de raça e heterose para desempenho em confinamento de novilhos de corte. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 14, 1995, Mar del Plata. **Memorias...** Balcarce: ALPA, p.852-854, 1995.

RESTLE, J.; FLORES, J.L.C.; VAZ, F.N. Desempenho em confinamento, do desmame ao abate aos quatorze meses, de bovinos inteiros ou castrados, produzidos por vacas de dois anos. **Ciência Rural**, v.27, n.4, p.651-655, 1997.

RESTLE J.; PASCOAL L. L.; FATURI C.; et al. Efeito do Grupo Genético e da Heterose nas Características Quantitativas da Carcaça de Vacas de Descarte Terminadas em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.350-362, 2002 (suplemento)

RESTLE, J., VAZ, F.N. 1999. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATTO, J.F.P., BARCELLOS, J.O.J., KESSLER, A.M. (Eds.) **Produção de bovinos de corte**, PortoAlegre: EDIPUCRS, p.141-167.

RESTLE, J., VAZ, F.N., QUADROS, A.R.B. et al., Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28 n.6 p.1245-1251, 1999.

ROTA, E.L.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S. et al., Influência da castração e da idade de abate sobre as características subjetivas e instrumentais da carne de cordeiros Corriedale. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2397-2405, 2006.

ROÇA, R. O. Tecnologia da carne e produtos derivados. Botucatu FCA – UNESP, 1997. p.10-80.

ROSSATO, L. V.; BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, E. C.; et al. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1127-1134, 2010.

SANTOS, E. D. G. ; PAULINO, M. F.; LANA, R. P.; et al. Influência da Suplementação com Concentrados nas Características de Carcaça de Bovinos F1 Limousin - Nelore, Não-Castrados, durante a Seca, em Pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1823-1832, 2002.

SAINZ, D.R. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza : SBZ, 1996. p.7.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. SAS system: SAS/STAT. version 9.0 (software), Cary: SAS Institute, 2004.

SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 11, p. 3333-3340, 1995.

SCHENKEL, F. S.; MILLER, S. P.; WILTON, J. W. Genetic parameters and breed differences for feed efficiency, growth, and body composition traits of young beef bulls. **Canadian Journal of Animal Science**. v. 84, p. 177-185, 2004.

SZCZESNIAK, A. Recent Developements in solving consumer-oriented texture problems. Food **Tecnology, Chicago**, n. 33, n. 10, p. 61-66, 1979.

TULLIO, R.R.; OBA, A.; LEONEL, F.R.; et al. Qualidade da carne de bovinos castrados e não castrados de diferentes grupos genéticos terminados à pasto ou em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004, Campo Grande. **Anais**. Campo Grande: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004.v. 41.

VAN EENENNAAM, A.L.; THALLMAN, R.M.; QUAAS, R.L.; et al. Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits. **Journal of Animal Science**, v.85, p.891-900, 2007.

VAZ F. N. & RESTLE, J. Efeito de Raça e Heterose para Características de Carcaça de Novilhos da Primeira Geração de Cruzamento entre Charolês e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.2 p.409-416, 2001.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G. L. D.; et al. Qualidade e Composição Química da Carne de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Grupos Genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.2 p.518-525, 2001.

VAZ F. N.; RESTLE J.; VAZ R, Z.; et al. Efeitos de Raça e Heterose na Composição Física da Carcaça e na Qualidade da Carne de Novilhos da Primeira Geração de Cruzamento entre Charolês e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.376-386, 2002 (suplemento)

WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine longissimus Muscle. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 1232-1238, 1994.

WHEELER, T. L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H. R.; et al. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**. v. 68 p.4206–4220, 1990

WHEELER T. L., SHACKELFORD, S. D., KOOHMARAIE, M. MARC. **Beef Classification System** - Objective Evaluation of Beef Tenderness and Cutability. 1998 US_MARC, U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Clay Center, NE.

WILLIAMS J. L.; AGUILAR L.; REKAYA R.; et al. Estimation of breed and heterosis effects for growth and carcass traits in cattle using published crossbreeding studies. **Journal of Animal Science**. v.88 p.460-466. 2010.