

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Consumo, eficiência alimentar e exigências nutricionais de vacas de
corte na lactação e terminação**

Tiago Zanetti Albertini

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba

2006

Tiago Zanetti Albertini
Médico Veterinário

Consumo, eficiência alimentar e exigências nutricionais de vacas de corte na lactação e terminação

Orientador: Prof. Dr. **DANTE PAZZANESE LANNA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2006

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Albertini, Tiago Zanetti

Consumo, eficiência alimentar e exigências nutricionais de vacas de corte na lactação e terminação / Tiago Zanetti Albertini. - - Piracicaba, 2006.
75 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Alimentação animal 2. Bioenergética 3. Bovinos de corte 4. Crescimento animal
5. Cruzamento animal 6. Lactação animal 7. Produção animal 8. Raças animais I. Título

CDD 636.213

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Dedicatória

A meu pai Paulo Roberto Albertini e a minha mãe Rosana Zanetti Albertini pelo amor, apoio e ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Dante Pazzanese Lanna pelos ensinamentos, dedicação e trabalho.

Aos pesquisadores Dr. Sérgio Raposo de Medeiros e ao Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior, pelos ensinamentos e pelo absoluto apoio experimental.

À Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e aos Professores pela oportunidade intelectual e pela ajuda em escrever parte de minha história.

À FAPESP pelo suporte financeiro ao projeto.

À Embrapa Gado de Corte pelo suporte financeiro ao projeto.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Kloppen Solutions pelo suporte tecnológico e parceria.

A minha irmã Juliana Zanetti Albertini, minha avó Amália Albertini, meu tio avô Otávio Polizel e tia avó Nice Polizel, pelo carinho e amizade.

A minha querida, amada e compreensiva namorada Susana Beatriz Stanley Barizon.

A família LNCA - USP, em especial a querida Maria Antônia Etchegaray, Amoracyr Nuñez, Mariana Caetano, Rodrigo Goulart, Laudí Leite, Beatriz Hoffmann, Rafael Monteiro, Rodrigo Almeida, Patrícia Santos, Patrícia Pauletti, Liris Kindlein e Nice.

A família Embrapa Gado de Corte, em especial aos grandes amigos Andréa R.D.L. Souza, Fábio A. Biberg, Caroline Bertholine e Simone Reis. E a todos aqueles que não foram citados, mas que de alguma forma me apoiaram.

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE SIGLAS	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
2.1 Animais, Manejo e Protocolos.....	19
2.2 Variáveis Estudadas e Cálculos	24
2.3 Análise Estatística	32
3 RESULTADOS	34
4 DISCUSSÃO	48
4.1 Partição de Energia na Lactação	48
4.2 Eficiência de Produção e Contribuição Energética do Leite	50
4.3 Eficiência da Progênie.....	53
4.4 Eficiência do Par Vaca/bezerro	55
4.5 Desempenho e Metabolismo na Terminação.....	60
4.6 Eficiência Energética Alimentar e Consumo Alimentar Residual.....	63
5 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS.....	70

RESUMO

Consumo, eficiência alimentar e exigências nutricionais de vacas de corte na lactação e terminação

O objetivo deste trabalho foi estimar as exigências e a eficiência energética de vacas de corte lactantes e não gestantes, bem como do par vaca/bezerro. Posteriormente foi correlacionada a eficiência do par vaca/bezerro durante a lactação com a eficiência das mesmas vacas durante a terminação. Na fase de lactação os pares vaca/bezerro foram avaliados desde após o nascimento (17 ± 5 , d DP) até a desmama (210 d). Após a desmama foi conduzido o ensaio de terminação (67 d) e abate somente das matrizes. Foram avaliadas 10 vacas adultas $\frac{1}{2}$ Caracu x Nelore (CN) e 10 $\frac{1}{2}$ Angus x Nelore (AN), acasaladas com touros Red Angus (RA) e Canchim (CC), respectivamente. Na lactação o oferecimento da dieta (2,30 Mcal EM/kg e 12,4% PB) variou individualmente ao longo do período com objetivo de manter constante o peso das matrizes ao longo da lactação. A mesma dieta foi oferecida a vontade para a progênie. Durante o ensaio de terminação em confinamento a dieta (2,37 Mcal EM/kg e 10,5% PB) foi fornecida à vontade. A ingestão de matéria seca das matrizes foi de 92,4 g MS/kg $PM^{0,75}$ (CV=3,2%; P=0,458). Vacas AN apresentaram produção de leite corrigida para gordura 12% superior (P<0,05). A concentração energética do leite (Mcal/kg) das vacas CN foi 9,4% superior (P<0,05). A eficiência (Mcal leite/Mcal EM ingerida) não foi diferente. A exigência de energia metabolizável de lactação (EM_l) foi maior (P<0,05) para vacas AN em relação as CN, 90,1 e 74,2 (EM_l , kcal $EM_l/kg PM^{0,75}$), respectivamente. Bezerros $\frac{1}{2}CC\frac{1}{4}AN\frac{1}{4}NE$ apresentaram ingestão de energia metabolizável (IEM) proveniente do leite 11,3% (P<0,05) superior. Bezerros $\frac{1}{2}RA\frac{1}{4}CR\frac{1}{4}NE$ foram 10,7% mais eficientes (g $GP_{210d}/Mcal$ IEM leite+dieta sólida). Não houve diferença para eficiência dos pares vaca/bezerro, contudo houve considerável variação individual, onde a eficiência média foi 35,3 g $GP_{210d}/Mcal$ IEM par (CV=11,5%). A eficiência do par foi positivamente relacionada ao ganho do bezerro ($r=0,79$; P<0,01) e negativamente relacionada à IEM do par ($r=-0,58$; P<0,05). Vacas CN ao abate apresentaram EGS 29% menor, AOL 13% maior e maior proteína no corpo vazio (P<0,05). Vacas AN apresentaram 14,7% maior proporção de órgãos internos relativo ao peso vazio e maior peso dos intestinos (P<0,01). As correlações fenotípicas demonstraram associação entre as eficiência de secreção do leite das vacas nas fase de lactação e de ganho de peso na fase de terminação ($r=0,43$; P=0,09). A eficiência de secreção de leite das vacas na lactação apresentou correlação com a eficiência do par ($r=0,68$; P<0,01). O consumo alimentar residual (CAR) das vacas na terminação foi correlacionado com o CAR das vacas em lactação ($r=0,53$; P<0,05) e com o CAR dos pares ($r=0,62$; P<0,01). Isso indica que vacas de corte mais eficientes durante a terminação são também mais eficientes no período de cria.

Palavras-chave: Acabamento; Bioenergética; Conversão alimentar; Crescimento; Cria; Cruzamento; Diferença racial; Eficácia; Grupo genético; Produção de leite; Residual feed intake; Seleção

ABSTRACT

Intake, feed efficiency and nutritional requirements of lactating and fattening beef cows

This study estimated the requirements and feed efficiency of non-pregnant lactating beef cows, as well as cow calf pairs. It also correlated the efficiency of the cows and their progeny during lactation to efficiency determined for the same cows in a finishing trial after weaning. In the lactating phase cow calf pairs were evaluated from just after birth (17 ± 5 , d) to weaning at 210 d. The finishing trial for the mature cows started after weaning and lasted 67 d after which cows were slaughtered. Twenty adult cows were evaluated, 10 $\frac{1}{2}$ Caracu x Nelore (CN) and 10 Angus x Nelore, bred to Red Angus (RA) and Canchim (CC) bulls, respectively. During lactation the diet (2.30 Mcal ME/kg and 12.4% CP) was offered in variable amounts to maintain individual live weight and condition score constant. The same diet was offered *ad libitum* to the calves. During the finishing phase cows were fed *ad libitum* (2.37 Mcal ME/kg e 10.5% CP). The dry matter feed intake of cows was 92,4 and SD 2,9 g DM/kg BW^{0,75}. AN cows had fat corrected milk 12% higher compared to CN cows ($P < 0.05$). However, milk energy content (Mcal/kg) was 9.4% higher ($P < 0.05$) for CN cows. Efficiency of milk production (Mcal milk/Mcal ME intake) was not different. Metabolizable energy for lactation (ME_l) was higher ($P < 0.05$) for AN cows in comparison to CN, respectively 90.1 and 74.2 (ME_l, kcal ME_l/kg BW^{0,75}). ME milk intake was 11.3% ($P < 0.05$) higher for $\frac{1}{2}$ CC $\frac{1}{4}$ AN $\frac{1}{4}$ NE calves. Rates of gain were not different between calves, but $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{4}$ CR $\frac{1}{4}$ NE were 10.7% more efficient (g LWG_{210d}/Mcal ME_l milk+solid diet). There was no difference in cow calf pairs efficiency, but there was a great individual variability with a mean of 35,31 g and SD of 4,08 g LWG_{210d}/Mcal EM for the pair. Cow/calf pair efficiency was positively related to calf weight gain ($r = 0.79$; $P < 0.01$) and negatively to the pair metabolizable energy intake ($r = -0.58$; $P < 0.05$). At slaughter CN cows presented backfat thickness 29% lower, longissimus muscle area 13% higher and higher empty body weight protein ($P < 0,05$). AN cows had 14.7% higher relative internal organ weight and higher total intestine weight ($P < 0.01$). The phenotypical correlations between efficiency indexes indicate moderate association between cow efficiency measured during lactation and in a short finishing period after weaning ($r = 0.43$; $P = 0.09$). Exist correlations between cow efficiency lactation and efficiency of the pair ($r = 0.68$; $P < 0.01$). Residual Feed Intake (RFI) during the finishing phase was moderately correlated to the RFI calculated during the lactation period for the cow calf pairs RFI ($r = 0.62$; $P < 0.01$) and the cows ($r = 0.53$; $P < 0.05$) indicated that beef cows more efficient in feed conversion during the finishing phase are more efficient during the lactation period.

Keywords: Bioenergetics; Breed difference; Cow-calf; Crossbreeding; Efficacy; Feed conversion efficiency; Finishing; Genetic group; Growth; Milk production; Net feed intake; Selection

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema da disposição das unidades experimentais.....	20
Figura 2 - Peso predito do bezerro desmamado por vaca exposta em função da variação da ingestão de matéria seca de nove raças de vacas de corte ..	56
Figura 3 - Correlação entre a eficiência do par e o ganho de peso do bezerro.....	57
Figura 4 - Correlação entre a eficiência energética e a ingestão de energia do par vaca/bezerro.....	57
Figura 5 - Correlação entre a eficiência do par e peso metabólico da vaca.....	58
Figura 6 - Correlação entre energia de manutenção e peso metabólico da vaca	59
Figura 7 - Correlação entre eficiência do par e energia de manutenção da vaca	59
Figura 8 - Correlação entre eficiência e ganho de peso das vacas na terminação	61
Figura 9 - Correlação entre a ingestão observada e estimada em vacas na terminação	61
Figura 10 - Correlação fenotípica entre os índices eficiência energética alimentar.....	66
Figura 11 - Correlação fenotípica entre os índices de consumo alimentar residual	67
Figura 12 - Correlação entre ranking do CAR das vacas na terminação e as fases de avaliação.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição das dietas utilizadas na fase de lactação e terminação.....	22
Tabela 2 - Comportamento das variáveis corporais das matrizes aos 20, 103 e 210 dias de lactação.....	34
Tabela 3 - Peso metabólico e variáveis biométricas das matrizes na lactação.....	35
Tabela 4 - Produção, secreção de energia e eficiência de produção do leite durante a lactação.....	35
Tabela 5 - Ingestão de matéria seca pelas vacas na lactação.....	36
Tabela 6 - Ingestão, partição de energia e consumo alimentar residual das vacas na lactação.....	36
Tabela 7 - Comportamento das variáveis corporais e biométricas dos bezerros em crescimento.....	37
Tabela 8 - Ingestão de matéria seca e índices de eficiência dos bezerros em crescimento.....	37
Tabela 9 - Ingestão de energia metabolizável, eficiência e consumo alimentar residual dos bezerros em crescimento.....	38
Tabela 10 - Ingestão de matéria seca e eficiência dos pares vaca/bezerro.....	39
Tabela 11 - Ingestão de energia metabolizável, índices de eficiência e consumo alimentar residual dos pares vaca/bezerro.....	39
Tabela 12 - Ingestão, índices de eficiência e consumo alimentar residual das vacas na fase de terminação.....	40
Tabela 13 - Características de carcaça das vacas ao final da fase de terminação.....	40
Tabela 14 - Composição química do corte da 9-10-11 ^a costelas e quantificação dos componentes no corpo vazio das vacas ao final de fase de terminação.....	41
Tabela 15 - Contribuição da massa de órgãos internos e relação com o peso do corpo vazio das vacas ao final da fase de terminação.....	42
Tabela 16 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre eficiência de secreção de energia no leite de vacas de corte e suas variáveis.....	43

Tabela 17 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre eficiência de ganho de peso de bezerros e suas variáveis.....	44
Tabela 18 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre eficiência do par vaca/bezerro e suas variáveis.....	45
Tabela 19 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre eficiência das vacas na fase de terminação e suas variáveis.....	45
Tabela 20 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre eficiência alimentar das vacas e bezerros na fase de lactação e terminação.....	46
Tabela 21 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre consumo alimentar residual das vacas e bezerros na fase de lactação e terminação	47

LISTA DE SIGLAS

$\frac{1}{2}$ CC $\frac{1}{4}$ AN $\frac{1}{4}$ NE: bezerro $\frac{1}{2}$ Canchim x $\frac{1}{4}$ Angus x $\frac{1}{4}$ Nelore

$\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{4}$ CR $\frac{1}{4}$ NE: bezerro $\frac{1}{2}$ Red Angus x $\frac{1}{4}$ Caracu x $\frac{1}{4}$ Nelore

AG: altura da garupa

AN: vaca $\frac{1}{2}$ Angus x Nelore

AN- $\frac{1}{2}$ CC $\frac{1}{4}$ AN $\frac{1}{4}$ NE: par $\frac{1}{2}$ Angus x Nelore bezerro- $\frac{1}{2}$ Canchim x $\frac{1}{4}$ Angus x $\frac{1}{4}$ Nelore

AOL: área de olho de lombo

CARbez_ganho_{lac}: consumo alimentar residual dos bezerros em crescimento na fase lactente, kg/d

CARpar_ganho_{lac}: consumo alimentar residual dos pares vaca/bezerro na fase de lactação, kg/d

CARvaca_ganho_{term}: consumo alimentar residual das vacas na fase de terminação, kg/d

CARvaca_leite_{lac}: consumo alimentar das vacas na lactação na fase de lactação, Mcal/d

CC: touro Canchim

CpC: comprimento corporal, cm

CN: vaca $\frac{1}{2}$ Caracu x Nelore

CN- $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{4}$ CR $\frac{1}{4}$ NE: par $\frac{1}{2}$ Caracu x Nelore- $\frac{1}{2}$ Red Angus x $\frac{1}{4}$ Caracu x $\frac{1}{4}$ Nelore

CNCPS: Cornell Net Carbohydrate and Protein System

CV: coeficiente de variação

CZ: cinzas

DDL: dias de lactação

DP: desvio padrão

EE: extrato etéreo

EFbez_ganho_{lac}: Eficiência, g GP_{210d}/IEM Mcal bezerro na fase lactente

EFpar_ganho_{lac}: Eficiência, g GP_{210d}/IEM Mcal par na fase de lactação

EFvaca_ganho_{term}: Eficiência, g ganho vaca/IEM Mcal vaca na fase de terminação

EFvaca_leite_{lac}: Eficiência, energia secretada leite Mcal/IEM Mcal vaca na fase de lactação

EGS: espessura de gordura subcutânea

EL: energia líquida, Mcal

EL: energia líquida de lactação, Mcal
 EM: energia metabolizável, Mcal
 EM_m: energia metabolizável de manutenção, Mcal
 Energia leite: energia secretada no leite ou energia bruta, Mcal
 EP: erro padrão
 FDA: fibra insolúvel em detergente ácido
 FDN: fibra insolúvel em detergente neutro
 GM: grau de marmoreio
 GMD: ganho médio diário
 GP_{210d}: ganho de peso do bezerro durante 210 dias de lactação
 IEM leite: ingestão de leite, Mcal EM
 IEM ração: ingestão de ração, Mcal EM
 IEM: ingestão de energia metabolizável
 IMS: ingestão de matéria seca
 K_{dPB}: digestibilidade verdadeira da proteína bruta.
 K_{dPB}PB: energia proveniente da proteína bruta.
 LCG: produção de leite corrigida para 4% de gordura
 LIG: lignina em ácido sulfúrico
 MQM: média de quadrados mínimos
 NDT: nutrientes digestíveis totais
 N-FDA: nitrogênio ligado à fração FDA
 NFDAI: nitrogênio complexado a fibra insolúvel em detergente ácido indisponível
 N-FDN: nitrogênio ligado à fração FDN
 P: valor da probabilidade
 PB: proteína bruta
 PM^{0,75}: peso médio metabólico
 PT: perímetro torácico
 PTOI: peso total dos órgãos internos, kg
 PV_z : peso do corpo vazio
 RA: touro Red Angus
 SB: área corporal = 0,29 (CpC+PT+AG)^{1,803}

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um rebanho bovino de 174 milhões de cabeças (USDA, 2006), sendo 59 milhões de vacas de corte, que produziram em 2005 cerca de 45 milhões de bezerros (FNP, 2006). Apesar deste enorme número de animais, existem pouquíssimos dados sobre a eficiência de vacas dos diferentes genótipos utilizados ou de como a nutrição altera tal eficiência. A importância do setor de cria na eficiência de produção de bovinos de corte não pode continuar a ser subestimada, pois a nutrição representa a maior proporção dos custos nesse sistema. Ademais o par vaca/bezerro consome aproximadamente 72% da energia metabolizável equivalente ao período da concepção ao abate (FERRELL; JENKINS, 1982).

Além da representatividade econômica, o setor de cria tem grande impacto ambiental. Esse último representado pelos efeitos sobre a utilização de pastagens, emissão de carbono e metano além da produção de esterco (BASARAB, 2003, 2004). Estas razões enfatizam a importância de se conhecer e melhorar a eficiência durante o período de aleitamento.

Baseados em dados publicados por Delgado (2000), estima-se que a produção mundial de bovinos deverá aumentar 60% em relação à produção de 2006 para atender a demanda prevista para 2020. Este cenário traz uma grande oportunidade e um fabuloso desafio para pecuária brasileira. Assim, para ampliar a contribuição do rebanho brasileiro no mercado mundial da carne ou manter a posição atual, alternativas para potencializar a produção e a lucratividade do setor devem ser introduzidas. A vaca tem papel central nesse contexto, pois sustenta e influencia o sistema de bovinocultura de corte.

Sabe-se que no Brasil, aproximadamente 80% do rebanho de cria tem na sua composição influência genética zebuína (PEREIRA, 2004), extremamente adaptada às condições tropicais. Contudo, a superioridade de animais cruzados (*Bos taurus* x *Bos indicus*) em relação ao zebu tem sido demonstrada para atributos como taxa de crescimento em diversos ambientes do Brasil Central (BARBOSA; ALENCAR, 1995). Isso é devido à heterose resultante desses cruzamentos e à complementariedade para determinadas características em relação às raças puras. Dependendo do sistema, dos

custos e das raças escolhidas, isso pode representar grande vantagem para a pecuária nacional.

No rebanho bovino brasileiro, a seleção tem objetivado principalmente a melhoria de “outputs” como o peso vivo e, mais recentemente, a fertilidade e variáveis de carcaça. Entretanto, o objetivo mais abrangente do sistema de produção de bovinos de corte é a lucratividade. A lucratividade é uma função entre os “outputs” e “inputs”, e existe uma necessidade de considerar formas de se reduzir os “inputs”.

Nesse sentido, pode haver melhoria na eficiência de produção, elevando a lucratividade do setor. O alimento representa o maior custo na produção de bovinos e melhorias do “output” por unidade de dieta poderiam trazer benefícios significantes para o rebanho nacional (ARCHER et al., 1999). Redução nos “inputs” também está associada a um menor impacto ambiental.

O consumo de alimento e sua utilização pelo animal envolvem um complexo de processos biológicos e interações com o ambiente, como *status* reprodutivo, padrão de maturidade, lactação e composição corporal. Além disso, o consumo de alimento é altamente relacionado com o peso e o nível de produção.

Várias medidas de avaliação de eficiência alimentar têm sido desenvolvidas ao longo dos anos. Essas avaliações incluem a taxa de conversão alimentar, eficiência parcial de crescimento, eficiência de manutenção, eficiência de lactação e consumo alimentar residual (CAR). Correlações fenotípicas entre grande parte dessas variáveis de eficiência alimentar são altas. A eficiência de conversão alimentar é definida como ganho ou produção de leite por unidade de alimento, sendo o inverso denominado de conversão alimentar (ARTHUR et al., 2004). Consumo alimentar residual é definido como a diferença entre o consumo observado do animal e seu consumo predito, baseado em seu peso e taxa de ganho. O CAR também pode ser definido como medida da diferença entre o consumo observado além ou aquém do necessário para atender as exigências de manutenção e crescimento (KOCH, 1963). Para eficiência de conversão alimentar, animais mais eficientes apresentam os maiores valores, entretanto para conversão alimentar e CAR animais mais eficientes são aqueles que apresentam menores valores.

De acordo com extensa revisão exposta por Archer et al. (1999), existe variação fenotípica e genotípica na eficiência alimentar de animais jovens. Contudo, existe pouca informação disponível sobre as correlações entre consumo alimentar e eficiência avaliada na pós-desmama e a associação dessas variáveis com vacas de corte adultas. Correlações entre eficiência do par vaca/bezerro na pré-desmama e entre esses mesmos animais na pós-desmama são igualmente escassos.

Arthur et al. (1999) avaliaram correlações de desempenho e CAR na pós-desmama de novilhas e novamente nessas fêmeas à idade adulta (após produzirem dois bezerros). Eles verificaram associações fenotípicas ($r=0,30$; $P<0,05$) entre o CAR e a ingestão da dieta nessas fases. Isso indica que fêmeas mais eficientes à idade jovem tendem ingerir menos alimentos quando vacas, o que pode trazer grande benefício ao rebanho de cria. Além disso, os autores não verificaram associação entre CAR, peso vivo e espessura de gordura, sugerindo que novilhas mais eficientes não aumentam o tamanho e nem diferem na composição do seu ganho na idade adulta. Contudo, quando avaliaram as correlações com a variável ganho de peso ao invés do CAR, tanto o peso, como a espessura de gordura a idade adulta estavam estatisticamente associadas. Isso é preocupante, pois em contraste ao CAR, os critérios de seleção para crescimento ou peso são amplamente utilizados por programas de avaliação genética. Isto porque aumentar o peso adulto e reduzir o acabamento pode ser algo que, em determinado limite, reduza a eficiência do sistema.

Archer et al. (2002) examinaram a variação genética e a associação entre o consumo alimentar residual e variáveis de eficiência em novilhas após a desmama e as mesmas a idade adulta. Os resultados indicam associações genéticas fortes existentes entre consumo alimentar e eficiência avaliada na pós-desmama no rebanho de cria.

A eficiência do par vaca/bezerro por sua vez tem sido utilizada para avaliar a eficiência de produção de bovinos (JENKINS e FERRELL, 1994). O cálculo da eficiência do par vaca/bezerro envolve avaliações do alimento total ingerido pela vaca e pela sua progênie sobre um ciclo de produção completo. Esse ciclo pode compreender o período entre a desmama de um bezerro até a desmama de outro bezerro, ou simplesmente parte do ciclo. O total de alimento ingerido durante o ciclo ou parte dele é comparado com o peso do bezerro desmamado para expressar a eficiência do par

vaca/bezerro em termos de kg de bezerro desmamado por kg de alimento ingerido (ARCHER et al., 1999). Entretanto, as variáveis utilizadas no sentido de estimarem a eficiência do par vaca/bezerro variam de acordo com as variáveis cujo estudo é o objetivo do pesquisador. Desta forma, Euclides Filho (2005) calculou a eficiência como sendo a produção de quilogramas de bezerras desmamadas/vaca e quilogramas de bezerras desmamadas/ha; Green et al. (1991) como ganho de peso do bezerro/ingestão de energia metabolizável (EM) pelo par vaca/bezerro e Jenkins e Ferrell (2004) como gramas de ganho de peso pelo bezerro/kg de MS consumido pelo par vaca/bezerro.

A metodologia de avaliação de eficiência do par vaca/bezerro pode ser correlacionada à eficiência de produção real de propriedades rurais tanto em termos biológicos como econômicos. Isso é verdade, pois a eficiência do par vaca/bezerro inclui o consumo de alimento, a produção do rebanho de cria, a fase de pré-desmama da progênie. Além disso, a eficiência é avaliada em animais em um estado de produção real. Ainda, em muitos sistemas de produção o alimento utilizado na fase de pré-desmama representa uma grande proporção da dieta utilizada na produção de bovinos (FERRELL; JENKINS, 1982).

A variabilidade da eficiência depende de fatores como consumo de alimentos, peso vivo do animal, composição do ganho de peso, condições ambientais, idade, exigência de ganho, gestação, lactação e principalmente de exigência de manutenção. De acordo com extensa revisão exposta por Ferrell e Jenkins (1985) pequena variação nos requerimentos de manutenção é atribuída à composição corporal. Entretanto, há uma apreciável evidência que grande parte da energia despendida para manutenção esta associada à atividade metabólica dos órgãos internos.

Ferrell e Jenkins (1984) reportaram que a exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m) de vacas adultas, não prenhes e não lactantes variou tanto com o peso adulto quanto com o potencial de produção de leite. Os autores compararam vacas Angus x Hereford (médio porte e moderado potencial de produção de leite) com cruzamentos Jersey x Angus/Hereford (pequeno porte e grande produção de leite) e Simental x Angus/Hereford (grande porte a alta produção de leite). Esses dois últimos grupos genéticos apresentaram exigências da ordem de 14 e 28% maiores,

respectivamente, em relação à exigência de 130 kcal/kg $P^{0,75}$ /dia obtida para as vacas Angus e Hereford.

Calegare et al. (2004) avaliaram vacas lactantes e não gestantes de quatro genótipos: Nelore (NE), $\frac{1}{2}$ Canchim x Nelore (CCN), $\frac{1}{2}$ Angus x Nelore (AN) e $\frac{1}{2}$ Simental x Nelore (SN) em condições tropicais. Os resultados obtidos para exigência de manutenção não indicaram diferença estatística, sendo 141,3, 149,7, 152,4 e 147,2 kcal EM/kg $P^{0,75}$ para os grupos NE, CCN, AN e SN, respectivamente.

Considerando-se que os resultados de Jenkins e Ferrell (1983) indicam que no processo de produção de carne bovina, 50% da energia despendida é utilizada com a manutenção de vacas de cria. As reduções dos requerimentos de manutenção poderiam resultar em melhoria considerável no sistema produtivo.

Nessa óptica, considerando-se que existe correlação positiva entre tamanho adulto e consumo de alimento, quanto maior for a vaca maior será a necessidade de alimento disponível. É importante ressaltar que o fato de as maiores fêmeas produzirem bezerros de maior tamanho e, especialmente, de que elas, ao serem descartadas, resultam em maior receita, não implica necessariamente, em melhor desempenho do sistema de produção (EUCLIDES FILHO, 2005). Nesse sentido, os resultados obtidos por Jenkins e Ferrell (1983) e Cundiff et al. (1983, 1984), sugerem que o aumento de peso produzido por animal em um sistema composto por vacas de grande porte tende a ser contrabalançado pela maior exigência para manutenção, refletindo, ao final, em pequenas diferenças na eficiência.

Green et al. (1991) conduziram um estudo avaliando diferenças entre cruzamentos de vacas não gestantes, lactantes *Bos indicus* x *Bos taurus* e *Bos taurus* x *Bos taurus*, com o objetivo de comparar a exigência de manutenção, lactação e eficiência de produção como ganho de peso do bezerro/ingestão de EM pelo par vaca/bezerro. Os autores evidenciaram que o total de EM consumida pelo par vaca/bezerro foi maior para matrizes *Bos taurus* x *Bos taurus* e que a eficiência de produção foi 11% maior para vacas cruzadas *Bos indicus* x *Bos taurus* que para *Bos taurus* x *Bos taurus* (35 vs 32 g/Mcal) no período de 126 dias de avaliação.

Euclides Filho et al. (1995) avaliaram a eficiência de produção de vacas de corte meio-sangues de diferentes potenciais para produção de leite. Os genótipos em estudo

foram fêmeas $\frac{1}{2}$ Fleckvieh x Nelore, $\frac{1}{2}$ Chianina x Nelore e $\frac{1}{2}$ Charrolês x Nelore acasaladas com touro Nelore, que permaneceram durante todo período experimental em regime exclusivo de pasto. Os autores encontraram diferença entre os grupos genéticos para eficiência a desmama medida como quilogramas de bezerros desmamados por quilograma de vaca a desmama, com uma superioridade de 7% para as matrizes $\frac{1}{2}$ Fleckvieh x Nelore em relação às matrizes $\frac{1}{2}$ Chianina x Nelore e $\frac{1}{2}$ Charrolês x Nelore, que não diferiram estatisticamente. Infelizmente, neste formato de estudo, não é possível saber o quanto as vacas mais eficientes consumiram em relação às menos eficientes.

Com o objetivo de determinar as exigências e eficiências de vacas de corte lactantes e não gestantes Calegare et al. (2004) avaliaram quatro genótipos: vacas Nelore (NE), $\frac{1}{2}$ Canchim x Nelore (CCN), $\frac{1}{2}$ Angus x Nelore (AN) e $\frac{1}{2}$ Simental x Nelore (SN), sendo as fêmeas cruzadas acasaladas com touro Canchim e as fêmeas Nelore com touro Nelore. Os resultados sugerem que a eficiência (g de ganho de peso pelo bezerro/kg de MS consumido pelo par vaca/bezerro) foi potencialmente favorecida pela heterose, assim como, pelo fato do maior potencial de crescimento dos bezerros oriundos dos cruzamentos. Nas condições experimentais impostas, sem restrição nutricional e sem avaliação reprodutiva, o sistema de cruzamento permitiu um ganho percentual de eficiência de 7%, 13% e 20% para os grupos SN, CCN e AN, quando comparados ao grupo NE.

Segundo Archer et al. (1999) há poucas informações disponíveis sobre as relações entre eficiência alimentar e exigências de pares vaca/bezerro na pré-desmama e os mesmos a idade adulta. Além disso, a eficiência do par vaca/bezerro pode ser utilizada como indicador de eficiência alimentar para o sistema de produção de bovinos de corte.

O objetivo deste estudo foi avaliar a exigência e a eficiência energética e alimentar de fêmeas adultas lactantes e não gestantes de dois grupos genéticos com potenciais de produção distintos, bem como conhecer a variabilidade dessas características de eficiência. A avaliação das matrizes quanto à eficiência alimentar por meio do conceito de consumo alimentar residual foi outro objetivo proposto. Finalmente, um dos objetivos mais importantes deste estudo foi correlacionar as variáveis de

eficiência do par vaca/bezerro durante a fase de lactação com medidas de eficiência observadas na fase de terminação das mesmas matrizes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais, Manejo e Protocolos

Animais. Foram avaliadas 10 vacas adultas $\frac{1}{2}$ Caracu x Nelore (AN) e 10 vacas $\frac{1}{2}$ Angus x Nelore (CN) (6 a 9 anos) pertencentes ao rebanho da Embrapa Gado de Corte. Essas fêmeas foram inseminadas com touros Red Angus (RA) e acasaladas com touros Canchim (CC), respectivamente. A progênie $\frac{1}{2}$ Red Angus x $\frac{1}{4}$ Caracu x $\frac{1}{4}$ Nelore ($\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{4}$ CR $\frac{1}{4}$ NE) e $\frac{1}{2}$ Canchim x $\frac{1}{4}$ Angus x $\frac{1}{4}$ Nelore ($\frac{1}{2}$ CC $\frac{1}{4}$ AN $\frac{1}{4}$ NE) foi avaliada simultaneamente. Dentre os bezerros $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{4}$ CR $\frac{1}{4}$ NE a proporção foi de 4 machos para 6 fêmeas, enquanto para $\frac{1}{2}$ CC $\frac{1}{4}$ AN $\frac{1}{4}$ NE foi de 5 machos para 5 fêmeas.

Após o 17º d (± 5 , d DP) pós-parto (entre outubro e novembro de 2005) os pares vaca/bezerro foram aleatorizados e alocados em baias individuais onde permaneceram até a desmama (217 d ± 9). Essa primeira fase foi denominada lactação. Após a desmama, os bezerros retornaram para áreas de pastagem e as vacas permaneceram mais 67 d confinadas nas baias. Essa segunda fase foi denominada terminação.

Um bezerro $\frac{1}{2}$ CC $\frac{1}{4}$ AN $\frac{1}{4}$ NE no terço inicial do experimento fraturou o membro posterior. Este bezerro recebeu cuidados veterinários para que fosse mantido durante a condução do experimento. Somente os dados de sua mãe foram utilizados. Os dados de uma bezerra filha de vaca AN também foram desprezados, pois a raça paterna não foi a mesma do grupo genético em estudo.

Dieta. Os pares receberam dieta com alta proporção de volumoso à base de silagem na fase de lactação. Nessa fase a dieta foi oferecida para que as exigências de manutenção e lactação das vacas fossem atendidas. A oferta da dieta para o atendimento das exigências iniciais individuais das matrizes foi calculada utilizando o modelo CNCPS v. 5.0 (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) (FOX et al., 2000). Os bezerros por sua vez receberam a mesma dieta das matrizes, à vontade, a partir do

primeiro mês de vida. Na lactação foram realizados dois tratos diários e a ingestão computada após a quantificação e desconto das sobras.

A ingestão da dieta foi mensurada diariamente para cada animal, utilizando um sistema de cochos automatizados (American Calan, Nortwood, NH). Cada par vaca/bezerro foi mantido em baia individual (46m²) com área de cocho coberta (Figura 1). A vaca tinha acesso ao cocho por meio de uma cancela eletrônica, enquanto o bezerro tinha seu cocho equipado com uma limitação de altura, evitando a entrada da vaca e vice-versa.

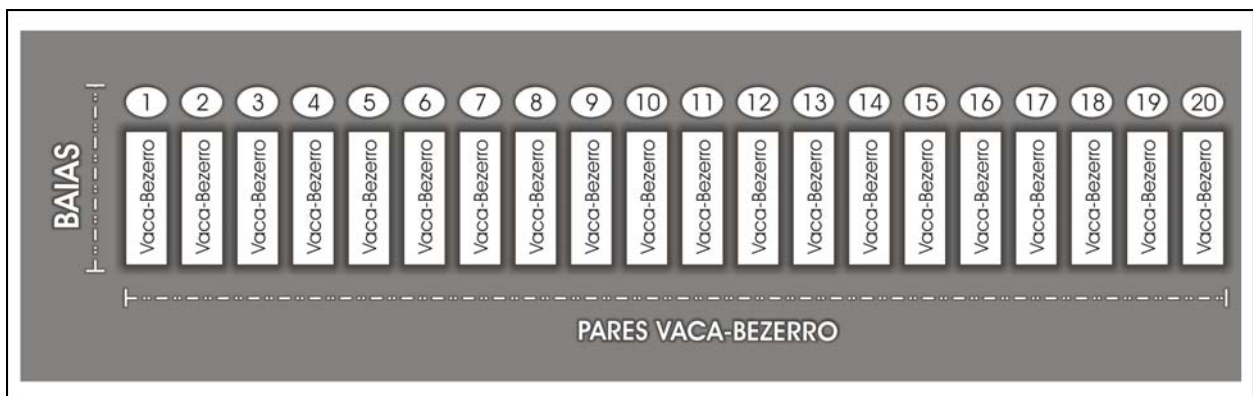


Figura 1 - Esquema da disposição das unidades experimentais

Na lactação a ingestão da matrizes foi corrigida a cada 28 dias em função da variação de peso, do escore corporal e espessura de gordura. A dieta oferecida foi aumentada ou reduzida em função da mobilização ou deposição tecidual. O objetivo foi manter peso e condição corporal constantes.

Três dietas (Dieta 1, Dieta 2 e Dieta 3) foram utilizadas na lactação, em função da necessidade da substituição da fonte de volumoso (Tabela 1). As novas formulações foram realizadas objetivando manter a composição próxima da dieta inicial (Dieta 1) e promover o atendimento das exigências de manutenção e lactação. Para isso, em função da composição das dietas, a oferta foi corrigida de acordo com as exigências individuais das vacas. Para que o balanço (oferta - requerimento) fosse próximo de zero, inicialmente foi utilizado o modelo CNCPS v. 5.0 (FOX et al., 2000).

Na fase de terminação as vacas tiveram acesso à vontade à dieta (Dieta 4) que apresentou maior proporção de grãos (Tabela 1). Somente um trato diário foi realizado e a ingestão computada após a quantificação das sobras. Tanto na fase de lactação

como na terminação as amostras da ração total foram coletadas semanalmente, compostas e analisadas mensalmente. As sobras foram amostradas quinzenalmente separadas entre vacas e bezerros, compostas separadamente e analisadas mensalmente. A ingestão dos nutrientes baseou-se na composição do oferecido quantificado diariamente menos a composição das sobras igualmente quantificada. As análises químicas da dieta basearam-se nos nutrientes exigidos para estimar os nutrientes digestivos totais (NDT), pela equação proposta por Weiss et al. (1992).

Tabela 1 - Composição das dietas utilizadas na fase de lactação e terminação (média \pm desvio padrão)

	Lactação			Terminação
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4 ^z
<i>Ingredientes da dieta, % MS</i>				
Silagem de sorgo	85,01	-	-	-
Silagem de milho	-	80,64	-	-
Silagem de sorgo e milheto	-	-	78,91	65,48
Milho grão	6,72	4,54	4,94	20,07
Farelo de soja	7,68	13,49	14,7	-
Soja grão	-	-	-	13,36
Uréia	-	0,59	0,64	-
Calcário calcítico	-	0,17	0,19	1,00
Cloreto de sódio	-	-	-	0,03
Mistura mineral ^y	0,58	0,57	0,62	0,07
<i>Composição da dieta^x</i>				
Nutrientes digestíveis totais ^v , % MS	61,5 \pm 1,1	68,5 \pm 0,3	60,9	65,5 \pm 2,2
Energia digestível ^u , Mcal/kg MS	2,71 \pm 0,05	3,02 \pm 0,01	2,69	2,89 \pm 0,09
Energia metabolizável ^u , Mcal/kg MS	2,22 \pm 0,04	2,48 \pm 0,01	2,20	2,37 \pm 0,08
Extrato etéreo, % MS	1,96 \pm 0,14	2,67 \pm 0,08	1,74	3,01 \pm 0,27
Proteína bruta, % MS	10,5 \pm 0,9	16,4 \pm 0,8	14,6	10,5 \pm 0,5
Fibra em detergente neutro, % MS	58,7 \pm 2,8	43,1 \pm 0,5	54,5	49,3 \pm 2,9
Tempo de utilização da dieta, dias	134	59	9	67

^zDieta 4: acrescida de 12,0 mg/kg salinomicina.

^y15,14% Na; 10,56% Ca; 8,92% P; 1,07% Mg; 6,08% S; 6691,10 ppm Zn, 2829,80 ppm Fe; 1153 ppm Cu; 797,05 ppm Mn; 90,20 ppm I; 31,50 ppm S; 24,00 ppm Co. Vit. A, D, E e K por via endovenosa.

^xAmostras da ração total foram coletadas semanalmente, compostas e analisadas mensalmente, onde Dieta 1 n = 5, Dieta 2 n = 2, Dieta 3 n = 1 e Dieta 4 n = 3.

^vWeiss et al. (1992).

^uValores calculados usando equações de conversão do valor do NDT estimado em energia digestível e energia metabolizável (NRC, 1996).

Protocolo lactação. Dados de produção de leite foram avaliados por duas metodologias: ordenha mecânica e pesagem do bezerro antes e após a mamada. Contudo, em função dos coeficientes de variação obtidos pelo controle de mamada (31,7 a 53,5 %) e pela ordenha mecânica (17,3 a 22,9 %), optou-se pelas informações geradas pela segunda metodologia.

No dia anterior ao dia da ordenha mecânica os bezerros foram separados das vacas após arraçoamento da manhã. Às 15:30 h os pares vaca/bezerro foram reaproximados e a mamada permitida para que o leite fosse esgotado. Aproximadamente, às 8:00 h da manhã do dia seguinte a 1ª ordenha mecânica foi realizada, o que propiciou a mensuração da produção de leite equivalente ao período de 16 horas. Esse procedimento foi repetido após 8 h (16:00 h, 2ª ordenha) de forma que a produção foi a soma dos pesos das duas ordenhas. Na 2ª ordenha foi assumida a mesma seqüência de entrada das vacas na 1ª ordenha.

Nos momentos de ordenha as vacas foram avaliadas em tronco de contenção e recebiam uma dosagem de 2 ml de ocitocina por via endovenosa para favorecer a ejeção do leite. O bezerro também foi aproximado à frente da matriz, para facilitar a liberação do leite. A ordenha foi realizada em média aos 47, 75, 104, 132, 160, 188 e 216 d pós-parto.

Para estimar a composição energética do leite com exceção dos 104 e 160 d, amostragens foram realizadas nos dois horários de ordenha. As amostras de leite foram analisadas quanto aos teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais. Sendo a excreção de cada componente corrigida por meio de média ponderada nos dois horários de ordenha para 24 h de secreção. Os componentes foram analisados eletronicamente por absorção infravermelha no equipamento Bentley 2000® (Bentley Instruments Inc. Chasca, MN, USA).

Na entrada e saída da fase de lactação as fêmeas e suas crias foram pesadas em jejum (hídrico e alimentar de 16 horas). A cada 28 dias os pares foram avaliados quanto ao peso e as vacas quanto ao escore corporal. Medidas ultra-sonográficas foram realizadas aos 103 e 210 d de lactação nas matrizes e nos bezerros aos 210 d. Essas medidas foram realizadas sobre o músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas com equipamento Aloka 500V (transdutor de 17 cm e freqüência de 3,5 MHz).

As medidas biométricas (altura da garupa, comprimento corporal e perímetro torácico) foram realizadas aos 210 d nos pares.

Como comentado anteriormente, a cada 28 dias os pares foram encaminhados para o curral para que as avaliações fossem realizadas. O período que os pares permaneceram sobre manejo no curral foi de aproximadamente 3 d. Nos dois primeiros dias os bezerros foram privados de ingerir ração para estimulá-los a esgotar suas mães durante a mamada. No terceiro dia de avaliação a ingestão de leite pelas crias foi pequena em função da esgota total das vacas em função da ordenha mecânica. Durante esses dias de manejo, as vacas e bezerros ingeriram a dieta coletivamente, perdendo assim, as informações individuais de ingestão, que foram posteriormente ajustadas (item 2.2).

Protocolo terminação. Nessa fase as vacas foram avaliadas aos 1, 33, 67 d para peso em jejum (hídrico e alimentar de 16 horas) e medidas ultra-sonográficas nos dias 1 e 67. As vacas foram abatidas ao final da terminação e avaliadas quanto às características de carcaça, peso dos órgãos internos e quanto à estimativa da composição do corpo vazio por meio da composição química da 9-10-11^a costelas.

2.2 Variáveis Estudadas e Cálculos

Energia da dieta. As análises realizadas nas amostras de ração e sobras incluíram a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), nitrogênio ligado à fração FDN (Van Soest, 1963), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), nitrogênio ligado à fração FDA (N-FDA), lignina em ácido sulfúrico (LIG), cinzas (CZ) e extrato etéreo (EE) (AOAC, 1990). O NDT da dieta estimado e suas variáveis componentes apresentam-se na eq. 1, utilizando a proposta estabelecida por Weiss et al. (1992). O NDT foi então convertido em energia digestível (eq. 2) e posteriormente em energia metabolizável (EM) (eq. 3) NRC (2000).

$$\begin{aligned}
 NDT = & 0,98 \times (1000 - FDN_N - PB - CZ + NFDAI - EE) + \\
 & k_{dCP} PB + 2,25 \times (EE - 10) + \\
 & 0,75 \times (FDN_N - LIG) \times \left[1 - (LIG \div FDN_N)^{0,667} \right] - 70
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 NFDAI &= 0,7 \times NFDA \\
 FDN_N &= FDN - NFDN + NFDAI \\
 K_{dPB} &= PB^{(-0,0012 \times NFDA)} \\
 K_{dPB}PB &= K_{dPB} \times PB
 \end{aligned}$$

Em que:

NDT = nutrientes digestíveis totais, %.

FDN_N = nitrogênio ajustado a fibra insolúvel em detergente neutro, %.

PB = proteína bruta, %.

CZ = cinzas, %.

NFDAI = nitrogênio indisponível complexado a fibra insolúvel em detergente ácido, %.

EE = extrato etéreo, %.

K_{dPB} = digestibilidade verdadeira da proteína bruta.

$K_{dPB}PB$ = energia proveniente da proteína bruta.

$$1 \text{ kg NDT} = 4,409 \text{ Mcal ED} \quad (2)$$

$$EM, \text{ Mcal/kg} = 0,82 \times ED \text{ (Mcal/kg)} \quad (3)$$

Ingestão da dieta. Os dados de ingestão de matéria seca (IMS) e energia metabolizável (IEM) da dieta dos bezerros (eq. 4) e vacas (eq. 5) foram ajustados. Essas correções foram necessárias em função dos dias de manejo coletivo no curral e do tempo de início de ingestão da dieta pelos bezerros (33 d).

$$IB = \left(\frac{IT}{(IBD - 33) - PSO} \right) \times 165 \quad (4)$$

$$IV = \left(\frac{IT}{PTO - PSO} \right) \times 210 \quad (5)$$

Em que:

IB = IMS (kg) ou IEM (Mcal) dos bezerros após ajuste.

IV = IMS (kg) ou IEM (Mcal) das vacas após ajuste.

IT = IMS (kg) ou IEM (Mcal) total da dieta no período experimental via controle individual de ingestão.

IBD = idade do bezerro a desmama, dias.

33 = período inicial do bezerro no qual a dieta não foi oferecida, dias.

PSO = período sem oferta da dieta em função dos dias de manejo coletivo no curral, dias.

PTO = período total de oferta da dieta, dias.

165 = período ajustado de ingestão dos bezerros, dias.

210 = período ajustado de ingestão das vacas, dias.

Produção do leite. As observações individuais de produção de leite foram corrigidas para 4% de gordura (LCG). Para isso foi utilizada a eq. 6, proposta por Gaines (1928) apud NRC (2001). O motivo da correção foi comparar os grupos genéticos em estudo quanto à produção de leite em uma base energética constante.

$$LCG = (0,4 \times \text{leite, kg / d} + 15 \times \text{gordura, kg / d}) \quad (6)$$

Segundo Thiago et al. (2006) a produção de leite tende aumentar significativamente em função do tempo entre a esgota e o início da ordenha mecânica entre vacas. Nesse sentido, observações individuais de produção de leite e LCG foram corrigidas para o tempo de esgota ao início da ordenha (TEIO) mecânica por meio das eq. 7 e eq. 8, respectivamente.

$$PL_{TEIO} = \text{leite, kg / d} - 0,432 \times (TEIPO - 17,5) - 0,337 \times (TEISO - 6,5) \quad (7)$$

$$PLCG_{TEIO} = LCG, \text{ kg / d} - 0,523 \times (TEIPO - 17,5) - 0,312 \times (TEISO - 6,5) \quad (8)$$

Em que:

PL_{TEIO} = produção de leite (kg/d) ajustado para tempo de esgota ao início da ordenha, kg/d.

$PLCG_{TEIO}$ = produção LCG (kg/d) ajustado para tempo de esgota ao início da ordenha, kg/d.

TEIPO = tempo de esgota entre a mamada do bezerro e o início da 1ª ordenha, h.

TEISO = tempo de esgota entre o final da 1ª ordenha e o início da 2ª ordenha, h.

17,5 = tempo médio do TEIPO, h.

6,5 = tempo médio do TEISO, h.

0,432 e 0,337 = parâmetro de ajuste estimado pelo TEIPO e TEISO para leite (kg/d), respectivamente.

0,523 e 0,312 = parâmetro de ajuste estimado pelo TEIPO e TEISO para LCG (kg/d), respectivamente.

Após a correção para o TEIO as observações individuais de produção foram utilizadas para calcular as características da curva de lactação por meio da equação não-linear (eq. 9) proposta por Jenkins e Ferrell (1984).

$$Y_n = \frac{n}{ae^{kn}} \quad (9)$$

Em que:

Y_n = produção de leite em 24 h (kg/d) na semana n no pós-parto.

a = parâmetro escalar da curva.

k = parâmetro da forma da curva.

n = período pós-parto (semanas).

e = base natural do logaritmo.

Os parâmetros da curva foram estimados com base em uma regressão linear do logaritmo da produção de leite menos o logaritmo do n de semanas. As estimativas dos parâmetros a e k foram utilizados para calcular três valores que descreveram as características da curva: período no pico de lactação em semanas (eq. 10), produção no pico, kg (eq. 11), e produção total em 210 d em kg (eq. 12). Contudo, somente a última característica foi explorada neste estudo.

$$\text{Período no pico de lactação} = \frac{1}{k} \quad (10)$$

$$\text{Produção no pico} = \frac{1}{ake} \quad (11)$$

$$\text{Produção total em 210 d} = -7/ak \times (ne^{-kn} + 1/ke^{-kn} - 1/k) \quad (12)$$

Exigências das vacas lactantes. Para estimar a energia secretada no leite ou a energia líquida de lactação (EL_l , Mcal/kg) foi utilizada a eq. 13, proposta pelo NRC (2001). A média das observações individuais de EL_l foram posteriormente multiplicadas pela produção total de leite em 210 dias de lactação calculando-se assim a energia total secretada no leite no período.

$$EL_l = 0,0929 \times \text{Gordura\%} + 0,0547 \times \text{Proteína Bruta\%} + 0,0395 \times \text{Lactose\%} \quad (13)$$

Para determinar a energia metabolizável de lactação (EM_l) (NRC, 1989) foi utilizada a (eq. 14). Consecutivamente, para o cálculo da energia metabolizável de manutenção (EM_m) foi utilizada a eq. 15. No entanto, ajustes foram introduzidos nessas equações em função da mobilização ou deposição tecidual das matrizes durante a lactação.

Fox et al. (1992) sugeriram que o teor de energia do ganho ou perda de peso varia em função do escore corporal (ECC). Em função disso para os resultados médios de ECC deste experimento, foi utilizado o valor de 5,2 Mcal/kg de peso vazio (PV_z) perdido ou ganho pelas vacas. As eficiências utilizadas seguiram recomendações do

NRC (1989), onde: EM destinada à reserva de energia no ganho de 75%, EM para produção de leite de 64,4 % e EL para produção de leite de 82%.

Ao considerar que toda energia do tecido mobilizado (EL_{mob}) durante a lactação foi utilizada para secreção do leite, foi assumido o coeficiente de 0,82 como sendo a constante de eficiência de utilização da EL_{mob} para EL_l . A energia total secretada no leite subtraída da EL_l referente a mobilização de tecido resultou na EL_l a partir da energia metabolizável fornecida pelo alimento e utilizada com eficiência de 0,644. A energia líquida depositada como tecido foi estimada também considerando o valor calórico do ganho como sendo 5,2 Mcal/kg de peso vazio. Com valor calórico do ganho foi estimado a energia metabolizável retida (EM_r) a partir da EM da dieta na qual foi assumido o coeficiente de eficiência de 0,75.

Energia metabolizável de lactação (EM_l) (14)

$$EM_{lm} = EM_l - (EM_{mob})$$

$$EM_{lr} = EM_l$$

$$EM_l = \text{leite, kg/d} \times \left\{ \frac{[0,3512 + (0,0962 \times \text{gordura\%})]}{0,644} \right\}$$

$$EM_{mob} = \frac{\left(\frac{PV_{mob} \times 5,2}{0,82} \right)}{0,644}$$

$$PV_{zmob} = (PV_{jfm} \times 0,851) - (PV_{jim} \times 0,851)$$

Em que:

EM_{lm} : EM_l ajustada para vacas mobilizaram tecido, Mcal.

EM_{lr} : EM_l de vacas que depositaram tecido, Mcal.

EM_l : energia metabolizável de lactação, Mcal.

EM_{mob} : energia metabolizável mobilizada, Mcal.

PV_{zmob} : peso vazio mobilizado, kg (NRC, 1996).

PV_{jfm} : peso vivo em jejum ao final do experimento para vacas que mobilizaram tecido, kg.

PV_{jim} : peso vivo em jejum ao início do experimento para vacas que mobilizaram tecido, kg.

Energia metabolizável de manutenção (EM_m) (15)

$$EM_{mm} = IEM - EM_{lm}$$

$$EM_{mr} = IEM - EM_{lr} - EM_{ret}$$

$$EM_{ret} = \left(\frac{PV_{zret} \times 5,2}{0,750} \right)$$

$$PV_{zret} = (PV_{jfr} \times 0,851) - (PV_{jir} \times 0,851)$$

Em que:

EM_{mm}: EM_m ajustada para vacas que mobilizaram tecido, Mcal.

EM_{mr}: EM_m ajustada para vacas que depositaram tecido, Mcal.

EM_{ret}: energia metabolizável retida, Mcal.

PV_{zret}: peso vazio retido, kg.

PV_{jfr}: peso vivo em jejum ao final do experimento para vacas que depositaram tecido, kg.

PV_{jir}: peso vivo em jejum ao início do experimento para vacas que depositaram tecido, kg.

Abate e estimativa do corpo vazio. Ao final da fase de terminação (67 d) as vacas foram abatidas. Durante a fase *post mortem*, a carcaça quente foi pesada. Foram obtidos os pesos do fígado, rins, coração, gordura (gordura renal, inguinal, pélvica, cardíaca, gordura torácica, gordura dos pré-estômagos, gordura dos intestinos e omento), pulmão, baço, pâncreas, sistema reprodutivo e glândula mamária. O conteúdo do esôfago, rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestinos e bexiga limpos manualmente, foram medidos e pesados (antes e após a limpeza), seguindo a metodologia utilizada por Lanna (1988).

Após 24 h de resfriamento, a carcaça foi novamente pesada e, então, foi retirado o corte da 9-10-11^a costelas da ½ carcaça direita conforme metodologia de Hankins e Howe (1946) que foi pesado e armazenado em freezer. No corte da 12^a costela foi determinada a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea (EGS). Uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* entre a 11^a-13^a costela foi removida para determinação do teor do extrato etéreo de marmoreio. Amostras da 9- 10-11^a costelas foram congeladas, moídas, homogeneizadas. Sub-amostras (quadruplicatas) foram retiradas para determinação do teor de água no corte via liofilização (AOAC, 1990). Após a liofilização as amostras foram trituradas com gelo seco e submetidas à secagem em estufa a 105°C até peso constante.

Foram utilizadas equações que estimassem a composição de água e extrato etéreo do corpo vazio, de acordo com o percentual de água do corte das costelas. Na tentativa de se adequar as equações aos genótipos das vacas avaliadas, optou-se pelas equações de regressão linear 16a e 16b para vacas ½ Angus x Nelore, geradas a partir de machos inteiros da mesma raça. Para estimativas de composição de vacas ½ Caracu x Nelore foram utilizadas as equações de regressão 17a e 17b, obtidas a partir da dados agrupados de machos inteiros Nelore, ½ Angus x Nelore, ½ Canchim x Nelore e ½ Simental x Nelore.

A estimativa da composição de proteína e cinzas do corpo vazio foi feita por diferença, considerando a proporção fixa 80,26:19,27 na matéria seca desengordurada para os dois componentes, respectivamente (REID et al., 1955). Os valores absolutos, em quilograma, de proteína e gordura foram multiplicados por 5,686 e 9,367 Mcal/kg para estimar a energia do corpo vazio das vacas (GARRETT et al., 1959).

$$\%Água_{corpovazio} = (0,5516 \times \%Aguacorte) + 30,347 \quad (R^2 = 0,89) \quad (16a)$$

$$\%EE_{corpovazio} = (-0,661 \times \%Aguacorte) + 54,27 \quad (R^2 = 0,83) \quad (16b)$$

$$\%Água_{corpovazio} = (0,5657 \times \%Aguacorte) + 29,162 \quad (R^2 = 0,87) \quad (17a)$$

$$\%EE_{corpovazio} = (-0,685 \times \%Aguacorte) + 55,558 \quad (R^2 = 0,87) \quad (17b)$$

*Equações 16a, 16b e 17a, 17b, segundo Berndt; Lanna e Alencar (dados não publicados).

Consumo Alimentar Residual (CAR). O CAR foi calculado como a diferença entre o consumo observado e o consumo predito por meio de regressão linear múltipla (SAS, 2002) de variáveis componentes específicas. Essas regressões contemplaram as vacas na lactação eq. 18 ($CAR_{vaca_leite_{lac}}$), bezerros em crescimento eq. 19 ($CAR_{bez_ganho_{lac}}$), pares vaca/bezerro eq. 20 ($CAR_{par_ganho_{lac}}$) e as vacas na terminação eq. 21 ($CAR_{vaca_ganho_{term}}$). A base dos cálculos para o CAR nessas distintas fases seguiu os princípios inicialmente propostos por Koch et al. (1963), onde a regressão múltipla baseava-se sobre a ingestão, peso médio metabólico ($PM^{0,75}$) e o

ganho médio diário (GMD). Entretanto, houve necessidade da inclusão de novos parâmetros de análise para o cálculo do CAR para vacas em lactação, bezerros em crescimento, pares vaca/bezerro e vacas na terminação, como pode ser verificado nas equações 18 a 21.

$$\begin{aligned} \text{CARvaca_leite}_{\text{lac}} = & \text{IMS}_{\text{vl}} + 1.331233580^{\text{a}} - 0.104867281^{\text{b}} \times \text{PMV}_1^{0,75} + \\ & 0.013234035^{\text{c}} \times \text{VPV} - 0.000258989^{\text{d}} \times \text{NE}_1 \quad R^2 = 0,977 \end{aligned} \quad (18)$$

Em que:

IMS_{vl} : IMS dieta da vaca na lactação, kg/d.

$\text{PMV}_1^{0,75}$: peso médio metabólico da vaca na lactação, $[(PV_{\text{ji}} + PV_{\text{ff}}) \div 2]^{0,75}$.

VPV : variação de peso da vaca $(PV_{\text{ji}} - PV_{\text{ff}})$, kg.

EL_1 : energia líquida de lactação total, Mcal.

^{a,b,c,d}Parâmetros estimados para o intercepto, IMS, $\text{PM}^{0,75}$, VPV e EL_1 , respectivamente.

$$\begin{aligned} \text{CARbez_ganho}_{\text{lac}} = & \text{IMS}_b + 0.1773035618^{\text{a}} - 0.0116761306^{\text{b}} \times \text{GP}_{210\text{d}} - \\ & 0.0089773479^{\text{c}} \times \text{EGS}_b - 0.0630119490^{\text{d}} \times \text{GM}_b \quad R^2 = 0,603 \end{aligned} \quad (19)$$

Em que:

IMS_b : IMS ração+leite bezerro lactente, kg/d.

$\text{GP}_{210\text{d}}$: ganho de peso do bezerro durante 210 dias de lactação, kg PV_j .

EGS_b : espessura de gordura do bezerro a desmama via ultra-sonografia, mm.

GM_b : grau de marmoreio do bezerro a desmama via ultrassonografia, 0-6.

^{a,b,c,d}Parâmetros estimados para o intercepto, IMS, $\text{GP}_{210\text{d}}$, EGS e GM, respectivamente.

$$\begin{aligned} \text{CARpar_ganho}_{\text{lac}} = & \text{IMS}_{\text{par}} - 1.621525763^{\text{a}} - 0.084731371^{\text{b}} \times \text{PMV}_1^{0,75} + \\ & 0.008991284^{\text{c}} \times \text{VPV} + 0.012828625^{\text{d}} \times \text{PMB}^{0,75} - 0.009511498^{\text{e}} \times \\ & \text{GP}_{210\text{d}} - 0.013935494^{\text{f}} \times \text{EGS}_b - 0.030986302^{\text{g}} \times \text{GM}_b \quad R^2 = 0,963 \end{aligned} \quad (20)$$

Em que:

IMS_b : IMS dieta do par vaca/bezerro na lactação, kg/d.

$\text{PMV}^{0,75}$: peso médio metabólico da vaca lactação, $[(PV_{\text{ji}} + PV_{\text{ff}}) \div 2]^{0,75}$.

VPV : variação de peso vivo da vaca $(PV_{\text{ji}} - PV_{\text{ff}})$, kg.

$\text{PMB}^{0,75}$: peso médio metabólico bezerro lactação, $[(PV_{\text{nasc.}} + PV_{\text{desmama}}) \div 2]^{0,75}$.

$\text{GP}_{210\text{d}}$: ganho de peso do bezerro durante 210 dias de lactação, kg PV_j .

EGS_b : espessura de gordura do bezerro a desmama via ultra-sonografia, mm.

GM_b : grau de marmoreio do bezerro a desmama via ultrassonografia, 0-6.

^{a,b,c,d,e,f,g}Parâmetros estimados para o intercepto, IMS_b , $PMV^{0,75}$, VPV , $PMB^{0,75}$, GP_{210d} , EGS_b , e GM_b , respectivamente.

$$\begin{aligned} CARvaca_ganho_{term} = & IMS_{vt} + 0.423046959^a - 2.257534277^b \times \\ & GMD_j - 0.059621478^c \times PMV_t^{0,75} - 0.116322084^d \times EGS_v \quad R^2 = 0,639 \end{aligned} \quad (21)$$

Em que:

IMS_{vt} : IMS dieta vaca na terminação, kg/d.

GMD_j : ganho médio diário em jejum da vaca na terminação, kg/d.

$PMV_t^{0,75}$: peso médio metabólico da vaca na terminação, $[(PV_{ji} + PV_{jf}) \div 2]^{0,75}$.

EGS_v : espessura de gordura da vaca na terminação medido ao abate, mm.

^{a,b,c,d}Parâmetros estimados para o intercepto, IMS_{vt} , GMD_j , $PMV_t^{0,75}$ e EGS_v , respectivamente.

2.3 Análise Estatística

Para todos dados de ingestão (MS e EM), exigências de manutenção e lactação estimadas, peso, produção e composição do leite, os índices de eficiência, consumo alimentar residual, parâmetros de carcaça, composição química das costelas, estimativa da composição do corpo vazio e órgãos internos foram realizadas análises por meio do procedimento GLM do SAS (SAS, 2002). Para todas as variáveis avaliadas no estudo o nível de significância (valor de P) foi demonstrado próximo às respectivas médias. Entretanto, o nível de significância de 1% foi utilizado “somente” para a variável peso vivo em jejum das matrizes ao início ao final da lactação. Esse nível de significância foi adotado em função da pequena variação de peso nessa fase que foi de 10,9 ($\pm 6,6$ EP) e 14,9 kg ($\pm 6,4$ EP) para vacas AN e CN, respectivamente. Além disso, a variação de peso das matrizes foi utilizada para ajustar a partição energética na matriz (item 2.1). Ressalta-se ainda que Calegare (2004) avaliando vacas Nelore e alguns cruzamentos na fase de lactação encontrou variação de peso média para essas matrizes de - 18,8 kg entre o início e fim da lactação ($P > 0,10$).

O procedimento GLM (SAS, 2002) incluiu na fase de lactação os efeitos de lote (dependente do momento de entrada dos animais), grupo genético, sexo da cria e idade da cria ao início do experimento como covariável. Já na fase de terminação somente o efeito do grupo genético foi incluído nas análises. Após ANOVA foram estimados as médias de quadrados mínimos e os respectivos erros padrão.

Para avaliar a presença ou não de diferença entre os pesos, ECC, EGS, GM e AOL das vacas ao início do experimento e ao desmame também foi realizado o procedimento GLM (SAS, 2002). Entretanto, nessa avaliação as comparações foram feitas fixando as variáveis nos dois momentos específicos (início e desmama).

Para avaliar as correlações entre os índices de eficiência e CAR nas distintas fases foi utilizada a opção MANOVA do procedimento GLM (SAS, 2002) para imprimir a matriz de correlações residuais bem como os níveis de probabilidade para o teste de significância das correlações entre os índices de eficiência e também entre o CAR nas distintas fases.

Para estudo das variáveis na fase de lactação optou-se pelo modelo (eq. 22):

$$Y_{ijkl} = \mu + L_i + G_j + S_k + \beta \times l_{ijkl} + e_{ijkl} \quad (22)$$

Em que:

μ : média geral.

L_i : efeito de lote i , sendo $i = 1$ e 2 .

G_j : efeito do grupo genético j , sendo $j = 1$ e 2 .

S_k : efeito do sexo do bezerro k , sendo $k =$ macho e fêmea.

β : coeficiente de regressão da variável em função da idade.

l : observação do animal.

e_{ijkl} : erro aleatório associado a cada observação Y_{ijkl}

Para estudo das variáveis na fase de terminação optou-se pelo modelo (eq. 23):

$$Y_{ij} = \mu + GG_i + e_{ij} \quad (23)$$

Em que:

μ : média geral.

GG_i : efeito do grupo genético i , sendo $i = 1$ e 2 .

j : animal.

e_{ijkl} : erro aleatório associado a cada observação Y_{ij}

3 RESULTADOS

O peso vivo (PV), o escore corporal (ECC) e a espessura de gordura subcutânea (EGS) das vacas durante lactação não diferiram durante o período experimental ($P > 0,01$). O grau de marmoreio (GM) aumentou ao final da lactação para vacas ½ Angus x Nelore (AN) ($P < 0,01$). Vacas ½ Caracu x Nelore (CN) aumentaram a área de olho de lombo (AOL) na mesma fase ($P < 0,01$). Os coeficientes de variação (CV) tenderam a ser menores para EGS e do GM avaliados em vacas AN, e para AOL em vacas CN (Tabela 2). O peso médio metabólico ($PM^{0,75}$), a área corporal (m^2) e a altura da garupa (cm) foram semelhantes (Tabela 3).

Tabela 2 - Comportamento (MQM, EP e CV*) das variáveis corporais das matrizes aos 20, 103 e 210 dias de lactação (DDL)

Grupo Genético	Variável ¹		EP	CV	P
	DDL 20	DDL 210			
	Peso vivo em jejum (PV_j), kg				
Angus x Nelore	441,5	453,3	5,7	4,0	0,179
Caracu x Nelore	470,3	487,0	4,2	2,8	0,019
	Escore de condição corporal, 1-9				
Angus x Nelore	4,7	4,8	0,1	4,7	0,244
Caracu x Nelore	5,1	4,9	0,1	7,0	0,235
	Variável ²				
	DDL 103	DDL 210			
	Espessura de gordura subcutânea, mm				
Angus x Nelore	3,2	3,6	0,2	18,4	0,234
Caracu x Nelore	3,0	4,0	0,4	37,5	0,123
	Grau de marmoreio, 0-6				
Angus x Nelore	3,2 ^b	4,0 ^a	0,1	13,8	0,009
Caracu x Nelore	2,4	3,1	0,2	19,4	0,019
	Área de olho de lombo, cm^2				
Angus x Nelore	47,9	53,4	1,7	10,9	0,056
Caracu x Nelore	54,5 ^b	61,8 ^a	1,4	7,8	0,005

¹Peso vivo em jejum e escore corporal realizados aos 20 e 210 dias de lactação.

²Medidas avaliadas 103 e 210 dias de lactação, via ultrassonografia entre a 12^a-13^a costelas sobre o músculo *Longissimus dorsi*.

* MQM, EP, CV: médias de quadrados mínimos, erros padrão, coeficientes de variação, respectivamente. Diferenças estatísticas entre as médias de quadrados mínimos foram realizadas por meio de comparações nos diferentes momentos.

^{a,b}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem ($P < 0,01$).

Tabela 3 - Peso metabólico e variáveis biométricas das matrizes (MQM \pm EP*) na lactação (20 - 210 d)

Variável	Grupo Genético		P
	Angus x Nelore	Caracu x Nelore	
Peso médio metabólico, PM ^{0,75}	96,66 \pm 2,83	101,97 \pm 2,77	0,213
Área corporal ¹ , m ²	4,89 \pm 0,10	4,93 \pm 0,09	0,783
Altura da garupa, cm	140,82 \pm 1,52	143,40 \pm 1,48	0,256

¹Área corporal (SB): SB = 0,29 (CPC+PT+AG)^{1,803} (Pani et al., 1981).

*Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão.

As produções total de leite (P<0,01) e corrigida para o 4% de gordura (LCG) (P<0,05) foram estatisticamente superiores para vacas AN. A energia total secretada no leite durante a lactação foi superior para fêmeas AN (P=0,057). Quando a eficiência foi expressa em LCG em função da ingestão de matéria seca (IMS) vacas AN foram superiores (P=0,062). Contudo a energia diária secretada no leite (Mcal/kg) foi 9,4% superior para vacas CN. Essa maior excreção energética diária fez com que a eficiência energética (Mcal leite/Mcal EM ingerida) não diferisse entre os grupos genéticos (Tabela 4).

Tabela 4 - Produção, secreção de energia e eficiência de produção do leite (MQM \pm EP, CV*) durante a lactação

Variável	Grupo Genético		CV	P
	Angus x Nelore	Caracu x Nelore		
Produção total de leite, kg	1298,2 ^e \pm 53,4	1049,8 ^f \pm 52,1	13,7	0,006
Produção de LCG ¹ 4%, kg	1562,6 ^c \pm 53,9	1375,5 ^d \pm 52,6	11,0	0,029
Energia total secretada no leite, Mcal	1129,4 ^a \pm 39,7	1011,9 ^b \pm 38,8	11,1	0,057
Energia diária secretada no leite, Mcal/kg	0,87 ^f \pm 0,16	0,96 ^e \pm 0,15	5,2	0,001
Eficiência, produção LCG kg/kg IMS	0,83 ^a \pm 0,04	0,71 ^b \pm 0,04	17,1	0,062
Eficiência, energ. sec. leite Mcal/Mcal IEM	0,26 \pm 0,01	0,23 \pm 0,01	17,5	0,101

¹LCG: produção de leite corrigida para 4% de gordura.

*Médias de quadrados mínimos, erros padrão e coeficientes de variação.

^{a,b}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem (P<0,10).

^{c,d}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem (P<0,05).

^{e,f}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem (P<0,01).

A IMS, ingestão de energia metabolizável (IEM, Mcal) e a energia metabolizável de manutenção (EM_m, Mcal/d) não diferiram entre os grupos genéticos. Entretanto, a

energia metabolizável de lactação (EM_i) expressa com base no $PM^{0,75}$ (kcal EM/kg $PM^{0,75}/d$) foi 17,7% superior para vacas AN ($P<0,05$). Vacas CN foram mais eficientes ($P=0,072$) quando avaliadas por meio do consumo alimentar residual ($CAR_{vaca_leite_{lac}}$, Mcal/d) na lactação (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 - Ingestão de matéria seca pelas vacas (MQM \pm EP, CV*) na lactação

Variável	Grupo Genético		CV	P
	Angus x Nelore	Caracu x Nelore		
Peso vivo médio em jejum (PVM_j), kg	444,1 \pm 17,6	477,2 \pm 17,2	11,4	0,213
IMS, kg	1890,1 \pm 66,3	1968,2 \pm 58,9	9,3	0,382
IMS, kg/d	9,00 \pm 0,29	9,37 \pm 0,28	9,3	0,382
IMS, % PVM_j	2,03 \pm 0,28	1,97 \pm 0,27	4,2	0,136
IMS, g MS/kg $PM^{0,75}$	93,16 \pm 0,99	91,89 \pm 0,96	3,2	0,382

*Médias de quadrados mínimos, erros padrão e coeficientes de variação.

Tabela 6 - Ingestão, partição de energia e consumo alimentar residual das vacas ($CAR_{vaca_leite_{lac}}$) na lactação (MQM \pm EP*)

Variável	Grupo Genético		P
	Angus x Nelore	Caracu x Nelore	
Peso médio metabólico, $PM^{0,75}$	96,66 \pm 2,83	101,97 \pm 2,77	0,213
IEM ¹ , Mcal	4338,3 \pm 144,8	4520,4 \pm 141,3	0,396
IEM, Mcal/d	20,60 \pm 0,70	21,52 \pm 0,67	0,396
IEM, kcal EM/kg $PM^{0,75}/d$	213,81 \pm 2,47	210,99 \pm 2,41	0,441
EM_m^2 , Mcal/d	11,57 \pm 0,87	13,58 \pm 0,85	0,129
EM_i^3 , Mcal/d	8,62 ^c \pm 0,34	7,46 ^d \pm 0,33	0,032
EM_m , kcal $EM_m/kg PM^{0,75}/d$	118,9 \pm 5,5	132,2 \pm 5,4	0,116
EM_i , kcal $EM_i/kg PM^{0,75}/d$	90,13 ^c \pm 5,17	74,18 ^d \pm 5,04	0,048
$CAR_{vaca_leite_{lac}}$, Mcal/d	0,046 ^a \pm 0,036	-0,054 ^b \pm 0,035	0,072

$$PM^{0,75} : [(PV_{ji} + PV_{jf}) \div 2]^{0,75}$$

¹IEM: ingestão de energia metabolizável, Mcal.

² EM_m : energia metabolizável de manutenção, Mcal.

³ EM_i : energia metabolizável de lactação, Mcal.

*Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão.

^{a,b}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem ($P<0,10$).

^{c,d}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem ($P<0,05$).

O PV, EGS, AOL e as variáveis biométricas dos bezerros $\frac{1}{2}$ Canchim x $\frac{1}{4}$ Angus x $\frac{1}{4}$ Nelore ($\frac{1}{2}CC\frac{1}{4}AN\frac{1}{4}NE$) e $\frac{1}{2}$ Red Angus x $\frac{1}{4}$ Caracu x $\frac{1}{4}$ Nelore ($\frac{1}{2}RA\frac{1}{4}CR\frac{1}{4}NE$) não diferiram (Tabela 7). Os índices de ingestão e eficiência com base na MS também

não diferiram, com exceção da IMS leite pelos bezerros $\frac{1}{2}CC\frac{1}{4}AN\frac{1}{4}NE$ que foi maior ($P<0,05$) (Tabela 8).

Tabela 7 - Comportamento das variáveis corporais e biométricas dos bezerros (MQM \pm EP, CV*) em crescimento

Variável	Grupo Genético		CV	P
	$\frac{1}{2}CC\frac{1}{4}AN\frac{1}{4}NE$	$\frac{1}{2}RA\frac{1}{4}CR\frac{1}{4}NE$		
Peso vivo ao nascimento, kg	38,8 \pm 1,4	39,0 \pm 1,2	9,3	0,894
Peso vivo ao desmame, kg	213,1 \pm 5,9	221,3 \pm 5,1	7,3	0,329
EGS ¹ ao desmame, mm	3,2 \pm 0,5	2,6 \pm 0,4	42,6	0,377
Grau de marmoreio ² ao desmame, 0-6	1,56 \pm 0,22	1,42 \pm 0,19	40,5	0,668
AOL ³ ao desmame, cm ²	45,4 \pm 1,5	44,8 \pm 1,3	9,1	0,757
Área corporal ⁴ ao desmame, m ²	3,01 \pm 0,04	3,04 \pm 0,03	3,2	0,594
Altura da garupa ao desmame, cm	115,07 \pm 1,08	115,35 \pm 0,93	2,5	0,852
Relação PV _j bezerro _{210d} /PV _j vaca, %	49,1 \pm 2,8	48,5 \pm 2,4	15,2	0,895
Relação SB ⁴ bezerro _{210d} /SB vaca, %	61,8 \pm 1,9	62,2 \pm 1,6	8,1	0,878
Relação Altura. bezerro _{210d} /Altura vaca, %	81,6 \pm 1,1	80,7 \pm 1,0	3,7	0,564

^{1,2,3}Variáveis medidas ao desmame (210 d) via ultrassonografia entre a 12^a-13^a costelas sobre o músculo *Longissimus dorsi*.

⁴Área corporal (SB): SB = 0,29 (CPC+PT+AG)^{1,803} (Pani et al., 1981).

*Médias de quadrados mínimos, erros padrão e coeficientes de variação.

Tabela 8 - Ingestão de matéria seca e índices de eficiência dos bezerros (MQM \pm EP, CV*) em crescimento

Variável	Grupo Genético		CV	P
	$\frac{1}{2}CC\frac{1}{4}AN\frac{1}{4}NE$	$\frac{1}{2}RA\frac{1}{4}CR\frac{1}{4}NE$		
Ingestão de ração, kg MS	235,4 \pm 19,4	262,8 \pm 16,8	20,6	0,321
Ingestão de leite, kg MS	186,3 ^c \pm 7,26	164,7 ^d \pm 6,27	11,1	0,047
IMS ¹ total, kg	421,7 \pm 22,2	427,4 \pm 19,19	13,9	0,854
GP _{210d} ² , kg PV _j	174,3 \pm 5,3	182,3 \pm 4,6	8,0	0,293
Eficiência, g ganho/kg MS	414,5 \pm 16,6	432,3 \pm 14,33	10,4	0,445
Eficiência, g ganho/kg LCG ³	112,7 ^f \pm 4,45	133,1 ^e \pm 3,9	9,6	0,005

¹IMS: ingestão de matéria seca.

²GP_{210d}: ganho de peso do bezerro durante 210 dias de lactação.

³LCG: produção de leite corrigida para 4% de gordura

*Médias de quadrados mínimos, erros padrão e coeficientes de variação.

^{c,d}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem ($P<0,05$).

^{e,f}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem ($P<0,01$).

Os índices de ingestão e eficiência dos bezerros com base na energia metabolizável estão apresentados na Tabela 9. A IEM proveniente da ração, assim como a IEM total (dieta sólida+leite) não diferiram significativamente. No entanto, a IEM proveniente do leite foi maior ($P<0,05$) para bezerros $\frac{1}{2}CC\frac{1}{4}AN\frac{1}{4}NE$. Levando em consideração que esses bezerros ingeriram em média 117,0 Mcal de EM no leite ($P=0,057$), bezerros $\frac{1}{2}RA\frac{1}{4}CR\frac{1}{4}NE$ foram mais eficientes na utilização da energia total ingerida (Eficiência, g GP_{210d} /Mcal EM total) ($P<0,05$). Contudo, ao desdobrar essa eficiência em função da energia somente da dieta sólida (Eficiência, g GP_{210d} /Mcal EM ração) os bezerros não diferiram estatisticamente. Por outro lado, quando a energia computada foi somente a proveniente do leite ingerido (Eficiência, g GP_{210d} /Mcal EM leite) a diferença foi altamente significativa ($P<0,01$) e maior para os bezerros $\frac{1}{2}RA\frac{1}{4}CR\frac{1}{4}NE$. Neste sentido, esses bezerros foram 15% mais eficientes em conversão da energia do leite em tecido.

Tabela 9 - Ingestão de energia metabolizável, eficiência e consumo alimentar residual dos bezerros ($CAR_{bez_ganho_{lac}}$) em crescimento (MQM \pm EP*)

Variável	Grupo Genético		P
	$\frac{1}{2}CC\frac{1}{4}AN\frac{1}{4}NE$	$\frac{1}{2}RA\frac{1}{4}CR\frac{1}{4}NE$	
Ingestão de ração, Mcal EM	561,7 \pm 45,9	626,8 \pm 39,6	0,317
Ingestão de leite, Mcal EM	1760,9 ^c \pm 69,9	1544,1 ^d \pm 60,3	0,040
IEM ¹ total, Mcal	2322,6 \pm 92,7	2170,9 \pm 80,0	0,251
GP_{210d} ² , kg PV _j	174,3 \pm 5,3	182,3 \pm 4,6	0,293
Eficiência, g GP_{210d} ² /Mcal EM dieta sólida	315,6 \pm 20,3	300,9 \pm 17,5	0,605
Eficiência, g GP_{210d} ² /Mcal EM leite	100,3 ^f \pm 4,1	118,4 ^e \pm 3,6	0,007
Eficiência, g GP_{210d} ² /Mcal EM dieta sólida+leite	75,4 ^d \pm 2,4	84,4 ^c \pm 2,1	0,017
$CAR_{bez_ganho_{lac}}$, kg/d	0,023 \pm 0,071	-0,028 \pm 0,061	0,599

¹IEM: ingestão de energia metabolizável.

² GP_{210d} : ganho de peso do bezerro durante 210 dias de lactação.

*Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão.

^{c,d}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem ($P<0,05$).

^{e,f}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem ($P<0,01$).

A ingestão e os índices de eficiência em base de MS e EM dos pares vaca/bezerro não diferiram estatisticamente (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10 - Ingestão de matéria seca e eficiência (MQM \pm EP*) dos pares vaca/bezerro

Variável	Grupo Genético		P
	AN-½CC¼AN¼NE	CN-½RA¼CR¼NE	
IMS ¹ vaca, kg	1890,1 \pm 66,3	1968,2 \pm 58,9	0,382
IMS bezerro, kg ração	235,4 \pm 19,4	262,8 \pm 16,8	0,317
IMS par, kg ração	2145,8 \pm 61,8	2222,4 \pm 53,3	0,379
GP _{210d} ² , kg PV _j	174,3 \pm 5,3	182,3 \pm 4,6	0,293
Eficiência par, g GP _{210d} /kg MS	81,64 \pm 3,46	82,58 \pm 2,99	0,845

¹IMS: ingestão de matéria seca.

²GP_{210d}: ganho de peso do bezerro durante 210 dias de lactação.

*Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão.

Tabela 11 - Ingestão de energia metabolizável, índices de eficiência e consumo alimentar residual (CARpar_ganho_{lac}) dos pares vaca/bezerro (MQM \pm EP*)

Variável	Grupo Genético		P
	AN-½CC¼AN¼NE	CN-½RA¼CR¼NE	
IEM ¹ vaca, Mcal	4338,3 \pm 144,8	4520,4 \pm 141,3	0,396
IEM bezerro, Mcal ração	561,7 \pm 45,9	626,8 \pm 39,6	0,317
IEM par, Mcal	4948,9 \pm 147,6	5126,9 \pm 127,4	0,379
Eficiência, g GP _{210d} /Mcal EM par	35,41 \pm 1,54	35,81 \pm 1,33	0,845
Eficiência, kg GP _{210d} /kg PM ^{0,75} vaca ²	1,80 \pm 0,09	1,82 \pm 0,08	0,911
CARpar_ganho _{lac}	0,044 \pm 0,052	-0,045 \pm 0,045	0,252

¹IEM: ingestão de energia metabolizável.

²PM^{0,75} vaca: peso médio metabólico da matriz, PM^{0,75}.

*Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão.

A ingestão, os índices de desempenho e eficiência das vacas na fase de terminação são apresentados na Tabela 12. A IMS (g MS/kg PM^{0,75}) e a IEM (kcal EM/kg PM^{0,75}/d) foi maior para vacas AN (P<0,05). Contudo, os grupos genéticos em estudo não diferiram estatisticamente quanto ao desempenho e eficiência nesta fase.

Tabela 12 - Ingestão, índices de eficiência e consumo alimentar residual (CARvaca_ganho_{term}) das vacas na fase de terminação (MQM e EP*)

Variável	Grupo Genético		EP	P
	Angus x Nelore	Caracu x Nelore		
Peso vivo em jejum inicial, kg	453,3	487,0	18,5	0,216
Peso vivo em jejum final, kg	561,2	589,5	18,8	0,300
Peso vivo médio em jejum (PVM _j), kg	507,2	538,2	18,3	0,247
Peso médio metabólico, PM ^{0,75}	106,8	111,6	2,8	0,254
IMS, kg/dia	10,9	10,5	0,4	0,326
IMS,g MS/kg PM ^{0,75}	103,4 ^c	93,9 ^d	2,7	0,025
IEM, Mcal/d	26,2	24,9	0,9	0,325
IEM, kcal EM/kg PM ^{0,75} /d	245,9 ^c	223,5 ^d	6,4	0,024
Ganho de peso em jejum, kg/d	1,63	1,55	0,11	0,604
Ingestão, kg MS/PVM _j	2,18 ^c	1,95 ^d	0,06	0,025
Eficiência, g ganho/kg MS	148,6	147,9	8,4	0,950
Eficiência, g ganho/Mcal EM	62,4	62,1	3,5	0,947
CARvaca_ganho _{term} , kg/d	0,131	-0,131	0,222	0,414

*Médias de quadrados mínimos e erros padrão.

^{c,d}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem (P<0,05).

Ao abate das matrizes tanto o peso da carcaça quanto o rendimento da carcaça não diferiram. Entretanto, a EGS foi 29% maior (P<0,05) para vacas AN, enquanto a AOL foi 13% superior para vacas CN (P<0,05). O teor de extrato etéreo (% EE) intramuscular (músculo *Longíssimus dorsi*) não diferiu significativamente entre grupos em estudo (Tabela 13).

Tabela 13 - Características de carcaça das vacas ao final da fase de terminação (MQM e EP*)

Variável	Grupo Genético		EP	P
	Angus x Nelore	Caracu x Nelore		
Peso de carcaça quente, kg	303,2	324,5	11,9	0,223
Rendimento de carcaça quente, %	53,9	54,9	0,6	0,264
EGS ¹ , mm	10,6 ^c	7,5 ^d	0,8	0,015
AOL ² , cm ²	65,7 ^d	75,9 ^c	2,9	0,026
EE ³ no musc. <i>Longissimus dorsi</i> , %	3,7	3,5	0,4	0,774

¹EGS: espessura de gordura subcutânea avaliada na carcaça, mm.

²AOL: área de olho de lombo avaliada na carcaça, cm².

³EE: extrato etéreo.

*Médias de quadrados mínimos e erros padrão.

^{c,d}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem (P<0,05).

O percentual de proteína e cinzas do corte da 9-10-11^a costelas foram maiores para fêmeas CN ($P < 0,05$). Conseqüentemente, em função do maior peso do corpo vazio (PV_z , kg) dessas fêmeas a quantidade desses nutrientes foi igualmente superior ($P = 0,06$). A energia no PV_z das matrizes avaliadas não diferiu estatisticamente (Tabela 14).

Tabela 14 - Composição química do corte da 9-10-11^a costelas e quantificação dos componentes no corpo vazio das vacas ao final da fase de terminação (MQM e EP*)

Variável	Grupo Genético		EP	P
	Angus x Nelore	Caracu x Nelore		
Água corte, %	55,50	55,32	0,61	0,842
Extrato etéreo, %	24,13	23,88	0,74	0,812
Proteína corte, %	16,30 ^d	16,64 ^c	0,10	0,028
Cinzas corte, %	4,07 ^d	4,16 ^c	0,02	0,028
PV_z^1 , kg	483,2	517,2	17,2	0,184
Água PV_z , kg	268,09	284,95	7,80	0,144
Extrato etéreo PV_z , kg	116,65	124,94	7,29	0,432
Proteína PV_z , kg	78,73 ^b	85,85 ^a	2,54	0,063
Cinzas PV_z , kg	19,68 ^b	21,46 ^a	0,64	0,063
Energia PV_z , Mcal	1539,3	1656,9	81,63	0,321

¹ PV_z : Peso do corpo vazio, kg.

*Médias de quadrados mínimos e erros padrão.

^{a,b}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem ($P < 0,10$).

^{c,d}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem ($P < 0,05$).

Vacas AN apresentaram maior peso total dos órgãos internos (PTOI) ($P = 0,059$). O PTOI em função do peso vazio (PTOI/ PV_z) foi 14,8% maior para matrizes AN ($P < 0,01$). Isso ocorreu em função do maior PTOI e menor PV_z desse grupo genético. Vacas AN apresentaram maior peso dos rins ($P < 0,05$) e intestinos ($P < 0,01$). Vacas CN apresentaram maior comprimento de intestino grosso ($P = 0,09$, Tabela 15).

Tabela 15 - Contribuição da massa de órgãos internos e relação com o peso do corpo vazio das vacas ao final da fase de terminação (MQM e EP*)

Variável	Grupo Genético			
	Angus x Nelore	Caracu x Nelore	EP	P
Peso do corpo vazio (PV _z), kg	483,2	517,2	17,2	0,184
Peso total dos órgãos internos (PTOI) ¹ , kg	43,7 ^a	39,8 ^b	1,3	0,059
PTOI/ PV _z , %	9,08 ^e	7,74 ^f	0,25	0,001
Fígado, kg	6,01	6,11	0,22	0,752
Coração, kg	2,11	1,95	0,07	0,163
Rins, kg	1,05 ^c	0,83 ^d	0,06	0,028
Pré-estômagos, kg	18,89	17,23	0,85	0,186
Intestinos delgado e grosso, kg	7,18 ^e	6,13 ^f	0,17	<0,001
Intestino delgado, m	34,8	36,4	1,9	0,558
Intestino grosso, m	8,7 ^b	9,6 ^a	0,4	0,087
Úbere, kg	6,99	6,25	0,42	0,228
Tecido adiposo ² , kg	24,0	28,8	2,2	0,150

¹Peso total dos órgãos internos (kg): pulmão, traquéia, coração, rins, bexiga, útero, aparelho reprodutivo, fígado, baço, pâncreas, esôfago, rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e grosso.

²Tecido adiposo (kg): gordura renal, inguinal, pélvica, cardíaca, gordura torácica, gordura dos pré-estômagos, gordura dos intestinos e omento.

*Médias de quadrados mínimos e erros padrão.

^{a,b}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem (P<0,10).

^{c,d}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem (P<0,05).

^{e,f}Médias na mesma linha, com letras sobrescritas diferem (P<0,01).

A eficiência de lactação foi correlacionada fortemente com a energia do leite (r=0,89; P<0,01) e negativamente relacionada com a IEM (r=-0,83; P<0,01, Tabela 16).

A IEM da dieta foi negativamente relacionada com a energia do leite (r=-0,51; P<0,05).

Tabela 16 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre eficiência de secreção de energia no leite de vacas de corte e suas variáveis^a

Variável ^a	Energia leite	IEM	EFvaca_leite _{lac}
Energia leite, Mcal	1.000000	-0.509 0.044*	0.894 <.0001***
IEM		1.000000	-0.829 <.0001***
EFvaca_leite _{lac}			1.000000

^aAbreviações variáveis:

Energia leite: energia secretada no leite, Mcal;

IEM: ingestão de energia metabolizável, Mcal;

EFvaca_leite_{lac}: Eficiência, energia secretada leite Mcal/IEM Mcal vaca na fase de lactação.

***P<0,001.

*P<0,05.

A eficiência de ganho do bezerro foi correlacionada negativamente com a IEM leite ($r=-0,72$; $P<0,01$) e com a IEM total ($r=-0,55$; $P<0,05$, Tabela 17). A IEM total foi correlacionada com o ganho de peso ($r=0,56$; $P<0,05$), com a IEM ração ($r=0,56$; $P<0,05$) e fortemente com a IEM leite ($r=0,81$; $P<0,01$). A IEM ração foi correlacionada com o ganho de peso ($r=0,74$; $P < 0,01$). O modelo estatístico revelou efeito do sexo dos bezerros sobre o ganho de peso ($P<0,05$).

Tabela 17 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre eficiência de ganho de peso de bezerros e suas variáveis^a

Variável ^a	GP _{210d}	IEM ração	IEM leite	IEM total	EFbez_ganho _{lac}
GP _{210d}	1.000000	0.740	0.157	0.563	0.369
		0.001**	0.562	0.023*	0.158
IEM ração		1.000000	-0.028	0.562	0.076
			0.918	0.023*	0.778
IEM leite			1.000000	0.811	-0.721
				0.0001***	0.001**
IEM total				1.000000	-0.551
					0.027*
EFbez_ganho _{lac}					1.000000

^aAbreviações variáveis:

GP_{210d}: ganho de peso do bezerro durante 210 dias de lactação, kg PV_j;

IEM ração: ingestão de ração, Mcal EM;

IEM leite: ingestão de leite, Mcal EM;

IEM total: ingestão de ração + leite, Mcal EM;

EFbez_ganho_{lac}: Eficiência, g GP_{210d} /IEM Mcal bezerro na fase lactente.

***P<0,001.

**P<0,01.

*P<0,05.

A eficiência energética do par foi fortemente correlacionada com o ganho de peso dos bezerros ($r=0,79$; $P<0,01$, Tabela 18) e negativamente correlacionado com a IEM do par ($r=-0,58$; $P<0,05$). O modelo estatístico revelou efeito do sexo do ganho de peso do bezerro sobre a eficiência do par ($P<0,05$).

Tabela 18 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre eficiência do par vaca/bezerro e suas variáveis^a

Variável ^a	GP _{210d}	IEM par	EFpar_ganho _{lac}
GP _{210d}	1.000000	0.034	0.794
		0.901	0.0002***
IEM par		1.000000	-0.576
			0.019*
EFpar_ganho _{lac}			1.000000

^aAbreviações variáveis:

GP_{210d}: ganho de peso do bezerro durante 210 dias de lactação, kg PV_j.

IEM par: ingestão de ração, Mcal EM.

EFpar_ganho_{lac}: Eficiência, g GP_{210d}/IEM Mcal par na fase de lactação.

***P<0,001.

*P<0,05.

A eficiência das vacas na terminação foi altamente correlacionada com o ganho de peso ($r=0,89$; $P<0,01$, Tabela 19). A IEM ração foi correlacionada com o ganho de peso ($r=0,60$; $P<0,01$).

Tabela 19 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre eficiência das vacas na fase de terminação e suas variáveis^a

Variável ^a	GMD _j	IEM ração	EFvaca_ganho _{term}
GMD _j	1.000000	0.601	0.892
		0.014*	<.0001***
IEM ração		1.000000	0.179
			0.506
EFvaca_ganho _{term}			1.000000

^aAbreviações variáveis:

GMD_j: ganho de peso em jejum, kg/d;

IEM ração: ingestão de ração na pós-desmama, Mcal EM/d;

EFvaca_ganho_{term}: Eficiência, g ganho vaca/IEM Mcal vaca na fase de terminação.

***P<0,001.

*P<0,05.

A correlação entre a eficiência das vacas na terminação e vacas na lactação foi moderada ($r=0,43$; $P=0,09$; Tabela 20). A eficiência dos pares vaca/bezerro foi correlacionado com a eficiência das vacas em lactação ($r=0,68$; $P<0,01$). A eficiência

dos bezerros em crescimento foi negativamente e fortemente correlacionado com a eficiência das vacas em lactação ($r=-0,77$; $P<0,01$). O modelo estatístico revelou efeito do grupo genético sobre a eficiência de ganho dos bezerros ($P<0,01$) e a eficiência do par ($P<0,05$).

Tabela 20 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre eficiência alimentar das vacas e bezerros na fase de lactação e terminação

Variável ^a	EFvaca_leite _{lac}	EFbez_ganho _{lac}	EFpar_ganho _{lac}	EFvaca_ganho _{term}
EFvaca_leite _{lac}	1.000000	-0.773	0.683	0.428
		0.0004***	0.003**	0.098 [‡]
EFbez_ganho _{lac}		1.000000	-0.136	-0.228
			0.616	0.396
EFpar_ganho _{lac}			1.000000	0.395
				0.129
EFvaca_ganho _{term}				1.000000

^aAbreviações variáveis:

EFvaca_leite_{lac}: Eficiência, energia secretada leite Mcal/IEM Mcal vaca na fase de lactação.

EFbez_ganho_{lac}: Eficiência, g GP_{210d}/IEM Mcal bezerro na fase lactente.

EFpar_ganho_{lac}: Eficiência, g GP_{210d}/IEM Mcal par na fase de lactação.

EFvaca_ganho_{term}: Eficiência, g ganho vaca/IEM Mcal vaca na fase de terminação.

*** $P<0,001$.

** $P<0,01$.

[‡] $P<0,10$.

O CAR das vacas na terminação foi correlacionado com o CAR das vacas em lactação ($r=0,53$; $P<0,05$). O CAR das vacas na terminação foi correlacionado com o CAR dos pares vaca/bezerro ($r=0,62$; $P<0,01$, Tabela 21). Não houve correlação significativa entre o CAR das vacas na terminação e o CAR dos bezerros em crescimento.

Ao relacionar o CAR das distintas fases e suas variáveis componentes não houve correlações significativas, com duas exceções. A primeira foi entre o CARbez_ganho_{lac} e a IMS ($r=0,68$; $P<0,01$). A segunda entre o CARvaca_ganho_{term} e a IMS nesta fase ($0,60$; $P<0,05$). Por fim, modelo estatístico não revelou efeitos significativos sobre as variáveis das correlacionadas para CAR.

Tabela 21 - Correlações fenotípicas e suas respectivas probabilidades entre consumo alimentar residual das vacas e bezerros na fase de lactação e terminação

Variável ^a	CARvaca_leite _{lac}	CARbez_ganho _{lac}	CARpar_ganho _{lac}	CARvaca_ganho _{term}
CARvaca_leite _{lac}	1.000000	-0.337	0.413	0.529
		0.201	0.111	0.035*
CARbez_ganho _{lac}		1.000000	0.229	-0.114
			0.394	0.673
CARpar_ganho _{lac}			1.000000	0.625
				0.009**
CARvaca_ganho _{term}				1.000000

^aAbreviações variáveis:

CARvaca_leite_{lac}: consumo alimentar das vacas na lactação na fase de lactação, Mcal/d.

CARbez_ganho_{lac}: consumo alimentar residual dos bezerros em crescimento na fase lactente, kg/d.

CARpar_ganho_{lac}: consumo alimentar residual dos pares vaca/bezerro na fase de lactação, kg/d.

CARvaca_ganho_{term}: consumo alimentar residual das vacas na fase de terminação na fase de terminação, kd/d.

**P<0,01.

*P<0,05.

4 DISCUSSÃO

4.1 Partição de Energia na Lactação

A manutenção tem sido definida como energia da dieta requerida para que o animal mantenha constante a energia ou o peso corporal (FERRELL; JENKINS, 1985; NRC, 1984). Matrizes avaliadas neste estudo mantiveram seu peso, escore corporal e espessura de gordura subcutânea constantes durante o período de lactação ($P > 0,01$). Entretanto, vacas $\frac{1}{2}$ Angus x Nelore (AN) depositaram gordura de marmoreio ao longo do período e vacas $\frac{1}{2}$ Caracu x Nelore (CN) aumentaram a área de olho de lombo entre o início e o final da lactação ($P < 0,01$). Estes resultados devem ser vistos com cautela, pois foram baseados em estimativas indiretas a partir do uso do ultra-som. Mas houve um pequeno aumento do peso e da condição corporal ao longo do período do parto à desmama.

Segundo extensa revisão de Ferrell e Jenkins (1985) os requerimentos para energia de manutenção (EM_m) entre os animais diferem em função do potencial genético para produção, status fisiológico, diferenças de sexo, estação do ano, temperatura e nível nutricional. Todavia, a manutenção não é constante variando em função do peso corporal.

Aproximadamente de 65 a 70% da exigência total de vacas é atribuída a exigência de manutenção (FERRELL; JENKINS, 1985; CALEGARE, 2004). Ferrell e Jenkins (1985) indicaram que a exigência de manutenção de vacas adultas lactantes e não gestantes de raças britânicas e continentais foram 145,0 e 165,5 kcal $EM/kg P^{0,75}$, respectivamente. Segundo Calegare et al. (2004) essa exigência foi em média 141,3 para vacas Nelore e 152,4 kcal $EM/kg P^{0,75}$ para vacas $\frac{1}{2}$ Angus x Nelore.

Estes valores de energia para produção de calor ou EM_m foram próximos, mas pouco superiores aos obtidos neste estudo, sendo 132,2 e 118,9 kcal $EM/kg P^{0,75}$ para vacas CN e AN, respectivamente. Isto talvez seja explicado pela variabilidade na metodologia utilizada para estimar a energia secretada no leite. Isso, pois grande parte dos trabalhos nessa linha aferem a produção de leite pela metodologia de pesagem do bezerro antes e após a mamada. Essa metodologia está mais sujeita a variações em

comparação a ordenha mecânica. Outro aspecto metodológico relevante refere-se aos períodos de amostragens para composição do leite. Para estimar a composição do leite várias frentes de pesquisa realizam amostragens em horário fixo ou usam proporções do leite e acabam extrapolando os dados de uma fração do dia para 24 h. Caso existam variações ao longo do dia o cálculo de secreção no período total acaba trazendo um viés. Tais variações metodológicas ao fim, podem superestimar a EM_m já que é calculada a diferença entre a EM da dieta e a energia secretada no leite. Jenkins e Ferrell (1992) sugerem que um erro substancial pode ocorrer em função da metodologia de estimativa da produção de leite. O viés introduzido na estimativa da produção de leite pelo controle de mamada do bezerro levaria à subestimativa da produção de leite, o que aumentaria a energia disponível e as exigências de energia metabolizável. Os dados daqueles autores sugerem ainda que essa subestimativa pode resultar na redução da eficiência da lactação.

Pesquisas sugerem que a pequena variação na exigência de energia de manutenção seja atribuída à composição corporal per se. No entanto, há evidências demonstrando que grande parte da energia destinada à manutenção tem sido conferida à energia exigida pelos órgãos internos (FERRELL; JENKINS, 1985). Ferrell et al. (1976), a partir da avaliação *in vitro* de pedaços de tecido, estimaram que 37% da energia despendida por novilhas Hereford gestantes e não lactantes foi atribuída ao fígado, coração e rins. Os dados dos autores sugerem que a energia gasta por estes tecidos aumenta com a elevação do consumo de alimento. Ainda, segundo Jenkins et al. (1986) diferenças em grande parte dos órgãos internos podem ser atribuídas a raça, cruzamentos, nível de dieta ingerida e potencial de produção de leite. Eles verificaram que a produção de leite de vacas de corte de diversos grupos genéticos foi positivamente relacionada com o peso do pulmão e fígado. Essa relação está associada aos requerimentos de energia para o par vaca/bezerro.

A contribuição da energia metabolizável de lactação (EM_l) é substancialmente menor que a EM_m no gasto total de EM. Entretanto a sua subestimativa pode causar erros importantes nas estimativas de produção de calor. Dados de Calegare et al. (2004) relatam que do total da EM proveniente da dieta de vacas de corte entre 31 a 36% são destinados a EM_l . No entanto, a EM_l parece ser influenciada mais

significativamente em função dos potenciais produtivos de vacas que a EM_m . Isso é, a EM_l tende a demonstrar diferenças maiores entre vacas de grupos genéticos distintos em comparação às exigências de EM_m . Isso parece estar relacionado a níveis de ingestão de energia e ao diferencial no potencial de produção de leite das matrizes. Neste experimento vacas AN apresentaram EM_l 15,9% maior em comparação a 74,18 kcal $EM/kg PM^{0,75}/d$ apresentado pelas vacas CN ($p < 0,05$), contudo, a EM_m não diferiu. O modelo revelou efeito da raça sobre a EM_l ($P < 0,04$). Portanto, o componente genético está atuando sobre o a exigência de lactação das matrizes. Dados na literatura são muito escassos em relação a essa variável, entretanto os dados observados neste experimento estão próximos aos de Calegare et al. (2004).

4.2 Eficiência de Produção e Contribuição Energética do Leite

A produção de leite em gado de corte varia em função do potencial genético da vaca, idade, raça, capacidade de ingestão do bezerro (que é influenciada pela raça, tamanho, idade e sexo), status nutricional, temperatura e estágio da lactação (NRC, 1996). Há também a interação entre estes fatores. O procedimento para determinar a produção de leite e os modelos utilizados para estimar a produção no período são fatores metodológicos relevantes.

Segundo Ferrell e Jenkins (1993) vacas de corte com distintos potenciais de produção têm sua produção influenciada em grande parte pelo nível de ingestão da EM da dieta (IEM). Eles evidenciaram que genótipos com menor potencial de produção (Hereford) e com menor EM_m são mais eficientes em condições limitantes (oferecimento de EM próxima da exigência de manutenção). Entretanto, a manutenção não foi constante e quando os autores elevaram o oferecimento de EM as vacas mais exigentes (Simental) foram mais eficientes que a variabilidade tanto na produção de leite, como em sua composição, respostas essas inerentes aos potenciais produtivos dos grupos genéticos nesse experimento.

A IEM pelas matrizes no presente estudo foi baseada no atendimento da exigência de manutenção e lactação das matrizes (através da manipulação da quantidade ofertada). O efeito evidenciado pelo modelo da raça dos animais sobre a produção de

leite foi uma expressão do potencial genético ($P < 0,05$). Além disso, não houve diferença no peso metabólico, área corporal, IEM e IMS. Dessa forma, pode-se inferir que vacas mais eficientes em relação à produção e composição do leite foram, nas condições não limitantes de consumo de energia deste experimento, aquelas com maior “output” energético.

A produção total de leite ajustada para 210 d de lactação em vacas de corte de diversos grupos genéticos, com níveis divergentes de energia, varia entre 950 a 1800 kg (GREEN et al., 1991; FERRELL; JENKINS, 1992; JENKINS et al., 2000). Existem poucos dados de produção de leite disponíveis na literatura baseados em experimentos onde a oferta de alimento foi feita de forma a atender as exigências de EM_m e EM_l . A produção de leite nessas condições varia entre 800 a 1400 kg (REYNOLDS; TYRRELL, 2000; CALEGARE et al., 2005). Neste experimento, vacas AN produziram aproximadamente 1298 kg ($\pm 53,4$ EP) em 210 dias de lactação, produção essa 19% superior a matrizes CN ($P < 0,01$).

A composição do leite, assim como a produção é uma variável importante, do ponto de vista bioenergético. Alguns fatores que influenciam a composição do leite incluem o procedimento de coleta, raça, idade da vaca, estágio de lactação e status nutricional (NRC, 1996). A energia secretada no leite ou energia líquida de lactação (EL_l) equivale à soma do calor de combustão de seus componentes (NRC, 2001). Portanto, quanto maior a contribuição energética do leite maior será a NE_l . Essa variável foi significativamente maior para vacas CN neste estudo ($P < 0,01$). Após a correção do leite para o teor de gordura (LCG) foi possível comparar a produção dos grupos genéticos em uma mesma base energética. Entretanto, a produção (LCG) das vacas AN ainda apresentou-se maior em função da grande diferença do volume produzido. Entretanto a diferença relativa na produção foi reduzida de 19 para 12% ($P < 0,05$). Reynolds e Tyrrell (2000) avaliando a curva de secreção de componentes do leite de novilhas Hereford x Angus, evidenciaram que a EL_l decresce progressivamente com a lactação ($P < 0,01$). Segundo Jenkins et al. (2000), outro ponto relevante é a persistência da lactação entre vacas de corte. Vacas com maior persistência tendem a ter uma secreção energética do leite maior. De acordo com os autores, além do

potencial genético, tanto a idade como o peso da cria são fontes de variação significativas sobre a persistência.

De acordo com revisão realizada por Johnson et al. (2003) o termo eficiência pode ser expresso de diversas formas para animais de produção. A eficiência energética em bovinos pode ser equacionada em termos de energia bruta, parcial ou líquida. Nesse caso o numerador é o conteúdo calórico (megacalorias do produto, “output”) e o denominador é definido em unidades de dieta (“input”), sendo que as unidades da dieta podem ser expressas em peso, megacalorias ou joule de EB, ED, NDT, EM ou EL. Vacas AN tenderam ser mais eficientes quanto à produção de LCG/kg IMS ($P=0,06$). Contudo, quanto a eficiência foi avaliada pela EM no leite Mcal/Mcal IEM não houve diferença entre os grupos ($P>0,10$). Vacas CN apresentaram 9,4% Mcal/ kg de leite superior ($P<0,01$), o que explica a não diferença entre os grupos na eficiência na eficiência expressa em base energética (EM no leite Mcal/Mcal IEM). A maior concentração energética do leite nas vacas CN, como comentado anteriormente, parece ter sido influenciado neste experimento pelo potencial produtivo da vaca e pela persistência da lactação.

Uma medida alternativa de eficiência alimentar no estudo foi a avaliação do consumo alimentar residual (CAR). As matrizes avaliadas diferiram para CAR em função da energia secretada no leite ($CAR_{vacas_leite_{lac}}$, Mcal/d), sendo que as vacas CN foram tenderam ser mais eficientes (CAR negativo) ($P=0,07$). Calegare et al. (2005) verificaram grande variabilidade para o CAR em vacas de corte em lactação, sendo que o “output” foi a produção em quilogramas de leite. Naquele trabalho, vacas Nelore e ½ Canchim x Nelore foram estatisticamente mais eficientes que vacas ½ Angus x Nelore, porém vacas ½ Simental x Nelore não diferiram ($P<0,05$). Além disso, os autores verificaram que o CAR para essas matrizes foi significativamente correlacionado com a IMS e com a exigência de EM. Com isso os autores inferem que vacas selecionadas para CAR negativo para produção de leite seriam animais com menor exigência de manutenção, mas sem afetar a produção de leite. As correlações fenotípicas entre o $CAR_{vacas_leite_{lac}}$, neste estudo com suas variáveis componentes não diferiram estatisticamente, com exceção da exigência de EM (kcal EM/kg $PM^{0,75}/d$) ($r = 0,47$; $P=0,06$). Isso indica que selecionar vacas nas condições impostas para

CAR_{vaca_leite_{lac}} onde o “output” é a energia bruta não afetaria a ingestão de matéria seca e potencialmente identificaria animais com menor produção de calor.

É preciso ter cuidado com as análises de CAR_{vaca_leite_{lac}} uma vez que são função de várias estimativas indiretas com erros metodológicos inerentes. A produção de leite é estimada de forma indireta, bem como todo o cálculo de partição. Além disso, as análises de CAR envolvem regressões múltiplas onde os parâmetros (estimadores) são altamente correlacionados. Outro ponto, é que para nossos dados não foram realizadas correções para variação de peso da vaca na lactação, ou seja para a eficiência o “output” foi tão somente o ganho de peso do bezerro, sem incluir o ganho ou perda de peso da matriz.

4.3 Eficiência da Progênie

Os bezerros deste estudo foram avaliados do nascimento a desmama para variáveis corporais e biométricas que não diferiram. Entretanto, na desmama a progênie apresentou em relação a suas mães: 48,3% (CV=15,2%) do peso vivo, 61,7% (CV=8,1%) da área corporal, e 80,9% (CV=3,7%) de altura da garupa. Houve efeito significativo do sexo sobre as variáveis biométricas ($P < 0,05$), entretanto, o sexo não afetou a eficiência da progênie, indicando que o sexo possui pouca influência na eficiência da progênie lactente. No entanto, os dados descritos evidenciam que até a desmama (210 d) considerando o peso vivo e a área corpórea, bezerros demonstram aproximadamente metade do potencial de crescimento em relação a sua progenitora.

Johnson (2003) relata que a eficiência nutricional deve se basear no produto gerado em função da dieta utilizada (relação “input”/“output”) e não somente em variáveis quantitativas como peso e características reprodutivas. Em muitos sistemas de produção de bovinos de corte uma elevada (65-85%) proporção da dieta é usada pelo rebanho de cria (MONTAÑO-BERMUDEZ et al., 1990), no qual animais jovens em crescimento ingerem alimento com alto valor alimentar. Nas condições deste estudo, da EM total ingerida (leite+ração sólida) pelos bezerros 75,7% ($\pm 1,5$ EP) e 71,3% ($\pm 1,3$ EP) foi proveniente da energia do leite respectivamente para $\frac{1}{2}CC\frac{1}{4}AN\frac{1}{4}NE$ e $\frac{1}{2}RA\frac{1}{4}CR\frac{1}{4}NE$. Houve para essa característica diferença entre os dois grupos

genéticos ($P=0,056$). Entretanto, a ingestão energética total (leite+dieta sólida) e somente da dieta sólida não diferiu entre as progênie. Na avaliação dos bezerros na fase de crescimento ficou evidenciado que bezerros $\frac{1}{2}RA\frac{1}{4}CR\frac{1}{4}NE$ foram mais eficientes na conversão da energia proveniente do leite e da dieta sólida em tecido ($P<0,01$; $P<0,05$).

Bezerros $\frac{1}{2}CC\frac{1}{4}AN\frac{1}{4}NE$ apresentarem a mesma taxa de ganho que os $\frac{1}{2}RA\frac{1}{4}CR\frac{1}{4}NE$ ($P<0,05$). Bezerros $\frac{1}{2}CC\frac{1}{4}AN\frac{1}{4}NE$ apresentaram menor eficiência de ganho em função do leite ingerido (g ganho/kg LCG) ($P<0,05$). Tanto Alencar (1989) quanto Calegare (2004) verificaram que quanto maior o potencial de produção das vacas, maior é a quantidade de leite necessária para produzir um quilograma de ganho, i. e., bezerros alimentados pelas melhores produtoras de leite apresentam menor ganho de peso para determinado volume de leite. No presente experimento, vacas AN produziram mais leite ($P<0,01$) e bezerros menos eficientes na conversão tanto do leite ($P<0,01$) quanto da dieta sólida+leite ($P<0,05$) em tecido, entretanto, não houve diferença da progênie quanto à taxa de ganho.

Um outro fator que pode ter contribuído para as diferenças observadas na eficiência foi a escolha da raça do touro sobre a progênie. Fitzhugh et al. (1975) indicou que o “output” para sistemas de produção de bovinos pode ser aumentado por sistemas de acasalamento que exploram diferenças no tamanho de linhas paternas e maternas. Essa exploração requer que as características de produção maternal sejam suficientes para expressar as características de crescimento da linha paterna.

A progênie no presente estudo foi originada pelo acasalamento da terceira raça, Canchim e Red Angus, sobre vacas AN e CN, respectivamente. Por esse motivo, a contribuição gênica aditiva das matrizes F1 não foi maior que um quarto. Jenkins et al. (1991) verificaram que diferenças na produção de leite em vacas F1 *Bos taurus* x *Bos indicus* pode ser compensada pela maior ingestão de dieta pela progênie ($r = -0,61$). Neste estudo, evidenciamos que existe correlação negativa e forte entre a ingestão de EM do leite e a eficiência do bezerro ($r = -0,72$; $P<0,01$). Isso indica que vacas que secretam mais energia no leite durante a lactação produzem bezerros com menor capacidade de conversão dessa energia em tecido. Entretanto, existe efeito do grupo genético sobre a IEM leite e sobre a eficiência da progênie. Indicando, que vacas que

secretam mais energia no leite influenciam tanto na ingestão quanto à eficiência de suas crias ($P < 0,05$).

4.4 Eficiência do Par Vaca/bezerro

No passado, muitos estudos de eficiência alimentar foram realizados em bovinos jovens em crescimento, com pouca ênfase ao rebanho de cria, onde os requerimentos de manutenção são muito importantes (ARTHUR et al., 2004). Nos últimos anos pesquisas sobre relações do par vaca/bezerro têm sido desenvolvidas para avaliar a eficiência de sistemas de produção e genótipos bovinos (JENKINS et al., 1991; GREEN et al., 1991; JENKINS; FERRELL., 2000; CALEGARE, 2004). No presente estudo os pares AN- $\frac{1}{2}$ CC $\frac{1}{4}$ AN $\frac{1}{4}$ NE e CN- $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{4}$ CR $\frac{1}{4}$ NE foram avaliados quanto à ingestão e eficiência alimentar.

Para os genótipos avaliados não foram evidenciadas diferenças significativas entre a ingestão de energia da dieta, desempenho da progênie e, portanto, tampouco para eficiência dos pares vaca/bezerro (g GP_{210d}/Mcal EM par). Entretanto, de acordo com Green et al. (1991) avaliando a eficiência de pares *Bos taurus* x *Bos indicus* verificaram que a ingestão média de energia dos pares varia em função do peso da vaca e(ou) do potencial de produção do leite. Green et al. (1991) verificaram ainda que relativamente pequenas mudanças no peso nas vacas e na produção de leite. Os autores avaliaram a ingestão de EM das matrizes ajustando-a para manutenção do peso no período. Nesse enfoque, as vacas no atual estudo foram avaliadas durante todo período experimental com base na ingestão da dieta exigida para atendimento da manutenção e lactação, o que pode explicar a homogeneidade dos pares vaca/bezerro quanto a eficiência alimentar. Contudo, Jenkins e Ferrell (1994) verificaram que a o ganho de peso do bezerro e a eficiência do par (g bezerro desmamado/IMS kg) está relacionada ao potencial produtivo da matriz e ao nível de energia disponível na dieta (Figura 2).

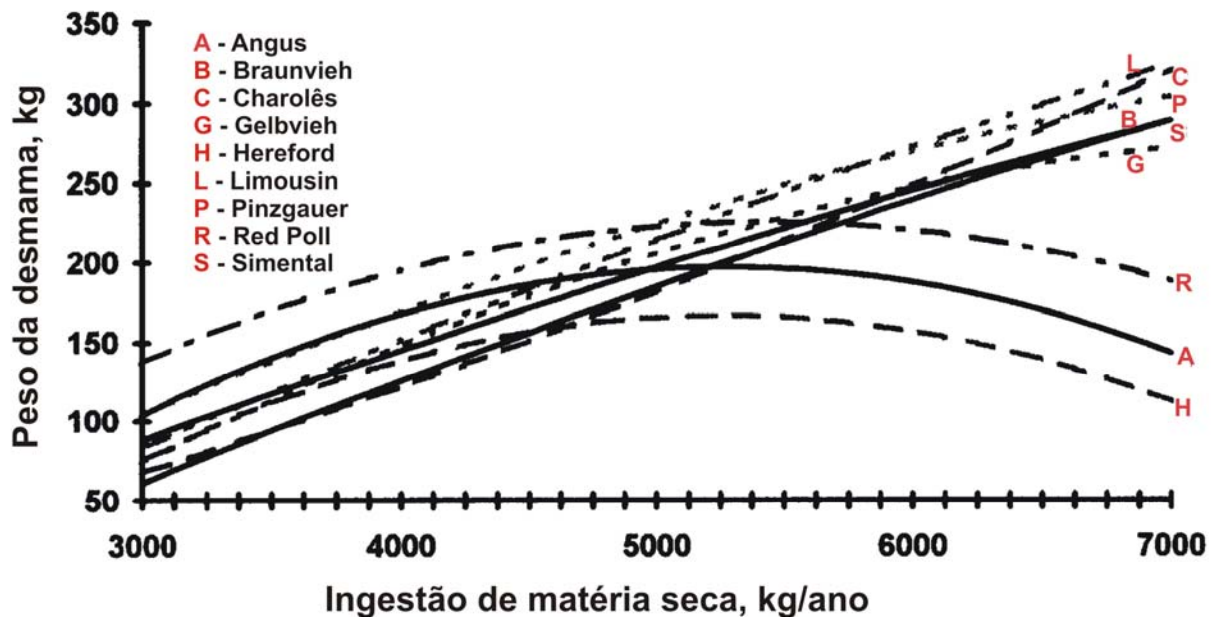


Figura 2 - Peso previsto do bezerro desmamado por vaca exposta em função da variação da ingestão de matéria seca de nove raças de vacas de corte

Fonte: Jenkins e Ferrell (1994)

A eficiência do par vaca/bezerro expressa em MS (g ganho bezerro/kg MS par) reportados por vários estudos variam entre 72,6 a 110,8 (JENKINS; FERRELL., 2000; CALEGARE, 2004). Logo, quando a eficiência do par foi expressa em EM (g GP_{210d}/Mcal EM par) os valores variam entre 31,5 a 48,5 (JENKINS et al., 1991; GREEN et al., 1991; JENKINS; FERRELL., 2000; CALEGARE, 2004). Os dados de eficiência no presente estudo estão de acordo com esses valores, mesmo embora em média não tenham diferido estatisticamente. A média ignora as variações individuais, mesmo evidenciando que elas existam, o que pode de certa maneira mascara haver pares vaca/bezerro altamente eficientes e outros altamente ineficientes. A Figura 3 demonstra que a correlação entre a eficiência do par (g GP_{210d}/Mcal EM par) e o ganho de peso da progênie (ganho de peso na lactação, kg) foi positiva, forte e altamente significativa ($r = 0,79$; $P < 0,01$). Portanto, pares mais eficientes na utilização da dieta produzem bezerros com melhor ganho de peso do nascimento a desmama. Já a Figura 4 evidencia que a correlação entre a eficiência do par (g GP_{210d}/Mcal EM par) a IEM do par (Mcal EM) foi negativa, moderada e significativa ($r = -0,58$; $P < 0,05$). Indicando que pares mais eficientes também ingerem menos energia proveniente da dieta.

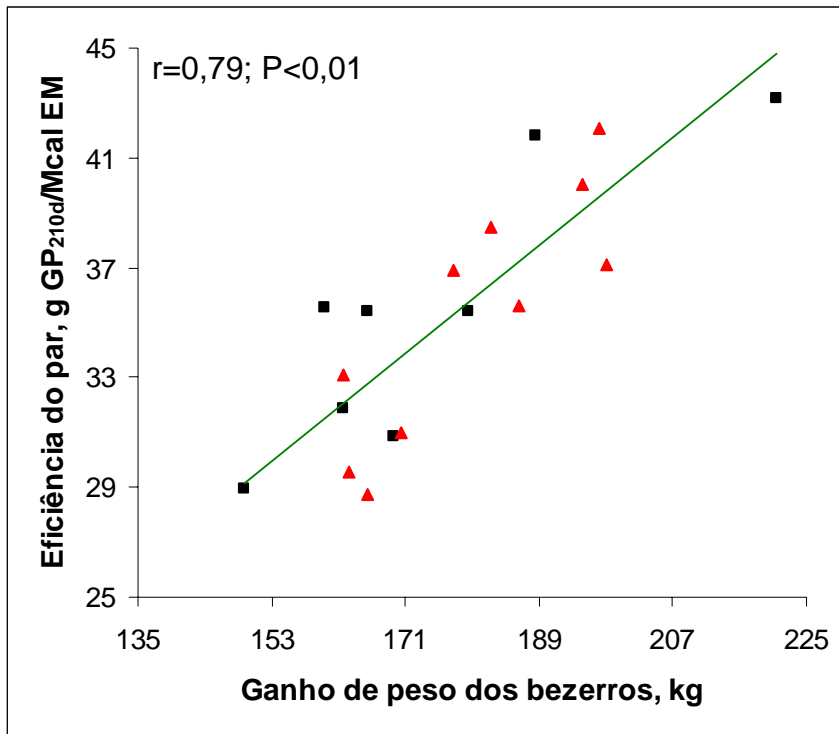


Figura 3 - Correlação entre a eficiência do par e o ganho de peso do bezerro. Par CN-½RA¼CR¼NE (▲) e AN-½CC¼AN¼NE (■)

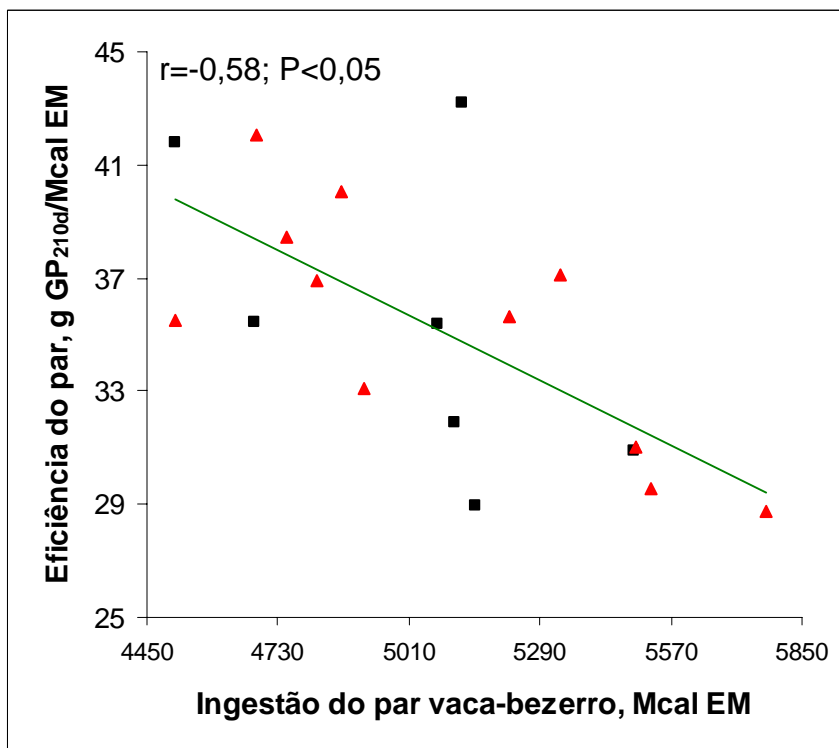


Figura 4 - Correlação entre a eficiência e a ingestão de energia do par vaca/bezerro. Par CN-½RA¼CR¼NE (▲) e AN-½CC¼AN¼NE (■)

Existem evidências que justificam a variação da eficiência do par vaca/bezerro. Para Jenkins et al. (1991) os dois componentes do "input" energético (ingestão da EM pela vaca e bezerro) foram muito maiores para a ingestão das matrizes do que sua progênie na lactação, indicando que a eficiência parece estar mais relacionada à ingestão das vacas do que de suas crias. Eles sugerem que na avaliação dos pares a variação na eficiência está relacionada à quantidade de energia necessária para matrizes manterem o peso constante, i.e. relacionada a energia de manutenção (JENKINS et al., 1991). Essa variação pode ser atribuída ao diferencial na exigência energética, associada com o diferencial no potencial genético, peso adulto e potencial de produção de leite (FERRELL; JENKINS, 1984; TAYLOR et al., 1986; SOLIS et al., 1988 e MONTAÑO-BERMUDEZ et al., 1990). No presente experimento vacas mais pesadas ($PV^{0,75}$) foram estatisticamente menos eficientes (g $GP_{210d}/Mcal$ EM par) e apresentaram maior exigência ($P<0,01$) destinada a manutenção (EM_m , kcal EM_m/kg $PM^{0,75}/d$) (Figuras 5 e 6). Além disso, pares vaca/bezerro mais eficientes (g $GP_{210d}/Mcal$ EM par) apresentam menor EM_m (EM_m , kcal EM_m/kg $PM^{0,75}/d$) ($r=-0,657; P<0,01$, Figura 7).

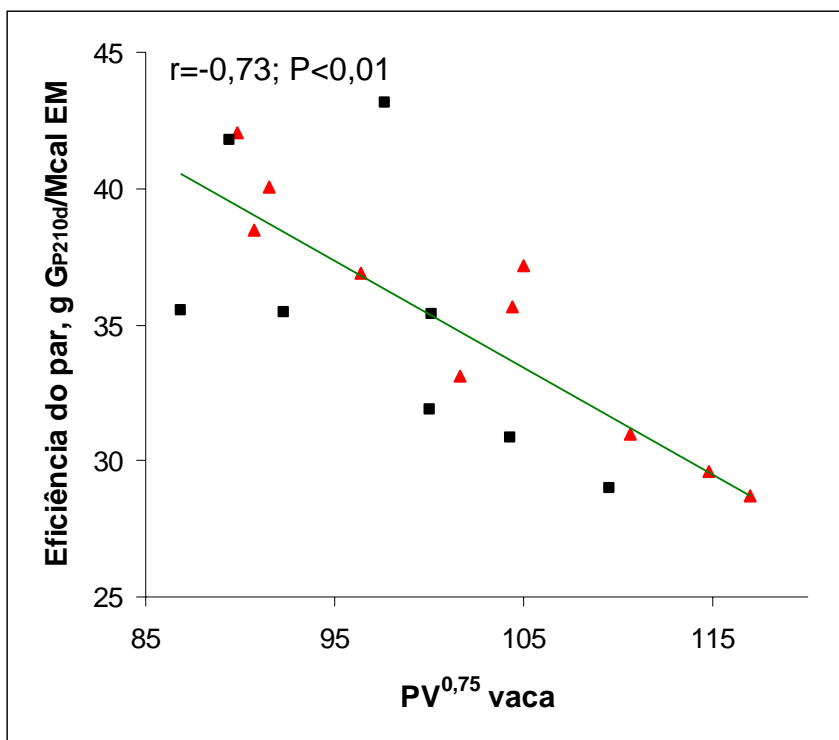


Figura 5 - Correlação entre a eficiência do par e peso metabólico da vaca. Par CN- $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{4}$ CR $\frac{1}{4}$ NE (▲) e AN- $\frac{1}{2}$ CC $\frac{1}{4}$ AN $\frac{1}{4}$ NE (■)

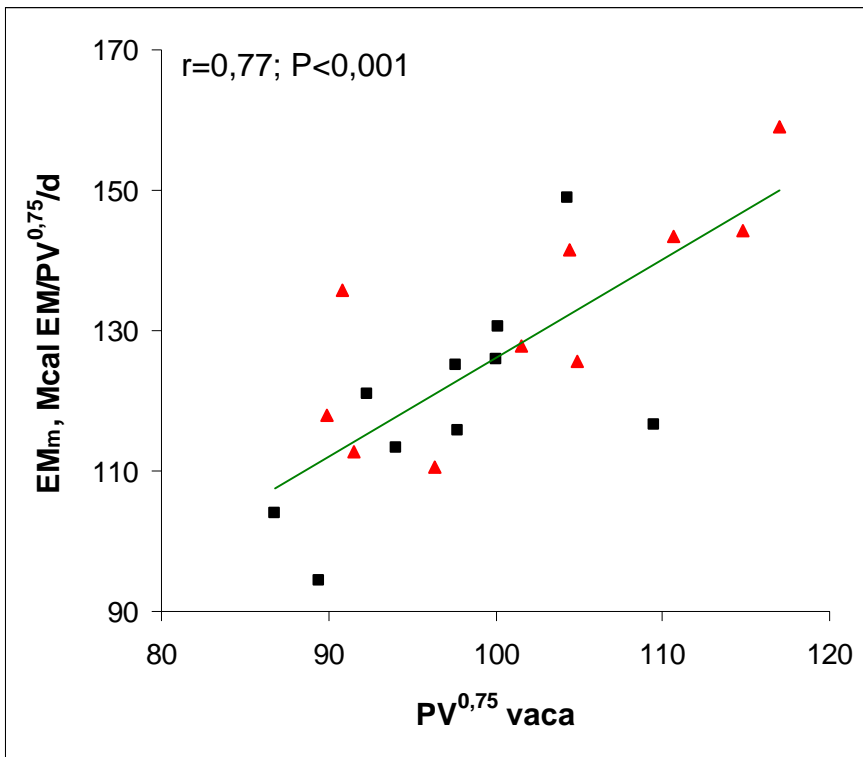


Figura 6 - Correlação entre energia de manutenção e peso metabólico da vaca. Vacas 1/2 Caracu x Nelore (▲) e 1/2 Angus x Nelore (■)

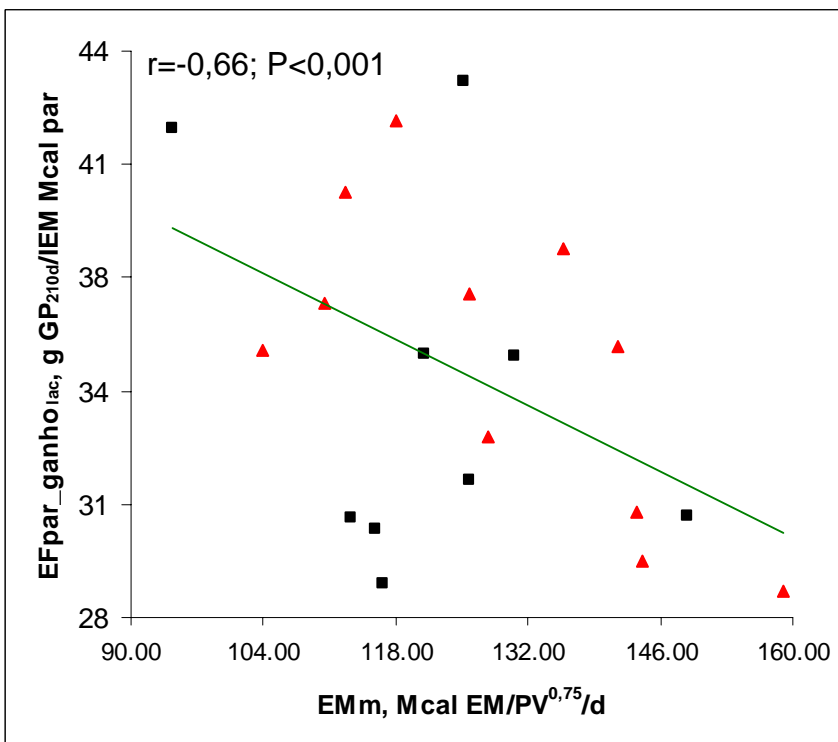


Figura 7 - Correlação entre eficiência do par e energia de manutenção da vaca. Vacas 1/2 Caracu x Nelore (▲) e 1/2 Angus x Nelore (■)

4.5 Desempenho e Metabolismo na Terminação

Apesar de não haver diferença entre as médias dos dois grupos genéticos avaliados neste estudo, existe grande variabilidade na característica de eficiência das vacas na terminação. A eficiência das vacas nessa fase foi da ordem de 62,2 g ganho/Mcal EM ($\pm 11,2$ DP; CV=17,9%). Houve ainda correlação entre a eficiência de vacas de corte na terminação (g ganho/Mcal EM) e o ganho de peso ($r=0,79$; $P<0,01$). Isso sugere que ao selecionar vacas mais eficientes na terminação animais com elevado ganho de peso são favorecidos (Figura 8). Há também uma importante variabilidade no consumo alimentar residual para vacas de corte durante esta fase de terminação (Figura 9). Segundo dados estabelecidos na literatura o CAR apresenta moderada herdabilidade, com a maior parte das estimativas publicadas variando entre 0,28 a 0,44 (BRELLIN; BRANNANG, 1982; ARCHER et al., 2002) e, portanto tem o potencial de ser incluída em programas seleção (LANNA; ALMEIDA, 2004). A seleção para matrizes com base na eficiência (g ganho/Mcal EM) e CAR na fase de terminação apresenta praticidade e estaria relacionada com índices de eficiência nas demais fases do ciclo produtivo. Dentre estes estaria a eficiência dos machos em crescimento no confinamento e as exigências das vacas a pasto.

Os índices reprodutivos não foram avaliados no presente trabalho, mas podem estar relacionados ao CAR e à eficiência. Para isso, estudos que avaliam a interação fenotípica e genotípica entre eficiência de crescimento e índices reprodutivos seriam primordiais. Somente com estes dados e estudos de modelagem poderão ser estabelecidas recomendações para sistemas de produção de gado de corte.

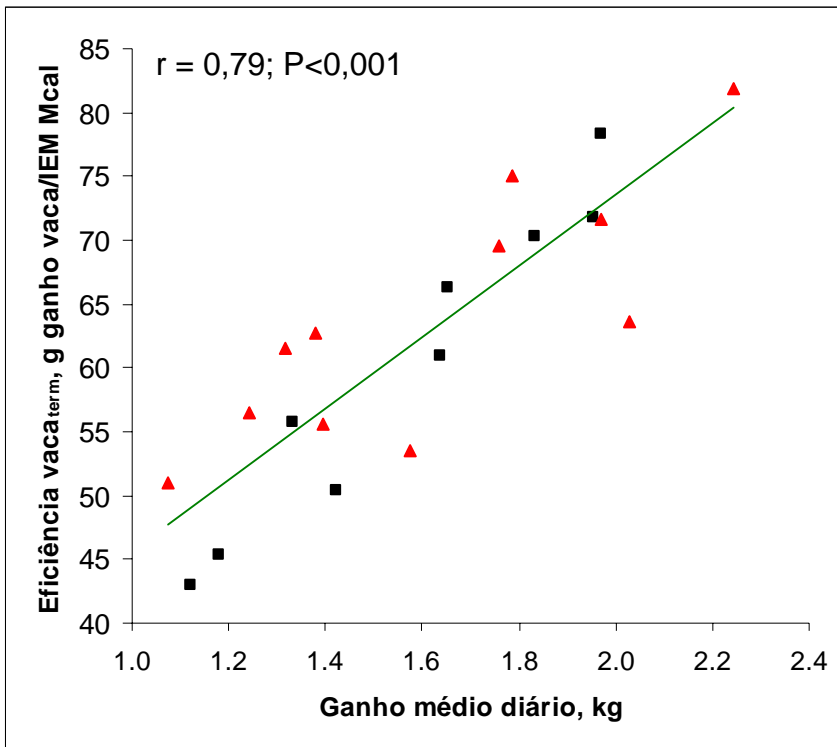


Figura 8 - Correlação entre eficiência e ganho de peso das vacas na terminação. Vacas 1/2 Caracu x Nelore (▲) e 1/2 Angus x Nelore (■)

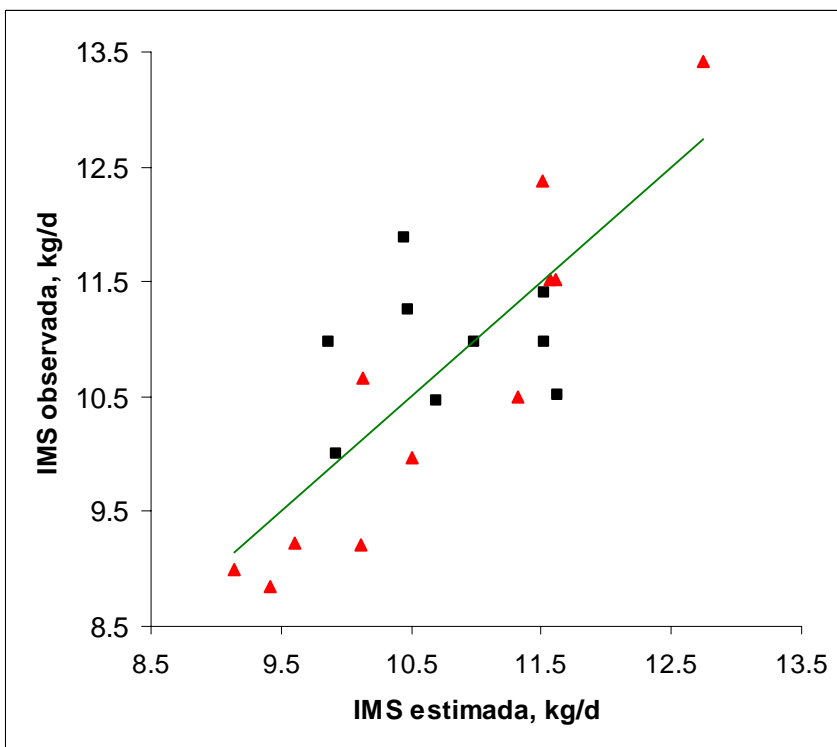


Figura 9 - Correlação entre a ingestão observada e estimada em vacas na terminação. Vacas 1/2 Caracu x Nelore (▲) e 1/2 Angus x Nelore (■)

Ferrell e Jenkins (1985) e Archer et al. (1999) abordaram extensivamente os conceitos ligados às bases fisiológicas da variação da eficiência alimentar. Segundo os autores, a variação da eficiência alimentar em bovinos envolve animais na fase de crescimento, adultos, fêmeas na lactação e na fase não lactante. Na fase em que a fêmea adulta não está lactante, considerável parte das discussões são baseadas na exigência de manutenção, composição corporal, órgãos viscerais e atividade física.

A energia destinada à manutenção (EM_m) constitui o maior dispêndio de energia requerida por vacas em produção. Vários autores têm demonstrado que a energia destinada à manutenção está altamente correlacionada com a massa corporal magra ou massa protéica e pouco correlacionada com a massa corporal de gordura (GRAHAM et al., 1974; FERRELL et al., 1979). Outro ponto interessante é que a síntese de proteína é energeticamente menos eficiente que a síntese de gordura. Uma vez sintetizada, a proteína é continuamente degradada e resintetizada. Este “turnover” resulta em gasto energético e maior custo de manutenção da proteína em relação à gordura (McDOLNARD et al., 1988). Portanto, a composição corporal e a composição do ganho são determinantes dos requerimentos dos animais. Neste experimento, vacas CN apresentaram área do músculo *Longissimus dorsi* 13% maior ($P < 0,05$). Além disso, esse grupo genético também apresentou maior quantidade de proteína no peso vazio ($P = 0,06$). Estes indícios revelam que a contribuição de massa protéica nessas matrizes foi superior, o que possivelmente elevou o “turnover” protéico total e estaria potencialmente correlacionado com diferenças na exigência de manutenção.

Contudo, a relação entre massa magra e EM_m parece não estar muito bem estabelecida (VERMOREL et al., 1976). Tess et al. (1984) demonstrou que a produção de calor em jejum foi melhor relacionada com o peso da proteína nos órgãos internos do que com o peso de proteína na carcaça de suínos. Early (1990) também encontraram que o “turnover” de proteína foi mais alto em tecidos viscerais que no músculo esquelético. Frisch e Vercoe (1976) notaram que diferenças na ingestão de alimento e produção de calor em jejum não foram associados com diferenças na composição corporal de bovinos cruzados. Esses resultados sugerem que a composição corporal pode não ser o fator de maior importância na determinação da

energia destinada à manutenção. No presente trabalho foram coletados dados de composição corporal após a terminação (e não durante o período de lactação), bem como foram os pesos de órgãos internos apenas após a terminação. Outro problema é que o número de animais avaliados foi relativamente pequeno. Desta forma será necessário aumentar o volume de dados para se obter respostas mais sólidas sobre estas relações com as exigências de manutenção.

Há evidências demonstrando que grande parte da energia destinada à manutenção é exigida pelos órgãos internos, especialmente o fígado, rins e trato gastro intestinal. A elevada proporção de energia destinada para esses tecidos parece estar diretamente ou indiretamente associada à alta taxa de síntese protéica. Ferrell e Jenkins (1985) sugeriram, baseados em extensa revisão, que a energia destinada aos órgãos internos foi a maior proporção da energia basal despendida. Eles estimaram que 30% do calor produzido é resultado do metabolismo do trato gastro intestinal, fígado e coração e que a pele, cérebro e rins representaram outros 22% do dispêndio energético. Neste experimento, vacas AN apresentaram maior contribuição dos órgãos internos em relação ao peso corporal vazio ($P<0,01$), rins ($P<0,05$) e intestinos ($P<0,01$). Tais órgãos, possivelmente, foram grandes contribuidores para produção de calor das vacas AN na fase de terminação.

4.6 Eficiência Energética Alimentar e Consumo Alimentar Residual

Com as correlações fenotípicas do presente estudo foi possível evidenciar que existem associações importantes entre o comportamento das vacas na fase na lactação, dos bezerros em crescimento, dos pares vaca/bezerro e das vacas em acabamento. O modelo de eficiência alimentar e consumo alimentar residual foi aplicado para cada uma dessas fases distintas.

A eficiência da vaca na fase de terminação foi correlacionada com a eficiência da vaca durante a lactação ($r=0,428$; $P=0,098$; Figura 10). Isso indica que ao selecionar vacas mais eficientes na fase de terminação há uma tendência em se selecionar vacas que secretam energia no leite mais eficientemente. Vacas eficientes na lactação por sua vez são correlacionadas com pares vaca/bezerro mais eficientes ($r=0,683$; $P<0,01$;

Figura 10). Isso sugere que ao selecionar vacas mais eficientes na secreção de energia do leite estaríamos elegendo pares mais eficientes. Contudo, vacas mais eficientes na secreção de energia do leite estão inversamente correlacionadas com bezerros mais eficientes na fase de pré-desmama ($r = -0,773$; $P < 0,01$). Com essa correlação negativa, bezerros selecionados a partir de vacas mais eficientes na lactação podem ser menos eficientes durante o crescimento. Os resultados de eficiência e CAR dos bezerros devem ser avaliados com cuidado, pois a proporção leite+dieta sólida foi variável entre os bezerros o que pode comprometer dados de eficiência para esta categoria. Também devemos levar em conta que a produção de leite, a composição deste leite e as eficiências energéticas (digestão e metabolização) foram estimados e, portanto todos estes erros estão embutidos nas estimativas de eficiência da secreção do leite pela vaca e eficiência de crescimento do bezerro.

Houve correlação positiva e significativa entre CAR das vacas de terminação e lactação ($r = 0,529$; $P < 0,05$). Isso indica que quanto maior o CAR (menos eficiente) na fase de terminação maior foi o CAR da fase de lactação, i.e. animais menos eficientes tendem a ser igualmente menos eficientes (Figura 11). O CAR das vacas na fase de terminação também foi significativamente correlacionado com o CAR das vacas na lactação e CAR do par vaca/bezerro ($P < 0,05$; $P < 0,01$; Figura 11). Esse comportamento indica que ao selecionar vacas de corte em um período relativamente curto de confinamento (70 d) é possível identificar pares vaca/bezerro menos eficientes. Um programa de seleção pode usar esta ferramenta para identificar animais mais eficientes, e eliminar os ineficientes por meio da obtenção de DEPs (diferenças esperadas de progênie) para estas características. Neste ponto seria fundamental conhecer melhor as correlações genéticas. Outro aspecto é que não existe associação significativa entre o CAR da vaca e do par com o CAR do bezerro em crescimento. Isso sugere que o crescimento da progênie não é afetado pela seleção de vacas adultas mais eficientes tanto em lactação quanto em terminação.

Ao estabelecer o ranking do CAR das vacas na terminação pode-se prever o grau de associação com os pares vaca/bezerro, vacas na lactação e os bezerros em crescimento (Figura 12). Constata-se por meio das associações, a tendência de vacas eficientes na terminação (CAR -, azul) serem igualmente eficientes em secretar energia

no leite. Além disso, vacas eficientes na terminação foram competentes em produzir pares vaca/bezerro mais eficientes. Contudo, vacas mais eficientes não tiveram associação com bezerros na terminação (linhas azuis dispersas). Esse comportamento é interessante, pois ao selecionar vacas mais eficientes para CAR na terminação não estaria afetando a taxa de crescimento da progênie na fase de pré-desmama. Levando em consideração nesse ponto, os erros das estimativas de ingestão energética do leite do estudo.

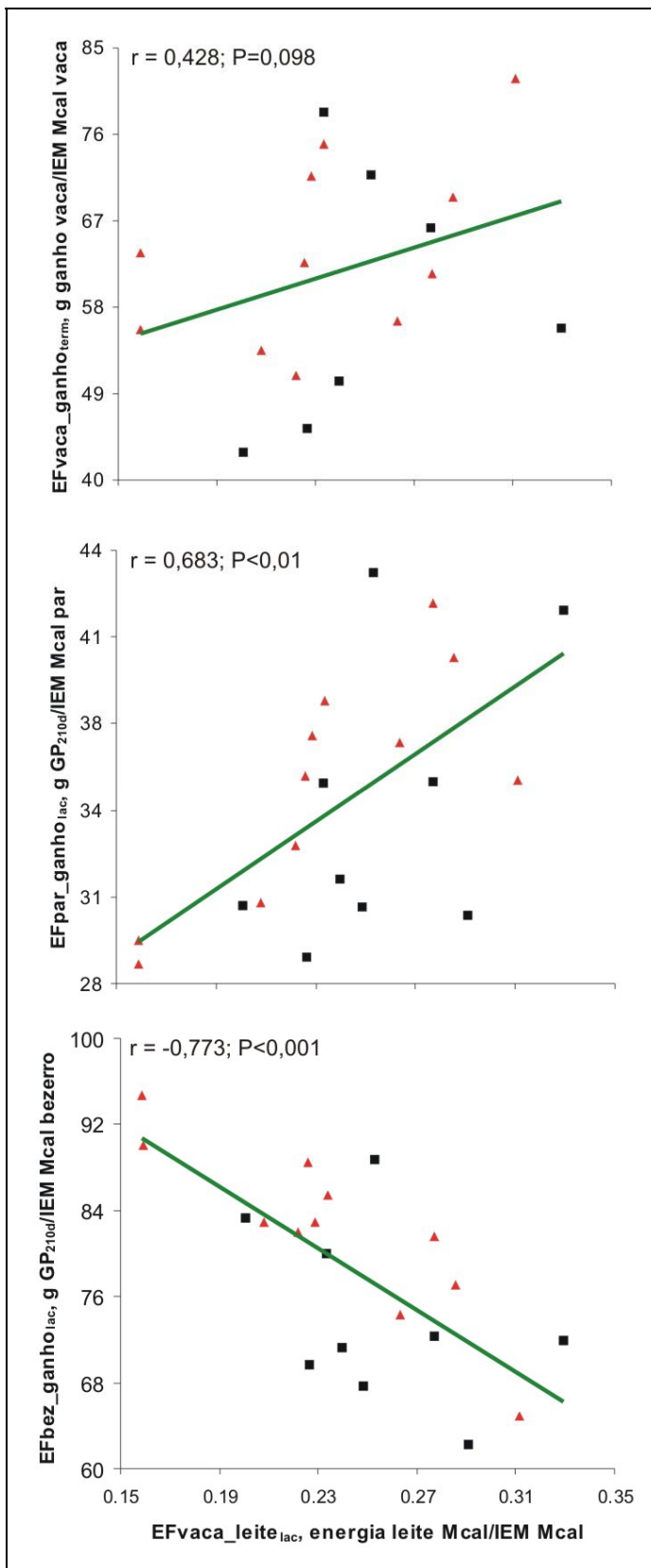


Figura 10 - Correlação fenotípica entre os índices eficiência energética alimentar. Vacas, bezerros ou pares CN-½RA¼CR¼NE (▲) e AN-½CC¼AN¼NE (■)

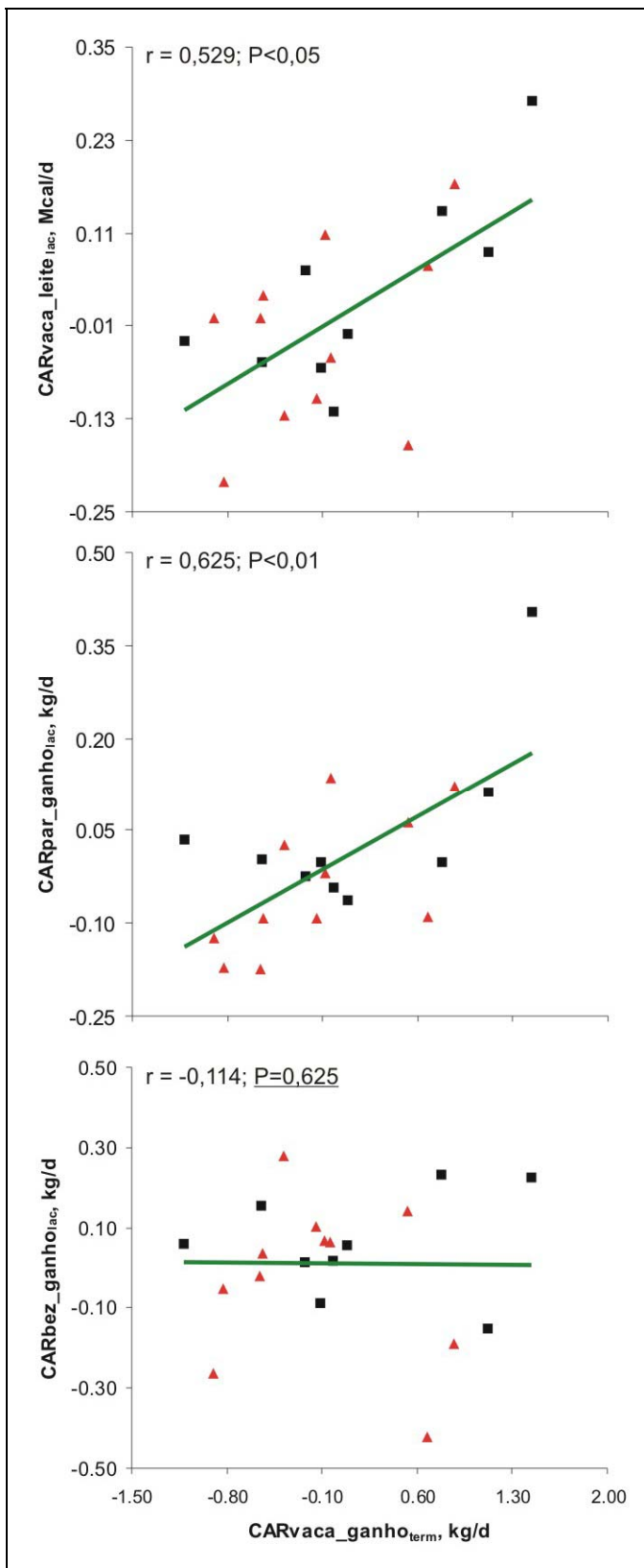


Figura 11 - Correlação fenotípica entre os índices de consumo alimentar residual. Vacas, bezerros ou pares CN- $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{4}$ CR $\frac{1}{4}$ NE (\blacktriangle) e AN- $\frac{1}{2}$ CC $\frac{1}{4}$ AN $\frac{1}{4}$ NE (\blacksquare)

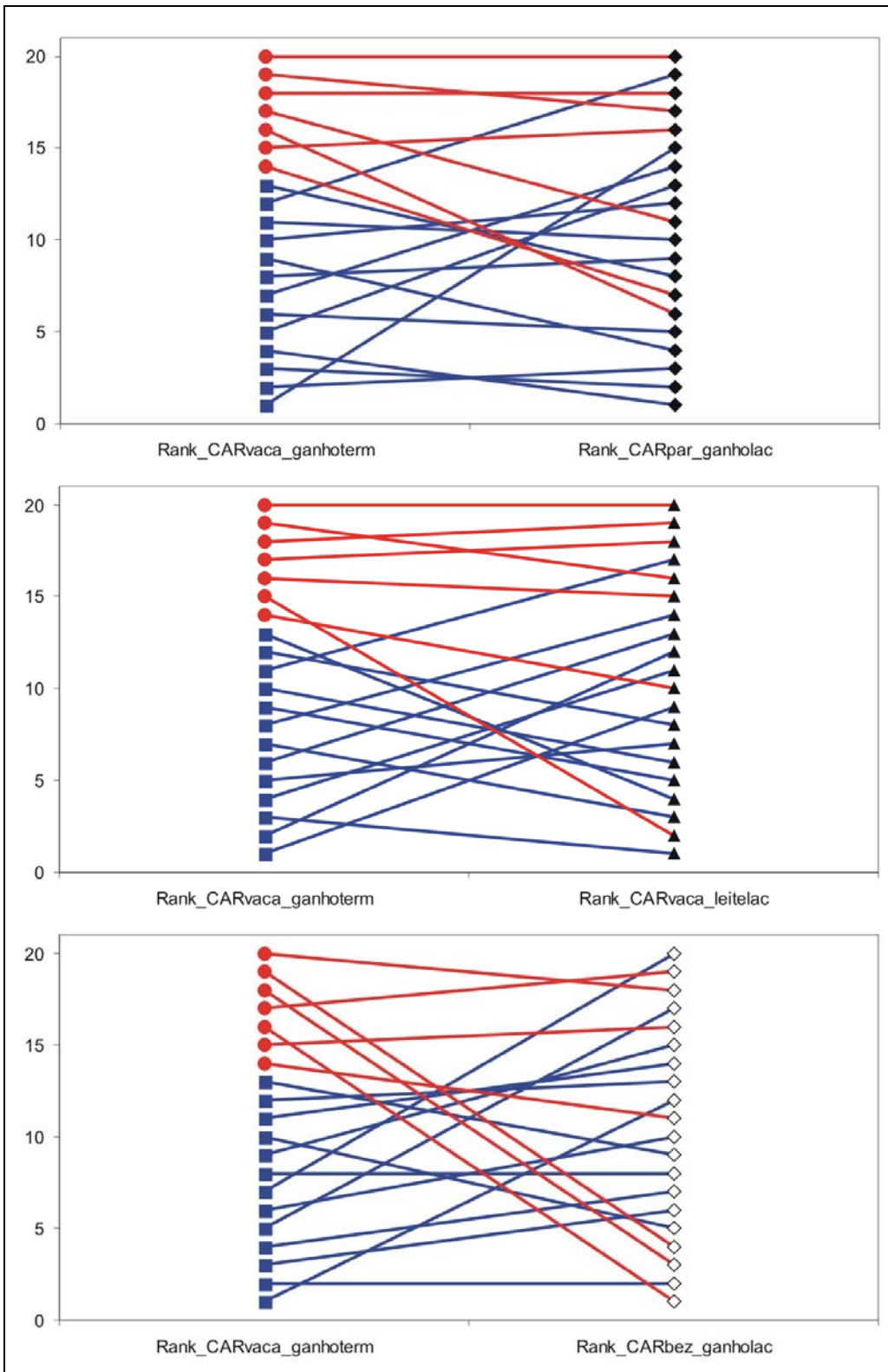


Figura 12 - Correlação entre ranking do CAR das vacas na terminação e as fases de avaliação. Vacas ineficientes (CAR +, ●) e vacas eficientes (CAR -, ■) na terminação; pares vaca/bezerro (◆); vacas na lactação (▲) e bezerros em crescimento (◇)

5 CONCLUSÕES

Este trabalho demonstrou que a eficiência de vacas cruzadas de corte na lactação é da ordem de 35,3 g GP_{210d}/Mcal EM par ($\pm 4,1$ DP; CV=11,5%). Vacas mais pesadas e com maior exigência de manutenção produziram pares ineficientes. Isso, pois houve correlação negativa entre peso da vaca ($r=-0,73$; $P<0,01$) assim como sua exigência de manutenção ($r=-0,66$; $P<0,01$) com a eficiência do par.

Vacas de corte com maior potencial de produção de leite, mantidas em um sistema para manter o peso constante, apresentaram maior eficiência de produção láctea. Vacas $\frac{1}{2}$ Angus x Nelore produziram maior volume de leite e foram mais eficientes na conversão de energia em leite. Vacas $\frac{1}{2}$ Caracu x Nelore secretaram menor volume de leite porém com maior concentração energética e de sólidos.

Correlações fenotípicas para índices de eficiência revelaram que vacas de corte mais eficientes na conversão alimentar durante uma fase curta de terminação foram também as mais eficientes na secreção de energia do leite.

As análises de eficiência, utilizando do conceito de consumo alimentar residual (CAR) demonstram que vacas de corte mais eficientes na terminação são também mais eficientes no período de cria.

REFERÊNCIAS

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

ARCHER, J.A.; REVERTER, A.; HERD, R.M.; JOHNSTON.; ARTHUR, P.F. Genetic variation in feed intake and efficiency of mature beef cows and relationships with postweaning measurements. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. Montpellier: France Publishing. 2002. p. 19-23.

ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; HERD, R.M.; RICHARDSON, E.C.; EXTON, S.C.; OSWIN, C.; DIBLEY, K.C.P.; BURTON, D.A. Relationship between postweaning growth, net feed intake and cow performance. **Proceedings Association Advancement Animal Breeding and Genetics**. Mandurah, v. 13, p. 484-487, 1999.

ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; HERD, R.M. Feed intake and efficiency in beef cattle: overview of recent Australian research and challenges for the future. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 44, p. 361-369, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Washington D. C., 1990. 1141 p.

BENTLEY INSTRUMENTS. **Bentley 2000**: operator's manual. Chaska, 1995. 77p.

BARBOSA, P. F., ALENCAR, M. M. de Sistema de cruzamento em bovinos de corte: Estado da arte e necessidade de pesquisa. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 32., 1995, Brasília. Brasília: SBZ, 1995. 1 CD-ROM.

BASARAB, J.A. 2003. **Latteest indicator of feed efficiency spur new generation of efficiency cattle**. Disponível em: <<http://www.fass.org/fasstrack/news>>. Acesso em: 20 nov. 2003.

BASARAB, J. Cow feed efficiency on a high roughage diet. **Western Forage/Beef Group**, Alberta, v. 8, n. 2, p. 4-5, May 2004.

BRELIN, B.; BRANNANG, E. Phenotypic and genetic variation in feed efficiency of growing cattle and their relationship with growth rate, carcass traits and metabolic efficiency. **Swedish Journal of Agricultural Research**, 12, p.29-34. 1982.

CALEGARE, L.N.P. **Exigências e eficiência energética de vacas de corte nelore e de cruzamentos *Bos taurus* x Nelore**. 2004. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CALEGARE, L.N.P.; ALMEIDA, R.; ALENCAR, M.M.; LANNA, D.P. Eficiência do par vaca/bezerro de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Nutrição de ruminantes: trabalhos ...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

CALEGARE, L.N.P.; ALMEIDA, R.; ALENCAR, M.M.; LANNA, D.P. Eficiência e consumo alimentar residual de vacas nelore e seus cruzamentos com canchim, angus e simental. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Ruminantes: trabalhos ...** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.

CUNDIFF, L.V.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Output/input differences among F1 cows of diverse biological type. **Journal of Animal Science**, Albany, v.57, suppl. 1, p.148-155, 1983.

CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; GREGORY, K.E. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). IV. Postweaning growth and feed efficiency. **Journal of Animal Science**, Albany, v.58, n.1, p.312-323, 1984.

DELGADO, C.; ROSEGRANT, M.; STEINFELD, H.; EHUI, S.; COURBOIS, C. **Livestock to 2020: the next food revolution**. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 1999. p. 90-93. (Food, Agriculture, and the Environment. Discussion Paper, 28).

EARLY, R.J.; McBRIDE, B.W.; BALL, R.O. Growth and metabolism in somatotrophin-treated steers: III Protein synthesis and tissue energy expenditures. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68. p. 4153-4166, 1990.

EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G.R.; EUCLIDES, V.P.B. Eficiência de produção de vacas de corte com diferentes potenciais para produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.7, p. 1003-1007, 1995.

EUCLIDES FILHO, K. **O efeito do tamanho das reprodutrizas sobre a eficiência da produção de carne e de bezerros desmamados**. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/eventos>>. Acesso em: 04 jan. 2005.

FERRELL, C.L.; GARRETT, W.N.; HINMAN, N.; GRITCHING, G. Energy utilization by pregnant and nonpregnant heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 42, p. 937, 1976.

FERRELL, C.L.; CROUSE, J.D.; FIELD, R.A. Effect of sex, diet and stage of growth upon energy utilization by lambs. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 79, p. 790, 1979.

FERRELL, C.L. Effects of postweaning rate of gain onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. **Journal of Animal Science**, Albany, v.55, p.1272-1283, 1982.

- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Energy utilization by mature, non-pregnant, non-lactating cows of different types. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 58, n. 1, p. 234-243, 1984.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 61, p. 725-41, 1985.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, p. 1652-1660, 1992.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Energy expenditures of mature cows during the production cycle. **Beef Research Progress Report**, n. 4, p. 118, 1993.
- FITZHUGH, H.A.J.; LONG, C.R.; CARTWRIGHT, T.C. Systems analysis of sources of genetic and environmental variation in efficiency of beef production: heterosis and complementarity. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 40, p. 421, 1975.
- FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **ANUALPEC**: anuário da pecuária brasileira. 12.ed. São Paulo: 2006. 376 p.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; RUSSELL, J.B.; VAN SOEST, P.J. A bet carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, p.3572-3596, 1992.
- FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P.; VAN AMBURGH, M.E.; CHASE, L.E.; PELL, A.N.; OVERTON, T.R.; TEDESCHI, L.O.; RASMUSSEN, C.N.; DURBAL, V.M. **Cornell net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion**: model documentation v. 4.0 Ithaca: Cornell University, 2000.
- FRISCH, J.E.; VERCOE, J.E. Maintenance requirement, fasting metabolism and body composition in different cattle breeds. In: EUROPEAN ASSOCIATION OF ANIMAL PRODUCTION. **Energy metabolism of farm animals**. London, 1976. v. 19, p. 209.
- GAINES, W. L. **The energy basis of measuring milk yield in dairy cows**. University of Illinois Agriculture Experimental Station Bull. Champaign. 308 p. 1928.
- GARRETT, W.N.; MEYER, J.H.; LOFGREEN, G.P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 18, p.528-547, 1959.
- GRAHAM, N.MsC.; SEARLE, T.W.; GRIFFITHS, D.A. Basal metabolic rate in lambs and young sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 25, p. 757, 1974.

GREEN, R.D.; CUNDIFF, L.F.; DICKERSON, G.E.; JENKINS, T.G. "output"/"input" differences among nonpregnant, lactating *Bos indicus*-*Bos taurus* and *Bos taurus*-*Bos taurus* F₁ cross cows. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 69, p. 3156-3166, 1991.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcass cuts**. Washington: USDA, 1946, 20 p. (Buletin Technical, 26).

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. Nutrient requirements to maintain weight of mature, non-lactating, non-pregnant cows of four diverse breed types. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 56, n. 4, p. 761-770, 1983.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. A note lactation curves of crossbred cows. **Animal Production**, Nebraska, v. 39, p. 470-482, 1984.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L.; CUNDIFF, L.V. Relationship of components of the body among mature cows as related to size, lactation potential and possible effects on productivity. **Animal Production**, Nebraska, v. 43, p. 245-254, 1986

JENKINS, T.G.; CUNDIFF, L.V.; FERRELL, C.L. Differences among breed crosses of cattle in the conversion of food energy to calf weight during the preweaning interval. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 62, p. 2762-2769, 1991.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, p.1652-1660, 1992.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 72, p. 2787-97, 1994.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L.; ROBERTS, A.J. Lactation and calf weight traits of mature crossbred cows fed varying daily levels of metabolizable energy. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 78, p. 7-14, 2000.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. Preweaning efficiency for mature cows of breed crosses from tropically adapted *Bos indicus* and *Bos taurus* and unadapted *Bos taurus* breeds. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, p. 1872-1881, 2004.

JOHNSON, D.E.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. The history of energetic efficiency research: where have we been and where are we going? **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 21-28, 2003.

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

LANNA, D.P.D. **Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição de cortes das costelas.** 1988. 131 p. Dissertação (Mestrado em Produção animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

LANNA, D.P.D.; ALMEIDA, R. Exigências nutricionais e melhoramento genético para eficiência alimentar: experiências e lições para um projeto nacional. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Simpósio sobre produção de ruminantes: simpósios ...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. **Animal Nutrition.** 4th ed. Ch. 9. Essex: Longman Scientific Technical. 1988.

MONTAÑO-BERMUDEZ, M.; NIELSEN, M.K. Biological efficiency to weaning and to slaughter of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 2297-2309, 1990.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle.** 6th ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1984. 90 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 6th ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1989. 158 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7th ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7th ed, revised. Washington, D.C.: National Academic Press, 2000. 232 p.

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

PANI, S.N. Estimation of body surface area of Indian cattle. **Indian Journal of Dairy Science**, New Delhi, v. 34, p. 239-245, 1981.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal.** 4 .ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 609 p. 2004.

REID, J.T.; WELLINGTON, G.H. DUNN, H.O. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 38, n.12, p.1344-1359, 1955.

REYNOLDS, C.K.; TYRREL, H.F. Energy metabolism in lactating beef heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 78, p. 2696-2705, 2000.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: guide of personal computers. Version 9.0. Cary, 2002. 1 v.

SOLIS, J.C.; BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T.; LONG, C.R.; GREENE, L.W. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 66, p. 764-773, 1988.

TAYLOR, St.C.S.; THIESSEN, R.B.; MURRAY, J. Interbreed relationship of maintenance efficiency to milk yield in cattle. **Animal Production**, Nebraska, v. 43, p. 37, 1986.

TESS, M.W.; DICKERSON, G.E.; NIENABER, J.A.; FERRELL, C.L. The effects of body composition on fasting heat production in pigs. **Journal of Animal Science**, Albany, v.58, p. 99, 1984.

THIAGO, R.D.R.T.; TORRES, R.A.A.; ALBERTINI, T.Z.; EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G.R. de; MEDEIROS, S.R de; PEREIRA, M.A. Parâmetros biológicos de vacas de corte cruzadas e de suas crias na fase de pré-desmame. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD-ROM.

USDA: United States Department of Agriculture. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 27 set. 2006.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds: a rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Agricultural Chemistry**, New York, v. 46, n. 5, p. 829-835, 1963.

VERMOREL, M.; BOUVIER, J.C.; GEAY, Y. The effect of genetic type (normal and double muscled Charolais and Friesian) on energy utilization by growing cattle at 2 and 16 months of age. In: EUROPEAN ASSOCIATION OF ANIMAL PRODUCTION. **Energy metabolism of farm animals**. London, 1976. v. 19, p. 217.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R.St. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 95-110, 1992.