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

**Desempenho pré-desmame e eficiência do par vaca/bezerro Nelore e
cruzamentos *Bos taurus* x Nelore**

Liana Nogueira de Paula Calegare

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Agronomia. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens**

**Piracicaba
2007**

Liana Nogueira de Paula Calegare
Médico Veterinário

Desempenho pré-desmame e eficiência do par vaca/bezerro Nelore e cruzamentos
***Bos taurus* x Nelore**

Orientador:
Prof. Dr. **Dante Pazzanese Lanna**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Agronomia. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens**

Piracicaba
2007

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

Calegare, Liana Nogueira de Paula

Desempenho pré-desmame e eficiência do par vaca/bezerro Nelore e cruzamentos *Bos taurus* x Nelore / Liana Nogueira de Paula Calegare. - - Piracicaba, 2007.
64 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Bezerro 2. Composição corporal 3. Cruzamento animal 4. Desmame 5. Gado nelore 6. Leite – Produção 7. Vacas I. Título

CDD 636.20824

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

Dedico

A Deus, por guiar o meu caminho e mostrar-me a luz diante das dificuldades.

*Aos meus pais, Ayres e Eunice, que sempre me deram exemplo de amor, humildade,
honestidade e perseverança.*

Agradecimentos

Ao orientador Prof. Dante Pazzanese Lanna por todos os ensinamentos transmitidos e pelos anos de convivência representados por respeito e amizade.

Ao Dr. Cal Ferrell, meu segundo orientador, com quem aprendi que o saber pode estar relacionado à humildade.

Aos professores Packer, Paulo Leme e Wilson Mattos por todas as contribuições e ensinamentos transmitidos.

Ao Dr. Maurício Mello de Alencar por suas contribuições e apoio durante o período experimental.

À minha irmã Lucila por acreditar em mim e vibrar com cada conquista.

Ao meu irmão Fábio, minha cunhada Renata e aos meus dois anjos, minhas sobrinhas Júlia e Luísa por tornarem meus momentos de descanso mais alegres.

À minha querida amiga Preta (Nice) de muitos nomes, mas de cumplicidade e amizade únicas.

Aos amigos das famílias Alcarde e Tomietto.

Às minhas queridas amigas Ana Cláudia Perini, Gisele Muraro e Talita Ranieri por estarem sempre muito próximas mesmo longe.

À Sarah Bonilha, amiga que me transmitiu paciência, serenidade e carinho.

Aos amigos Rodrigo de Almeida, Marcelo Manella, Andrea Brasil e Amanda Hayashi por toda torcida, apoio e choppinhos. À Andrea, em especial, por me ajudar nas correções desta tese.

Aos amigos da FZEA-USP-Pirassununga, Angélica, Amaury, Gabriela e Rosana por toda ajuda e pelas hospedagens “vips”.

Aos queridos amigos da Fazenda Canchim, Ana Mary, Sônia Borges e Lucas Ferreira por tornarem o momento mais difícil do doutorado mais leve e cheio de boas lembranças.

Aos amigos do LNCA, Beatriz, Laudí, Amoracyr, Eduardo Eifert, Mariana, Rodrigo Goulart, Raphael, Tiago e à funcionária Tuka.

Aos funcionários da Embrapa-São Carlos e IZ-Nova Odessa, Avaré, Mineiro, Zezão, Tiago, Nacir, Nelsinho, Odacir, Zé Lázaro, Joãozinho, Gilberto, Moreira, Severino, Muzambinho, Dna. Olinda e muitos outros que colaboraram para a condução do experimento de campo.

Aos pesquisadores Dr. Geraldo Maria da Cruz, Dr. Rymer Tullio e Dr. Guílerme Alleoni pela colaboração.

À amiga Dr. Carla Bittar, chefe do Laboratório de Bromatologia da Esalq, ao técnico Cesar e à amiga Vanessa Pillon que me auxiliaram na realização das análises de alimento.

À Giovana, secretária da pós-graduação do curso de Ciência Animal e Pastagens, por toda atenção e apoio.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pela contribuição em minha formação.

À FAPESP pela concessão do Projeto de Auxílio, que permitiu a condução do experimento.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos e por me proporcionar o treinamento junto ao grupo de nutrição do U.S. Meat Animal Research Center, Clay Center, Nebraska.

“Que eu me permita...

Olhar e escutar e sonhar mais;

Falar menos, chorar menos;

Ver nos olhos de quem me vê a admiração que eles me têm e não a inveja que, prepotentemente, penso que têm;

Escutar com meus ouvidos atentos e minha boca estática as palavras que se fazem gesto e, os gestos que se fazem palavras;

Saber realizar os sonhos que nascem em mim e, por mim e comigo morrem por eu não os saber sonhos;

Então que eu possa ver os sonhos possíveis e os impossíveis; aqueles que morrem e ressuscitam a cada novo fruto, a cada nova flor, a cada novo calor, a cada nova geada, a cada novo dia.

Que eu possa sonhar o ar,

Sonhar o mar,

Sonhar o amar...

Que eu possa substituir minha palavra pela oração mental; aquela que a alma cria, que só ela, alma, ouve e só ela, alma, responde.

Que eu saiba perder meus caminhos, mas saiba recuperar meu destino com dignidade.

Que eu faça de mim um Homem sereno dentro de minha própria turbulência,

Sábio dentro de meus limites pequenos e inexatos,

Humilde diante de minhas grandezas tolas e ingênuas.

Que eu me permita...

Ensinar o pouco que sei e aprender o muito que não sei;

Traduzir o que os mestres ensinaram e compreender a alegria com que os simples traduzem suas experiências;

Respeitar incondicionalmente o ser, o ser por si só, por mais nada que possa ter além de sua essência.

Que eu possa...

Amar e ser amado;

Que eu possa amar, mesmo sem ser amado.

Fazer gentilezas quando recebo carinhos;

Fazer carinhos, mesmo quando não recebo gentilezas.

Que eu jamais fique só, mesmo quando eu me queira só.

Amém!”

Oswaldo Antônio Begiato

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 A importância do Zebu.....	13
1.2 Cruzamento <i>Bos taurus</i> x <i>Bos indicus</i>	14
1.3 Potencial de produção e exigência de manutenção.....	16
1.4 Eficiência de produção.....	17
Referências.....	18
2 DESEMPENHO PRÉ-DESMAME E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE BEZERROS NELORE E <i>BOS TAURUS</i> X NELORE.....	23
Resumo.....	23
Abstract.....	24
2.1 Introdução.....	24
2.2 Desenvolvimento.....	26
2.2.1 Animais e manejo.....	26
2.2.2 Abate experimental.....	27
2.2.3 Análise estatística.....	29
2.2.4 Resultados e Discussão.....	29
2.2.4.1 Desempenho pré-desmame.....	29
2.2.4.2 Composição corporal e energia retida.....	32
2.2.4.3 Eficiência bruta e energética.....	35
2.3 Conclusão.....	36
Referências.....	36
3 EFICIÊNCIA PRÉ-DESMAME DO PAR VACA/BEZERRO NELORE E DE CRUZAMENTOS <i>BOS TAURUS</i> X <i>BOS INDICUS</i>	41
Resumo.....	41
Abstract.....	42
3.1 Introdução.....	42
3.2 Desenvolvimento.....	44

3.2.1 Animais e manejo..... 44

3.2.2 Análise estatística..... 48

3.2.3 Resultados e Discussão..... 49

3.2.3.1 Vacas – exigência de gestação..... 49

3.2.3.2 Vacas – exigência de lactação..... 51

3.2.3.3 Eficiência do par vaca/bezerro..... 55

3.3 Conclusão..... 59

Referências..... 59

RESUMO

Desempenho pré-desmame e eficiência do par vaca/bezerro Nelore e cruzamentos

Bos taurus x Nelore

A transformação da pecuária brasileira na última década é resultado da adoção de novas técnicas de produção. Embora o Brasil esteja ocupando lugar de destaque no mercado mundial de produção e exportação de carne, sabe-se que a produtividade encontra-se, ainda, aquém do esperado. A exploração de raças zebuínas, que representam mais de 80% do rebanho, em sistemas extensivos a pasto, contribui para a baixa produtividade. Três fatores influenciam a escolha da raça e sistema de produção mais adequados: o ambiente a ser explorado, as fontes de alimento disponíveis e o mercado a ser atendido. O emprego do cruzamento, explorando a diferença entre raças, pode melhorar o desempenho do rebanho e contribuir com a eficiência de todo sistema de produção. Os objetivos deste estudo foram avaliar o desempenho pré-desmame, as exigências e a eficiência do par vaca/bezerro de três sistemas de produção: vacas Nelore (NL) com bezerros NL (10), vacas NL com bezerros Angus x Nelore (ANL: 9) e vacas ANL e Simental x Nelore (SNL) com bezerros do cruzamento de três raças (TC: 20). As vacas foram alimentadas, individualmente, com dieta total contendo 11.3% PB e 2,23 Mcal EM/kg de matéria seca (MS). A partir dos 38 dias de idade, os bezerros tiveram acesso, *ad libitum*, à silagem de milho. Vacas e bezerros foram pesados a cada 14 dias, quando a quantidade de MS era ajustada para manter o peso e o escore de condição corporal (ECC) constantes. As vacas NL lactantes eram mais leves ($P = 0,05$) e apresentaram menor ($P = 0,03$) ECC do que as vacas cruzadas (ANL, SNL): 494 ± 10 kg e $5,0 \pm 0,02$ vs. 522 ± 9 kg e $5,1 \pm 0,02$. A produção de leite foi determinada aos 42, 98, 126 e 180 dias pós-parto, utilizando a técnica de pesagem dos bezerros antes e após a mamada. A ingestão de energia metabolizável (IEM) para manter o peso constante foi menor ($P < 0,0001$) para as vacas NL ($195 \pm 3,0 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$) comparadas às vacas cruzadas ($229 \pm 2,9 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$). O grupo genético dos bezerros não influenciou a IEM das vacas NL. Os bezerros foram abatidos aos 190 dias de idade, quando a composição corporal foi estimada, a partir da composição do corte da 9-10-11^a costelas e, a energia retida calculada. Os bezerros NL foram mais leves ($P = 0,0006$) ao desmame e depositaram menos energia ($P = 0,0005$) no corpo vazio do que os bezerros cruzados ANL e TC: $169 \pm 7,9$ kg e 295 ± 23 Mcal para os bezerros NL, $212 \pm 8,3$ kg e 422 ± 24 Mcal para os bezerros ANL e $230 \pm 5,6$ kg e 449 ± 16 Mcal para o grupo TC. O par vaca/bezerro NL apresentou menor ($P = 0,07$) IEM total (190 dias pré-desmame) do que os pares NL/ANL e o grupo de vacas e bezerros cruzados: 3757 ± 78 , 3970 ± 83 , 4597 ± 56 Mcal, respectivamente. A diferença entre os dois grupos de vacas NL é representada pelo maior ($P = 0,005$) consumo de silagem dos bezerros ANL comparados aos bezerros NL. O grupo genético do bezerro não influenciou a produção de leite das vacas NL, que produziram menos leite (828 ± 46 kg; $P < 0,0001$) do que as vacas cruzadas (1244 ± 45 kg) em 190 dias de lactação. A eficiência energética, definida como kcal de energia retida no ganho dos bezerros/IEM total do par vaca/bezerro, foi maior ($P = 0,003$) nos grupos com bezerros cruzados

(ANL, TC): $78 \pm 4,9$ para o par vaca/bezerro NL, $97 \pm 3,5$ para o grupo de vacas cruzadas com bezerros TC e $107 \pm 5,1$ kcal/Mcal para o grupo de vacas NL com bezerros ANL. Nas condições do estudo, o emprego do cruzamento aumentou a eficiência do par vaca/bezerro. Entretanto, a avaliação de todo sistema de produção deve considerar a taxa reprodutiva, o desempenho e eficiência pós-desmame e, finalmente, a qualidade de carcaça.

Palavras-chave: Composição corporal; Exigência de manutenção; Ganho de peso; Produção de leite

ABSTRACT

Preweaning performance and cow/calf efficiency from Nellore and *Bos taurus* x Nellore crosses

The Brazilian livestock sector has been changing, propelled by the introduction of new technologies. Although Brazil has an important position at the international market, as the lead exporter, productivity may be greatly enhanced. Zebu breeds and their crosses represent almost 80% of the cattle herd, which is produced mainly on pasture. This production system has lower productivity than systems with more intensive feeding. The breed and the production system should be matched to: the environment, the available feed resources, and the market demands. The difference between or among breeds could be used in crossbreeding programs to increase cow's herd productivity and the efficiency of the whole production system. The objectives of this study were to evaluate the preweaning performance, cows' energy requirements and cow/calf efficiency of Nellore (NL) calves from NL cows (10), crossbred (Angus sired) calves from NL cows (ANL: 9), and three-breed-cross calves from Angus x Nellore (ANL) and Simmental x Nellore (SNL) cows (TC: 20). Cows were individually fed a total mixed diet containing 11.3% CP and 2.23 Mcal ME/kg of dry matter (DM). At 38 days of age, corn silage was available to calves *ad libitum*. At 14 days intervals cows and calves were weighed and the amount of DM was adjusted to keep body weight (BW) and body condition score (BCS) of cows constant. The NL lactating cows were lighter ($P = 0.05$) and had lower ($P = 0.03$) BCS than crossbreds (ANL, SNL); 494 ± 10 kg and 5.0 ± 0.02 vs. 522 ± 9 kg and 5.1 ± 0.02 . Milk production at 42, 98, 126, and 180 days postpartum were measured using the weigh-suckle-weigh technique. The NL cows had lower (195 ± 3.0 kcal·kg^{-0.75}·d⁻¹; $P < 0.0001$) metabolizable energy intake (MEI) adjusted to zero BW change than crossbreds (229 ± 2.9 kcal·kg^{-0.75}·d⁻¹). Calf breed type did not affect the MEI of NL cows. At 190 days of age calves were slaughtered and their body composition estimated using 9-10-11th rib section to obtain energy deposition. The NL calves were lighter ($P = 0.0006$) at weaning and had lower ($P = 0.0005$) retained energy (RE) than ANL and TC calves: 169 ± 7.9 kg and 295 ± 23 Mcal for NL, 212 ± 8.3 kg and 422 ± 24 Mcal for ANL, and 230 ± 5.6 kg and 449 ± 16 Mcal for TC calves. Straightbred NL cow/calf pair had lower ($P = 0.07$) total MEI (190 days) than NL/ANL and crossbred cow/calf pairs: 3757 ± 78 , 3970 ± 83 , and 4597 ± 56 Mcal, respectively. That difference is represented by calf silage consumption; the ANL calves had greater ($P = 0.005$) MEI from silage than NL calves. Calf breed type did not have effect on milk production of NL cows, which produced less milk (828 ± 46 kg; $P < 0.0001$) than crossbred cows (1244 ± 45 kg) during 190 days in milk. Cow/calf pairs with crossbred calves (ANL, TC) had greater ($P = 0.003$) energetic efficiency (kcal of RE/Mcal of total MEI by cow/calf) than straightbred NL pairs: 78 ± 4.9 for NL cow/calf pairs, 97 ± 3.5 for crossbred cows with TC calves, and 107 ± 5.1 kcal/Mcal for NL/ANL cow/calf pairs. In the conditions of this study, the crossbreeding systems have been evaluated increased the cow/calf efficiency. However, evaluation of whole production system must consider reproductive rate, postweaning productivity and efficiency and subsequently, carcass quality.

Keywords: Body composition; Body weight gain; Maintenance requirements; Milk production

1 INTRODUÇÃO

O sistema de produção de carne, no Brasil, está passando por um processo de evolução, através da adoção de novas tecnologias. O Brasil tem um rebanho de 165 milhões de cabeças e produz 7.463 mil t de carcaça, anualmente (ANUALPEC, 2006), contra 11.836 mil t produzidas pelos EUA, com um rebanho de 97 milhões de cabeças (NCBA, 2007). O predomínio da exploração extensiva das pastagens e as barreiras sanitárias impostas por países importadores de carne têm contribuído para que a produtividade não atinja níveis mais elevados. Segundo Archer et al. (1999) a eficiência do par vaca/bezerro está mais intimamente correlacionada com a eficiência do sistema de produção, do que outros índices de eficiência. A produtividade do sistema de criação poderia ser aumentada com o uso de tecnologias, como o cruzamento entre raças. No entanto, a busca da heterose, como ferramenta para aumentar a eficiência de produção, levou ao uso indiscriminado de touros *Bos taurus* e F1 em determinadas regiões do país (PINEDA, 2000). Embora o cruzamento represente a união da rusticidade, fertilidade e adaptabilidade dos zebuínos com a precocidade, qualidade de carne e acabamento de carcaça das raças européias (LUCHIARI FILHO, 2006), o maior potencial de produção dos animais que resultam dos programas de cruzamento é positivamente correlacionado às exigências de manutenção (FERRELL; JENKINS, 1985). O sucesso na escolha do tipo biológico depende da combinação adequada do potencial de produção e exigência da categoria animal com a disponibilidade de nutrientes e o tipo de ambiente onde o sistema será empregado.

1.1 A importância do Zebu

No Brasil, praticamente, 80% do rebanho é constituído por animais com sangue Zebu, destacando-se a raça Nelore. A importância das raças *Bos indicus*, no Brasil, relaciona-se à sua capacidade de adaptação ao calor, às forragens de baixo valor nutricional, à resistência a ectoparasitas e aos baixos índices de distocia (TURNER, 1980). Estudos demonstraram que os animais *Bos indicus* apresentam menor consumo voluntário de alimento e menor exigência de manutenção (FRISCH; VERCOE, 1969;

FRISCH; VERCOE, 1978). O aumento da tolerância ao calor relaciona-se à redução do metabolismo basal, melhorando os mecanismos responsáveis por dissipar calor; a redução da taxa metabólica resulta em menor consumo de matéria seca e, conseqüentemente, menor potencial de crescimento (FRISCH; VERCOE, 1978). Em condições ótimas de alimentação, animais *Bos taurus* poderiam ter maior taxa de crescimento do que animais *Bos indicus*. Entretanto, quando em períodos prolongados de restrição nutricional, raças com baixa exigência de manutenção apresentariam menores perdas de peso (FRISCH; VERCOE, 1977).

A expansão da produção de grãos em áreas mais agricultáveis destina as pastagens de pior qualidade para as vacas em reprodução (LOBATO, 2001), sendo este um dos fatores que representa o potencial produtivo dos zebuínos e faz deles um dos pilares da produção de carne no Brasil (LUCHIARI FILHO, 2006). A contribuição do Nelore na formação do rebanho de matrizes torna essencial a seleção dentro da raça, já que não se reduz o ciclo da pecuária de corte, sem a produção eficiente de bezerros (VIEIRA et al., 2005). A seleção, além de fundamental para a melhoria das raças puras, é uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento de um programa de cruzamento (EUCLIDES FILHO, 1999). A alta variabilidade quanto aos parâmetros reprodutivos, de crescimento e características de carcaça favorecem a seleção dentro de raça. Herd (1992) avaliou a eficiência do par vaca/bezerro (ganho de peso do bezerro/consumo de matéria seca da vaca) e observou vacas que consumiram 50% abaixo da média do rebanho para produzir uma unidade de peso de bezerro ao desmame. A variabilidade observada no rebanho de matrizes representaria a variabilidade para exigência de manutenção, que é positivamente correlacionada ao peso adulto e potencial de produção (FERRELL; JENKINS, 1984). Portanto, pode-se considerar que a seleção unicamente para peso não é suficiente para otimizar a eficiência do sistema de produção de carne (KOCH et al., 2004).

1.2 Cruzamento *Bos taurus* x *Bos indicus*

O desafio do sistema de produção de carne é conseguir, simultaneamente, vacas que mantenham o desempenho reprodutivo e alta produtividade em situações

nutricionais desafiadoras associadas à produção de carcaça que atenda às exigências do mercado. Em um programa de cruzamento deve-se enfatizar a otimização dos custos e não a maximização de produção, já que esta, nem sempre gera aumento da lucratividade. O melhor desempenho dos animais cruzados em relação às raças puras decorre da heterose e da possibilidade de complementaridade entre as raças. Características menos herdáveis, como aquelas relacionadas à reprodução, respondem melhor ao cruzamento (ROSO; FRIES, 2000).

O grau de heterose é diretamente proporcional à diferença das frequências gênicas que afetam determinada característica nas raças utilizadas (GREEN et al., 1999). Portanto, os cruzamentos *Bos indicus* x *Bos taurus* resultam em maior heterose do que os cruzamentos *Bos taurus* x *Bos taurus* (GREEN ET al., 1999; ROSO; FRIES, 2000). Koch; Cundiff e Gregory (1989) relataram que a heterose aumentou a produção por vaca em aproximadamente 23%, quando utilizado cruzamento *Bos taurus* x *Bos taurus* em regiões temperadas e observaram aumento mínimo de 50%, quando cruzamentos *Bos indicus* x *Bos taurus* foram avaliados em regiões subtropicais. Em determinados ambientes, a exploração racional dos cruzamentos *Bos indicus* x *Bos taurus* é uma oportunidade ímpar para aumentar a produtividade da pecuária de corte (ROSO; FRIES, 2000).

O cruzamento *Bos taurus* x *Bos indicus* combina a resistência ao calor e a ectoparasitas com as altas taxas de crescimento, características de carcaça e desempenho reprodutivo. Maiores pesos ao desmame e ganho médio pré-desmame puderam ser observados para bezerros de cruzamentos com raças continentais quando comparados às demais raças *Bos taurus* (PRAYAGA, 2003). Uma das desvantagens do cruzamento, com raças de alto potencial de crescimento, é que seus efeitos podem levar ao aumento do peso adulto e, conseqüentemente, aumento da exigência de manutenção do rebanho de vacas, quando se opta pelo aproveitamento da precocidade sexual das fêmeas F1. O sucesso do cruzamento requer combinação adequada do ambiente e do sistema de produção para suportar o maior potencial de produção dos animais cruzados (KOGER, 1980).

1.3 Potencial de produção e exigência de manutenção

A exigência de manutenção pode ser definida como a quantidade de alimento necessária para manutenção do peso ou da energia corporal constante (FERRELL; JENKINS, 1985). De toda energia consumida pelas vacas em fase reprodutiva, 60-75% corresponde à exigência de manutenção (FERRELL; JENKINS, 1985; MONTAÑO-BERMUDEZ; NIELSEN; DEUTSCHER, 1990). Mercadante et al. (2003) observaram que a seleção para peso aos 12 meses, em animais Nelore, aumentou consistentemente o peso adulto, mas nas condições avaliadas não houve comprometimento do desempenho reprodutivo. Entretanto, Koch et al. (2004) avaliando animais Hereford, também selecionados para peso, puderam observar aumento da exigência de manutenção. Em condições de restrição nutricional, o aumento da exigência de manutenção (i.e. raças com maior potencial de crescimento e de lactação) pode estar associado ao aumento do intervalo de partos, redução da eficiência reprodutiva e, conseqüentemente, redução da eficiência de produção.

Vacas mais pesadas produzem bezerros com maior taxa de crescimento pré e pós-desmame, com maior peso de abate e peso de carcaça (FISS; WILTON, 1993). Quando se avalia a otimização da produção de carne a pasto, faz-se necessária a utilização de animais com características genéticas apropriadas para tais desafios (McCARTER; BUCHANAN; FRAHM, 1991). Vacas maiores produzem bezerros mais pesados ao desmame, mas a produção por área é menor. A eficiência biológica considera os custos em energia para produzir um kg de bezerro desmamado. Portanto, vacas com alto potencial de crescimento e produção de leite podem compensar a maior exigência de manutenção e produção, desmamando bezerros suficientemente pesados (DiCOSTANZO; MEISKE, 1994). No entanto, podem não ser mais eficientes economicamente em determinadas épocas e regiões. A taxa com que aumenta a produtividade, isto é, produção de leite e desempenho do bezerro, geralmente diminui com o aumento dos níveis de energia consumida pela vaca (JENKINS; FERRELL, 2005).

A seleção para o aumento da produção de leite pode ser vantajosa, se este fator limitar o crescimento do bezerro (NOTTER et al., 1979). O aumento da produtividade

pela introdução de bezerros com alto potencial de crescimento, através dos programas de cruzamento, não é observado sem a utilização de vacas com maior potencial de produção de leite, que depende de níveis nutricionais adequados (JENKINS; FERRELL; ROBERTS, 2000). O uso de estratégias que permitam a flutuação de peso das vacas pode auxiliar na redução dos gastos com alimentação. Freetly; Ferrell e Jenkins (2000; 2005) observaram que a perda de peso controlada em determinadas épocas do ciclo de produção pode ser uma estratégia viável para reduzir os altos custos com alimentação.

1.4 Eficiência de produção

Quando há a combinação adequada do tipo biológico ao ambiente, as vacas não apenas mantêm taxa reprodutiva satisfatória, mas também desmamam bons bezerros com alto potencial de ganho de peso (HARGROVE, 1993). Buttram e Willham (1989) observaram pequena diferença na taxa de cio entre novilhas de pequeno, médio e grande porte, quando todas receberam adequados níveis nutricionais. Entretanto quando o alimento disponível não foi suficiente para suprir as exigências de manutenção e crescimento das novilhas de maior tamanho, estas apresentaram menores taxas de cio e de parição. Para aumentar a produtividade do sistema de produção de carne, faz-se necessário suprir a exigência nutricional do rebanho de cria para permitir máxima eficiência reprodutiva (DiCOSTANZO; MEISKE, 1994).

A avaliação prévia do cenário econômico (e.g. custo da alimentação e demanda do mercado) permite adequar o tipo biológico a determinado ambiente, de acordo com a disponibilidade de nutrientes. Long; Cartwright e Fitzhugh (1975) observaram que vacas menores foram mais eficientes quando o rebanho de vacas foi mantido a pasto, enquanto vacas de maior potencial de crescimento foram mais eficientes quando os animais foram alimentados no cocho. A eficiência depende da interação entre tipo biológico e disponibilidade de nutriente e não do peso adulto por si só (NOTTER et al., 1979). O tamanho ótimo da vaca varia com o cenário econômico (BOURDON; BRINKS, 1987). Lamb; Tess e Robison (1992) avaliaram a eficiência biológica e econômica de vacas Hereford, Angus, Limousin, Charolês e Simental e, observaram, que as vacas Simental foram menos eficientes biologicamente. No entanto quando o custo com a

alimentação e o valor de venda do bezerro foram considerados, passou a ser a raça mais eficiente economicamente.

O sucesso na pecuária de corte depende de planejamento e gerenciamento. Programas de simulação da eficiência biológica e econômica podem auxiliar na tomada de decisões, quanto ao tipo biológico e fonte de alimento a serem utilizados e, conseqüentemente, aumentar as chances de atingir altos níveis de produtividade e lucro.

Referências

ARCHER, J.A.; RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ARTHUR, P.F. Potential 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.

BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Simulated efficiency of range beef production. I. Growth and milk production. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.65, p.943-955, 1987.

BUTTRAM, S.T.; WILLHAM, R.L. Size and management effects on reproduction in first-, second-, and third-parity beef cows. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.67, p.2191-2196, 1989.

DiCOSTANZO, A.; MEISKE, J.C. Optimizing cow size and efficiency to maximize profitability. In: MINNESOTA BEEF COW-CALF, C.103, 1994, Minnesota. **Proceedings...** Minnesota: MBCCP, 1994. p.1-14.

EUCLIDES FILHO, K. **Melhoramento genético animal no Brasil: fundamentos, história e importância**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1999. v.75, 63p.

FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Relationships among various body components of mature cows. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.58, p.234-243, 1984.

FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.61, p.725-741, 1985.

FISS, C.F.; WILTON, J.W. Contribution of breed, cow weight, and milk yield to the preweaning, feedlot, and carcass traits of calves in three beef breeding systems. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.71, p.2874-2884, 1993.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **ANUALPEC**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2006. 378p.

FREETLY, H.C.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Timing of realimentation of mature cows that were feed-restricted during pregnancy influences calf birth weights and growth rates. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.78, p.2790-2796, 2000.

FREETLY, H.C.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Nutritionally altering weight gain patterns of pregnant heifers and young cows changes the time that feed resources are offered without any differences in production. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.83, p.916-926, 2005.

FRISCH, J.E.; VERCOE, J.E. Liveweight gain, food intake, and eating rate in Brahman, Africander, and Shorthorn x Hereford cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.20, p.1189-1195, 1969.

FRISCH, J.E.; VERCOE, J.E. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic rate and efficiency of feed utilization in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred cattle. **Animal Production**, Edinburgh, v.25, p.343-358, 1977.

FRISCH, J.E.; VERCOE, J.E. Utilizing breed differences in growth of cattle in the tropics. **World Animal Review**, Mulberry, v.25, p.8-12, 1978.

GREEN, R.D.; FIELD, T.G.; HAMMETT, N.S.; RIPLEY, B.M.; DOYLE, S.D. Can cow adaptability and carcass acceptability both achieved? In: SYMPOSIUM: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE. 1999, Indianapolis. **Proceedings**... Indianápolis, 1999. Disponível em: <http://www.asas.org/JAS/symposia/proceedings/0927.pdf> Acesso em: 9 fev. 2005.

HARGROVE, D.D. Matching cow type to the nutritional environment. In: FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE. 1993, Gainesville. **Proceedings**... Gainesville: University of Florida, 1993. Disponível em: <http://www.animal.ufl.edu/extension/beef/shortcourse/1993/HARGROVE.PDF> Acesso em: 30 set. 2005.

HERD, R.M. Changing the size of beef cattle – implications for cow feed requirements. In: CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 7., 1992, Duboo. **Proceedings**... Duboo: AAABG, 1992. v.10, p.334-337.

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**, Savoy, v.78, p.7-14, 2000.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. Efficiency of feed utilization during the preweaning period among tropically adapted cattle. In: SYMPOSIUM ON TROPICALLY ADAPTED BREEDS, 1., 2005, Des Moines. **Proceedings**... Des Moines: ASAS Southern Section Meeting, 2005. v.1, p.162-166.

KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E. Beef cattle breed resource utilization. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v.12, p.55-77, 1989.

KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; Van VLECK, L.D. Genetic response to selection for weaning weight or yearling weight or yearling weight and muscle score in Hereford cattle: efficiency of gain, growth, and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.82, p.668-682, 2004.

KOGER, M. Effective crossbreeding systems utilizing Zebu cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.50, p.1215-1220, 1980.

LAMB, M.A.; TESS, M.W.; ROBISON, O.W. Evaluation of mating systems involving five breeds for integrated beef production systems: I. Cow/calf segment. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p.689-699, 1992.

LOBATO, J.F.P. Tecnologias necessárias para a pecuária de corte eficiente e competitiva. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 6., 2001, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 2001. v.1, p.28-48.

LONG, C.R.; CARTWRIGHT, T.C.; FITZHUGH, H.A. Systems analysis of sources of genetic and environmental variation in efficiency of beef production: cow size and herd management. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.40, p.409-420, 1975.

LUCHIARI FILHO, A. Produção de carne bovina no Brasil: qualidade, quantidade ou ambas? In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: SIMBOI, 2006. 1 CD-ROM.

McCARTER, M.N.; BUCHANAN, D.S.; FRAHM, R.R. Comparison of crossbred cows containing various proportions of Brahman in spring- or fall-calving systems: IV. Effects of genotype x environment interaction on lifetime productivity of young cows. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.69, p.3977-3982, 1991.

MERCADANTE, M.E.Z.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; CYRILLO, .N.S.G.; FIGUEIREDO, L.A. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.376-384, 2003.

MONTAÑO-BERMUDEZ, M.; NIELSEN, M.K.; DEUTSCHER, G.H. Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.68, p.2279-2288, 1990.

NATIONAL CATTLEMEN'S BEEF ASSOCIATION. **USDA-NCBA 2007**. Cattle numbers and beef production. Disponível em: <http://www.beefusa.org/uDocs/cattlenumbersandmeatproduction.pdf> Acesso em: 26 out. 2007.

NOTTER, D.R.; SANDERS, J.O.; DICKERSON, G.E.; SMITH, G.M.; CARTWRIGHT, T.C. Simulated efficiency of beef production for a Midwestern cow-calf-feedlot management system. II. Mature body size. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.49, p.83-91, 1979.

PINEDA, N.R. Influência do Zebu na produção de carne no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 3., 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMA, 2000. 1 CD-ROM.

PRAYAGA, K.C. Evaluation of beef cattle genotypes and estimation of direct and maternal genetic effects in a tropical environment. 1. Growth traits. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.54, p.1013-1025, 2003.

ROSO, V.M.; FRIES, L.A. Avaliação das heteroses materna e individual sobre o ganho de peso do nascimento ao desmame em bovinos Angus x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.732-737, 2000.

TURNER, JW. Genetic and biological aspects of Zebu adaptability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.50, p.1201-1205, 1980.

VIEIRA, A.; LOBATO, J.F.P.; CORREA, E.S.; TORRES, Jr., R.A.A.; CEZAR, I.M. Produtividade e eficiência de vacas Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf nos Cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, p.1357-1365, 2005.

2 DESEMPENHO PRÉ-DESMAME E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE BEZERROS NELORE E *BOS TAURUS* X NELORE

Resumo

Os objetivos do estudo foram avaliar o desempenho pré-desmame, a composição corporal e eficiência de bezerros representando três sistemas de produção, Nelore (NL), F1 e cruzamento de três raças. Trinta e nove pares vaca/bezerro foram avaliados quanto à exigência energética, produção de leite e eficiência do par. Foram utilizadas vacas NL com bezerros NL (10), vacas NL com bezerros Angus x Nelore (ANL: 9) e vacas F1, ANL e Simental x Nelore (SNL), inseminadas com sêmen de touro Canchim (5% Charolês 3% Zebu), com bezerros cruzados (TC: 20). O consumo individual da vaca e do bezerro foi avaliado dos 17 aos 190 dias pós-parto. Os bezerros tiveram acesso, *ad libitum*, à silagem de milho (7,8% PB; 2,19 Mcal EM/kg MS), a partir dos 38 dias de idade. A produção de leite foi determinada, através do método de pesagem do bezerro antes e depois da mamada, aos 42, 98, 126 e 180 dias pós-parto. A relação entre energia bruta e EM do leite foi considerada como 1:0,93. Os bezerros foram abatidos ao desmame e a seção da 9-10-11^a costelas foi retirada para estimativa da composição corporal. Os bezerros ANL foram mais leves ($P = 0,001$) ao nascimento, comparados aos bezerros do grupo TC; enquanto os bezerros NL apresentaram peso intermediário. Ao desmame, os bezerros NL foram mais leves ($P = 0,0006$) do que os bezerros ANL e TC: $169 \pm 7,9$ vs. $212 \pm 8,3$ e $230 \pm 5,6$ kg, respectivamente. Os bezerros ANL apresentaram maior (372 ± 25 ; $P = 0,005$) consumo de silagem em relação aos bezerros NL (266 ± 24) e TC (278 ± 17 Mcal). A ingestão de leite (EM) foi 669 ± 53 para o grupo NL, 745 ± 56 para o ANL e 970 ± 38 Mcal para os bezerros TC. Provavelmente, a produção de leite das vacas NL não foi suficiente para suprir a exigência energética dos bezerros ANL, que compensaram a menor produção de leite das mães, consumindo mais silagem. Enquanto a produção de leite das vacas ANL e SNL parece ter suprido grande parte da exigência de seus bezerros. Os bezerros ANL e TC apresentaram maior ($P = 0,0005$) deposição de energia no corpo vazio (energia retida, ER = energia corporal ao desmame – energia corporal ao nascimento) do que os bezerros NL: 422 ± 24 para o grupo ANL, 449 ± 16 para o grupo TC e 295 ± 23 Mcal para os bezerros NL. Os animais ANL e TC apresentaram maior ($P = 0,10$) deposição de gordura no corpo vazio comparados aos bezerros NL; enquanto a deposição de água foi semelhante ($P = 0,12$) entre os três grupos: $15,3 \pm 0,8$ e $61,7 \pm 0,7$ para os bezerros ANL, $15,0 \pm 0,6$ e $62,3 \pm 0,5$ para o grupo TC e $13,3 \pm 0,8\%$ de gordura e $63,4 \pm 0,7\%$ de água no corpo vazio de bezerros NL. Os bezerros de cruzamentos *Bos taurus* apresentaram maior ($P = 0,08$) eficiência energética (kcal ER/Mcal EM consumida) do que os bezerros NL: 382 ± 23 (ANL), 364 ± 15 (TC) e 317 ± 22 (NL). O maior ganho de peso e a diferença da composição corporal ao desmame foram mais do que suficientes para compensar o maior consumo de EM dos bezerros cruzados. Neste estudo, os sistemas de cruzamento com *Bos taurus* aumentaram o desempenho dos bezerros na fase pré-desmame.

Palavras-chave: Cruzamento; Energia retida; Exigência energética; Ganho médio diário; Peso de desmame

Abstract

Prewaning performance and body composition of calves from straightbred Nellore and *Bos taurus* x Nellore crosses

The objectives of this study were to evaluate preweaning performance, body composition, and efficiency of calves representing straightbred Nellore (NL), F1, and three-breed-cross. Energy requirements, milk production, and efficiency of 39 cow/calf pairs were recorded from straightbred NL calves from NL cows (10), crossbred (Angus sired) calves from NL cows (ANL: 9), and crossbred calves (TC; Canchim sired: $\frac{5}{8}$ Charolês $\frac{3}{8}$ Zebu) from Angus x Nellore (ANL) and Simmental x Nellore (SNL) cows (20). Cows and respective calves were individually fed from postpartum to weaning (17 to 190 d postpartum). At 38 d of age, corn silage (7.8% CP, 2.19 Mcal ME/kg DM) was available to calves *ad libitum*. Milk production at 42, 98, 126, and 180 d postpartum was recorded by weighing calves before and after suckling. The ratio between gross energy and ME of milk was considered 1:0.93. Calves were slaughtered at weaning and the 9-10-11th-rib section removed for body composition estimation. The ANL calves were lighter ($P = 0.001$) at birth than TC; NL calves were intermediate. At weaning, NL calves were lighter ($P = 0.0006$) than ANL and TC calves; 169 ± 7.9 vs. 212 ± 8.3 and 230 ± 5.6 kg, respectively. The ANL had greater (372 ± 25 ; $P = 0.005$) silage intake than NL (266 ± 24) and TC calves (278 ± 17 Mcal). Milk energy intakes were 669 ± 53 , 745 ± 56 , and 970 ± 38 Mcal for NL, ANL, and TC, respectively. The ANL calves needed to compensate the lower milk production from NL cows, which supplied less of their energy requirement for growth. Calves from crossbred cows may have obtained a higher proportion of their needs from milk. Crossbred calves had greater ($P = 0.0005$) retained energy (RE = weaning body energy – birth body energy) than NL calves: 422 ± 24 for ANL and 449 ± 16 for TC vs. 295 ± 23 for NL calves. Crossbreds had higher ($P = 0.10$) percentage of chemical fat than NL calves and water percentage was similar ($P = 0.12$) among groups: 15.3 ± 0.8 and 61.7 ± 0.7 for ANL, 15.0 ± 0.6 and 62.3 ± 0.5 for TC and $13.3 \pm 0.8\%$ chemical fat and $63.4 \pm 0.7\%$ water of empty BW for NL calves. Calves from *Bos taurus* crosses had greater ($P = 0.08$) energetic efficiency (kcal RE/Mcal ME intake) than NL calves: 382 ± 23 for ANL and 364 ± 15 for TC vs. 317 ± 22 for NL. The greater weight gains and the difference in empty body composition at weaning were more than enough to compensate the higher ME intake of crossbreds. In this study, the crossbreeding systems evaluated increased calf performance preweaning.

Key words: Average daily gain; Crossbreeding; Energy requirements; Retained energy; Weaning weight

2.1 Introdução

A eficiência do sistema de produção depende de várias características expressas tanto pelo rebanho de matrizes, quanto pelos animais em crescimento e terminação

(ARCHER et al., 1999). Brelín e Brannang (1982) observaram forte correlação genética entre as taxas de crescimento e conversão alimentar. Entretanto, alguns autores reportaram correlações genéticas desfavoráveis entre a seleção para peso e idade ao primeiro parto (MARIANTE, 1978; SILVA et al., 2000), assim como alta e positiva correlação com o peso à idade adulta (LÔBO; MADALENA; VIEIRA, 2000; SILVA et al., 2000). Conseqüentemente, espera-se o aumento da exigência do rebanho de vacas em fase reprodutiva.

A alimentação representa mais da metade do custo de produção. Pode-se considerar, portanto, que o aumento da eficiência de produção de carne por unidade de alimento consumido acarretaria em maior eficiência econômica, além dos benefícios ambientais. Dickerson (1970) considerou que a redução do custo de produção, através do melhoramento genético, é representada pelo aumento do valor do produto por fêmea do rebanho, com pequeno efeito sobre o peso adulto. Os programas de cruzamento, empregados no sistema de produção de carne, podem ser uma opção para melhorar a relação entre custos e produto final. Notter et al. (1979) observaram que aqueles sistemas que utilizaram heterose individual foram mais eficientes do que sistemas de produção de raças puras e, os sistemas que empregaram tanto heterose individual quanto materna, foram mais eficientes do que aqueles usando apenas heterose individual.

A produção de carne no Brasil é, basicamente, desenvolvida em sistemas extensivos a pasto, onde as raças de animais *Bos indicus* representam aproximadamente 80% do rebanho bovino. O mérito genético aditivo obtido a partir do cruzamento entre animais *Bos taurus* e *Bos indicus* pode ser utilizado para aumentar a produtividade, explorando os efeitos de heterose e complementaridade dos animais cruzados. Os objetivos deste estudo foram avaliar o desempenho pré-desmame, a composição corporal e a eficiência de bezerros representando três sistemas de produção: bezerros Nelore (NL) filhos de vacas NL, bezerros cruzados filhos de vacas NL inseminadas com sêmen de touro Angus e bezerros cruzados filhos de vacas Angus x NL e Simental x NL inseminadas com sêmen de touro Canchim.

2.2 Desenvolvimento

2.2.1 Animais e manejo

O estudo foi conduzido na Fazenda Canchim, Centro de Pesquisa Pecuária do Sudeste (EMBRAPA), São Carlos, SP. A fase pré-desmame foi avaliada durante os meses de janeiro a outubro de 2006. As vacas Nelore (NL) e Angus/Simental x Nelore (ANL, SNL), utilizadas no experimento, foram produzidas a partir do mesmo rebanho de matrizes NL. Vinte vacas cruzadas (ANL, SNL) foram inseminadas com sêmen de touro Canchim ($\frac{5}{8}$ Charolês $\frac{3}{8}$ Zebu); enquanto 19 vacas NL foram inseminadas ou com sêmen de touro Nelore ou com sêmen de touro Aberdeen Angus durante a estação de monta de outono, compreendendo os meses de abril a junho de 2005. A idade média das vacas, ao início do experimento, era de $60 \pm 1,3$ meses e estavam, em média, na terceira parição.

A variação individual de peso e a ingestão de energia metabolizável (IEM) das vacas foram acompanhadas no intervalo entre os dias 189 ± 11 e 263 ± 12 após a inseminação artificial. Seguindo o período de avaliação durante a gestação, as vacas foram transferidas para o piquete maternidade, onde receberam suplementação mineral. Aos 17 ± 9 dias pós-parto, 39 pares vaca/bezerro foram redistribuídos nas baias individuais. A relação entre o número de bezerros, machos e fêmeas, nascidos variou entre os grupos genéticos: cinco machos e cinco fêmeas nos grupos $\frac{1}{2}$ Canchim $\frac{1}{4}$ Simental $\frac{1}{4}$ Nelore (CSN) e $\frac{1}{2}$ Canchim $\frac{1}{4}$ Angus $\frac{1}{4}$ Nelore (CAN), oito machos e duas fêmeas no grupo NL e quatro machos e cinco fêmeas no grupo $\frac{1}{2}$ Angus $\frac{1}{2}$ Nelore (ANL). Os bezerros machos não foram castrados ao nascimento. Os resultados apresentados representam os três sistemas de cruzamento adotados: raça pura (NL; n = 10), bezerros cruzados filhos de vacas NL (ANL; n = 9) e bezerros cruzados filhos de vacas cruzadas (TC; n = 20).

A silagem de milho (2,19 Mcal EM e 7,8% PB/kg MS) foi disponibilizada aos bezerros, *ad libitum*, a partir dos 38 dias de idade. O conteúdo de energia da silagem foi estimado de acordo com a equação de Weiss; Conrad e Pierre (1992). A percentagem de MS do alimento foi determinada semanalmente e as sobras foram coletadas,

pesadas, amostradas para análise da MS e descartadas diariamente. Os cochos da vaca e bezerro eram separados para impedir o acesso das mães ao cocho dos filhos e vice-versa, assim o consumo individual diário pôde ser avaliado. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7:00 e às 15:00 h.

A produção de leite foi determinada aos 42, 98, 126 e 180 dias pós-parto, através da pesagem dos bezerros antes e após a mamada (CUNDIFF et al., 1974). Os bezerros separados das vacas por 16 horas eram pesados pela manhã e, então, era permitida a mamada sob observação constante seguida pela segunda pesagem, sendo este procedimento repetido após 8 horas. As diferenças de peso depois e antes da mamada eram somadas, resultando na produção de leite de 24 horas. A produção total de leite (i.e. 190 dias de lactação) e no pico da lactação foram calculadas utilizando as equações desenvolvidas por Jenkins e Ferrell (1984). Aos 60 e 150 dias pós-parto, os mesmos intervalos de 16 e 8 horas de separação da vaca e bezerro foram utilizados para que as vacas fossem ordenhadas manualmente; 2 mL de ocitocina (Ocitocina Forte UCB®, Jaboticabal, SP, Brasil) por vaca por ordenha foram administrados para auxiliar a ejeção do leite. A matéria seca do leite foi determinada (extrato seco) e, as amostras por animal por ordenha foram analisadas para gordura, proteína e lactose por espectrofotometria, utilizando o equipamento Bentley 2000 (Bentley Instruments Inc., Chaska, MN). A energia líquida do leite (energia secretada) foi calculada, considerando os valores de 9,29 para gordura, 5,47 para proteína e 3,95 Mcal/kg para lactose, respectivamente (NRC, 2001). A IEM do leite pelos bezerros foi calculada considerando a relação 1:0,93 entre energia bruta (secretada no leite) e EM (NRC, 2001). A IEM representada pela ingestão de silagem e leite foi avaliada individualmente durante os 190 dias pré-desmame.

2.2.2 Abate experimental

Os bezerros foram abatidos ao desmame (190 ± 11 dias de idade). Os pesos da carcaça quente (PCC), do fígado, rins, coração e gordura renal e pélvica foram avaliados. Após 24 h de resfriamento, as meia carcaças direita e esquerda foram pesadas (peso da carcaça resfriada). A partir da meia carcaça esquerda foram

avaliadas as medidas de área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura (EG) na altura da 12^a costela; a seção da 9-10-11^a costelas foi removida (HANKINS; HOWE, 1946) e, a composição corporal pôde ser estimada a partir da composição química do corte da costela. A metodologia original de Hankins e Howe (1946) foi modificada, não sendo realizada separação física em osso, músculo e gordura. Os cortes foram integralmente moídos (Hermann P-33A-3-789, 15 HP) e, as sub-amostras foram liofilizadas em triplicata. A quantidade de água de cada corte foi considerada como sendo a diferença de peso antes e depois da liofilização. A composição corporal ao nascimento seguiu a seguinte relação: 77,5% de água, 4,0% de gordura, 14,7% de proteína e 3,5% de minerais (HAIGH; MOULTON; TROWBRIDGE, 1920), independente do grupo genético. Já que o ganho de peso na fase pré-desmame é elevado, qualquer diferença entre os grupos genéticos para a composição química ao nascimento teria efeito ínfimo sobre a composição do ganho.

O peso do corpo vazio (PCV) foi estimado a partir do PCC, de acordo com a eq. (1) (HENRIQUE et al., 2003).

$$\text{PCV (kg)} = 1,6093 \times \text{PCC (kg)} + 0,6784 \quad (r = 0,99) \quad (1)$$

O conteúdo de água e gordura do corpo vazio foram estimados por equações de regressão linear da percentagem de água no corte da 9-10-11^a costelas. As eq. (2 e 3) usadas para bezerros NL foram desenvolvidas por Lanna et al. (1995). As equações utilizadas para estimar a composição do corpo vazio dos bezerros cruzados foram determinadas por Berndt et al. (dados não publicados).

$$\% \text{ Água, CV} = 0,6806 \times \% \text{ água (costela)} + 22,998 \quad (r = 0,91) \quad (2)$$

$$\% \text{ Gordura, CV} = - 0,7968 \times \% \text{ água (costela)} + 60,815 \quad (r = 0,91) \quad (3)$$

As proporções de proteína e minerais no CV foram estimadas a partir da relação 80:20 na matéria seca desengordurada entre proteína e minerais (REID; WELLINGTON; DNN, 1955; BOIN; LANNA; FOX, 1994). A concentração energética

considerada foi de 5,539 e 9,385 Mcal/kg de proteína e gordura no CV, respectivamente (GARRETT; HINMAN, 1969). A energia retida (ER) foi calculada como a diferença entre a energia do CV ao desmame e a energia corporal ao nascimento. Dois parâmetros de eficiência do bezerro foram considerados: a eficiência bruta (gramas de ganho de peso/Mcal IEM total, leite e silagem) e a eficiência energética, que foi definida como kcal de ER/Mcal IEM total.

2.2.3. Análise estatística

A análise de variância foi realizada utilizando a ferramenta GLM do SAS (1999). As variáveis, sistema de produção e sexo dos bezerros, foram incluídas como efeitos fixos; a interação entre as mesmas foi testada e, quando não significativa, excluída do modelo. As médias dos três sistemas de produção foram comparadas através do teste de Tukey. Contraste, considerando o efeito de grupo genético dos bezerros, foi usado para comparar as médias entre os bezerros CAN e CSN.

2.2.4 Resultados e Discussão

2.2.4.1 Desempenho pré-desmame

A variável peso ao nascimento apresentou efeito quadrático ($P = 0,002$; Tabela 2.1). Os bezerros ANL foram mais leves ao nascimento ($P = 0,001$) comparados aos bezerros TC. Entretanto, os pesos ao desmame para os dois grupos foram semelhantes: $212 \pm 8,3$ para o grupo ANL e $230 \pm 5,6$ kg para o TC. Os bezerros NL apresentaram ganho de peso pré-desmame menor ($P < 0,0001$) e foram mais leves ($P = 0,0006$) do que os bezerros ANL e TC (Tabela 2.1). Calegare et al. (2007) observaram que bezerros cruzados, filhos de vacas Canchim x NL e ANL/SNL inseminadas com sêmen de touro Canchim, apresentaram ganho de peso pré-desmame 22 e 34% maior do que bezerros NL.

Tabela 2.1 – Médias ($\pm$ EP) do desempenho e eficiência dos bezerros na fase pré-desmame, de acordo com o sistema de produção

Variável	Contraste		Sistema de produção ¹			P
	Linear/Quadrático		NL	ANL	TC	
Peso ao nascimento, kg	ns	0,002	36,3 $\pm$ 2,2 ^{ab}	33,3 $\pm$ 1,8 ^b	41,3 $\pm$ 1,2 ^a	0,001
Peso ao desmame, kg (190 d)	< 0,0001	ns	169 $\pm$ 7,9 ^b	212 $\pm$ 8,3 ^a	230 $\pm$ 5,6 ^a	0,0006
Ganho de peso (190), kg	< 0,0001	ns	132 $\pm$ 7,3 ^b	179 $\pm$ 7,7 ^a	189 $\pm$ 5,2 ^a	<0,0001
Ganho de peso, g/d	< 0,0001	ns	713 $\pm$ 39 ^b	906 $\pm$ 41 ^a	994 $\pm$ 24 ^a	0,001
Energia corporal ao nascimento, Mcal ²	ns	0,002	43,1 $\pm$ 2,6 ^{ab}	39,6 $\pm$ 2,2 ^b	49,1 $\pm$ 1,5 ^a	0,001
Energia corporal ao desmame, Mcal	< 0,0001	ns	339 $\pm$ 23 ^b	462 $\pm$ 24 ^a	498 $\pm$ 16 ^a	0,0008
Energia retida, Mcal	< 0,0001	ns	295 $\pm$ 23 ^b	422 $\pm$ 24 ^a	449 $\pm$ 16 ^a	0,0005
IEM silagem, Mcal ³	ns	0,003	266 $\pm$ 24 ^b	372 $\pm$ 25 ^a	278 $\pm$ 17 ^b	0,005
IEM leite, Mcal ³	0,002	ns	669 $\pm$ 53 ^b	745 $\pm$ 56 ^b	970 $\pm$ 38 ^a	0,002
IEM total, Mcal ³	< 0,0001	ns	935 $\pm$ 50 ^c	1.117 $\pm$ 53 ^b	1.247 $\pm$ 36 ^a	0,05
Eficiência bruta, g/Mcal ⁴	ns	ns	144 $\pm$ 7,9	162 $\pm$ 8,3	154 $\pm$ 5,6	0,33
Eficiência energética, kcal/Mcal ⁵	0,038	ns	317 $\pm$ 22 ^b	382 $\pm$ 23 ^a	364 $\pm$ 15 ^a	0,08

^{a-c} Médias na mesma linha, sem letras sobrescritas iguais, diferem umas das outras.

¹ Sistemas: puro Nelore (NL; n = 10); ½ Angus ½ Nelore (ANL; n = 9); ½ Canchim ¼ Angus ¼ Nelore, ½ Canchim ¼ Simental ¼ Nelore (TC; n = 20).

² Cálculos baseados nos dados apresentados por Haigh; Moulton e Trowbridge (1920).

³ Ingestão de energia metabolizável.

⁴ Gramas de ganho de peso/Mcal IEM (leite e silagem).

⁵ kcal de energia retida/Mcal IEM (leite e silagem).

Vários estudos (DAMON et al., 1959; REYNOLDS et al., 1978; BROWNING et al., 1995) também registraram maior desempenho de bezerros cruzados, quando comparados a raças puras. No presente estudo, os bezerros ANL ganharam 193 g/d a mais e desmamaram 43 kg mais pesados do que os bezerros NL. Reynolds; DeRouen e Koonce (1982) observaram que tanto os bezerros cruzados Brahman x Angus, quanto

os Angus x Brahman apresentaram ganho de peso diário 25% (161 g) maior e peso de desmame 23% (36,6 kg) mais elevado do que os bezerros Angus e Brahman aos 205 dias de idade. Gregory et al. (1965); Pahnish et al. (1969) avaliaram o desempenho pré-desmame e notaram que bezerros cruzados ganham peso mais rapidamente do que animais puros, concluindo que cerca de 5% do aumento no peso de desmame foi devido ao efeito de heterose. Os bezerros ANL e TC apresentaram ganho médio diário (GMD) a partir de 21 a 28% acima do ganho de bezerros NL na fase pré-desmame. Barbosa e Alencar (1995) registraram maior GMD para animais cruzados comparados aos puros: 10,8; 14,2; 19,5 e 33,5% a mais para animais F1, F2, retro cruzamento e para cruzamentos entre três raças, respectivamente. Roso e Fries (1998) observaram os maiores valores de heterose total (materna e individual) quando as fêmeas cruzadas foram mantidas no rebanho.

O peso ao desmame pode sofrer influência do manejo nutricional, da idade de desmame, do potencial genético para crescimento, da produção de leite das mães e da interação destes fatores (JENKINS; CUNDIFF; FERRELL, 1991). Tanto os bezerros NL, quanto os ANL, apresentaram menor ($P = 0,002$) IEM a partir do leite do que os bezerros TC, já que as vacas cruzadas ANL e SNL produziram mais leite do que as fêmeas NL. A IEM total e a IEM a partir do leite seguiram efeito linear, enquanto a IEM correspondente à silagem mostrou efeito quadrático (Tabela 2.1). Os bezerros ANL consumiram mais silagem ($P = 0,005$) do que os bezerros NL e TC. Provavelmente, a produção de leite das vacas NL não foi suficiente para suprir a exigência de crescimento dos bezerros ANL. Abdelsamei et al. (2005) avaliaram o desempenho pré-desmame de bezerros sob cinco níveis de suplementação com sucedâneo de leite e, observaram que o aumento da ingestão de leite esteve associado ao decréscimo da ingestão de feno de alfafa. Lusby; Stephens e Totusek (1976) registraram que bezerros de vacas da raça Holandesa consumiram mais leite e mínima quantidade de forragem, enquanto o inverso foi observado para as progênies de vacas Hereford, tanto avaliadas em confinamento, quanto a pasto. Bezerros com acesso a baixos níveis de produção de leite consomem mais forragem para compensar o suprimento de nutrientes que é insuficiente pela quantidade de leite (CHURCH; GORRILL; WARNER, 1980). Os bezerros NL consumiram menos silagem do que os bezerros ANL. No entanto, a

quantidade de leite consumida foi semelhante, o que poderia ser explicado pelo menor apetite, menor potencial de crescimento e menor exigência de manutenção dos bezerros NL em relação aos cruzados.

Vários estudos (SETSHWAELO; CUNDIFF; DICKERSON, 1990; PASCHAL; SANDERS; KERR, 1991; BROWNING et al., 1995) observaram diferenças entre os sexos para as características de peso ao nascimento e ganho de peso pré-desmame. No presente estudo, o desempenho pré-desmame não diferiu entre machos e fêmeas. Possivelmente, o número de bezerros de cada sexo não foi representativo para que a diferença entre sexos, observada na maioria dos trabalhos, fosse demonstrada.

2.2.4.2 Composição corporal ao desmame e energia retida

Os bezerros TC apresentaram maiores ($P = 0,05$) PCV e PCC do que os bezerros NL e ANL (Tabela 2.2). O rendimento de carcaça dos animais do grupo ANL foi menor ($P = 0,09$) do que para o grupo TC; os bezerros NL apresentaram rendimento intermediário. A relação entre peso do fígado e PCC foi maior ($P = 0,04$) para os bezerros ANL que também apresentaram percentagem de gordura renal-pélvica, na carcaça quente, 4,5% maior quando comparados ao grupo TC. Tanto o grupo ANL, quanto o grupo TC apresentaram maiores pesos de fígado ($P = 0,0001$) e rins ($P = 0,009$) do que os bezerros NL. A AOL foi proporcional ao PCV e PCC (Tabela 2.2) e foi maior ($P = 0,05$) para os animais TC do que para os NL e ANL. A EG na 12ª costela não diferiu ($P = 0,38$) entre os grupos. Houve interação entre sistema de produção e sexo do bezerro para as variáveis AOL ($P = 0,05$) e EG na 12ª costela ($P = 0,02$); dentro do grupo TC, os machos apresentaram maior AOL e menor EG do que as fêmeas ($54,4 \pm 1,8$ e $1,3 \pm 0,4$ vs. $48,7 \pm 1,8$ cm² e $3,1 \pm 0,4$ mm). Os bezerros NL tiveram menor ($P = 0,10$) percentagem de gordura e maior percentagem de proteína ($P = 0,03$) e minerais ($P = 0,04$) no CV do que os bezerros ANL e TC. A percentagem de água não diferiu ($P = 0,12$) entre os grupos (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Médias ($\pm$ EP) da composição corporal ao desmame (190 ± 11 d), para diferentes sistemas de produção

Variável	Contraste		Sistema de produção ¹			P
	Linear/Quadrático		NL	ANL	TC	
Peso do corpo vazio (PCV), kg	< 0,0001	ns	152 $\pm$ 7,4 ^c	187 $\pm$ 7,8 ^b	207 $\pm$ 5,3 ^a	0,05
Peso de carcaça quente (PCC), kg	< 0,0001	ns	94 $\pm$ 4,6 ^c	116 $\pm$ 4,9 ^b	128 $\pm$ 3,3 ^a	0,05
Rendimento de carcaça, %	ns	0,088	55,4 $\pm$ 0,5 ^{ab}	54,5 $\pm$ 0,5 ^b	55,6 $\pm$ 0,4 ^a	0,09
Fígado, kg	< 0,0001	ns	1,74 $\pm$ 0,09 ^b	2,30 $\pm$ 0,09 ^a	2,35 $\pm$ 0,06 ^a	0,0001
Rins, kg	0,0003	ns	0,37 $\pm$ 0,03 ^b	0,47 $\pm$ 0,03 ^a	0,50 $\pm$ 0,02 ^a	0,009
Coração, kg	< 0,0001	ns	0,62 $\pm$ 0,03 ^c	0,77 $\pm$ 0,04 ^b	0,86 $\pm$ 0,02 ^a	0,04
Gordura renal-pélvica, kg	0,054	ns	3,38 $\pm$ 0,72 ^b	4,94 $\pm$ 0,72 ^{ab}	5,10 $\pm$ 0,48 ^a	0,05
Fígado, %PCC	ns	0,041	1,91 $\pm$ 0,06 ^{ab}	1,99 $\pm$ 0,06 ^a	1,84 $\pm$ 0,04 ^b	0,04
Rins, %PCC	ns	ns	0,40 $\pm$ 0,02	0,41 $\pm$ 0,02	0,39 $\pm$ 0,01	0,74
Coração, %PCC	ns	ns	0,67 $\pm$ 0,02	0,66 $\pm$ 0,02	0,67 $\pm$ 0,01	0,92
Gordura renal-pélvica, %PCC	ns	ns	3,52 $\pm$ 0,56	4,23 $\pm$ 0,56	4,04 $\pm$ 0,38	0,65
AOL ² , cm ²	0,0002	ns	38,9 $\pm$ 2,2 ^c	46,8 $\pm$ 1,8 ^b	51,6 $\pm$ 1,3 ^a	0,05
EGS ³ , mm	ns	ns	1,5 $\pm$ 0,6	2,5 $\pm$ 0,5	2,2 $\pm$ 0,3	0,38
Água, % costela	ns	ns	59,6 $\pm$ 1,0	59,7 $\pm$ 1,0	59,8 $\pm$ 0,7	0,99
Água, %PCV	ns	ns	63,4 $\pm$ 0,7	61,7 $\pm$ 0,7	62,3 $\pm$ 0,5	0,12
Gordura, %PCV	0,062	ns	13,3 $\pm$ 0,8 ^b	15,3 $\pm$ 0,8 ^a	15,0 $\pm$ 0,6 ^a	0,10
Proteína, %PCV	0,0008	ns	18,7 $\pm$ 0,09	18,4 $\pm$ 0,09	18,2 $\pm$ 0,06	0,03
Minerais, %PCV	0,0009	ns	4,67 $\pm$ 0,02	4,59 $\pm$ 0,02	4,55 $\pm$ 0,02	0,04

^{a-c} Médias na mesma linha, sem letras sobrescritas iguais, diferem umas das outras.

¹ Sistemas: puro Nelore (NL; n = 10); ½ Angus ½ Nelore (ANL; n = 9); ½ Canchim ¼ Angus ¼ Nelore, ½ Canchim ¼ Simental ¼ Nelore (TC; n = 20).

² Área de olho de lombo – 12ª costela.

³ Espessura de gordura subcutânea, na altura da 12ª costela.

Reynolds; DeRouen e Koonce (1982) avaliaram bezerros filhos de touros Brahman e Angus; os autores relataram maior deposição de gordura e menor deposição de tecido muscular ou ósseo em bezerros descendentes de Angus. Os

bezerros CAN apresentaram maior ($P = 0,06$) proporção de gordura no CV e menor ($P = 0,02$) proporção de água do que os bezerros CSN: $16,0 \pm 0,8$ e $61,1 \pm 0,7$ vs. $13,9 \pm 0,8\%$ de gordura e $63,5 \pm 0,7\%$ de água. Calegare et al. (2007) também observaram menor percentagem de água ($61,5 \pm 0,7$ vs. $64,8 \pm 0,8\%$ CV) e maior percentagem de gordura ($13,7 \pm 0,8$ vs. $10,8 \pm 0,8\%$ CV) em bezerros CAN comparados aos CSN ao desmame (180 d). Buckley et al. (1990) avaliaram a composição corporal de novilhas e encontraram menor percentagem de água e maior percentagem de gordura no CV de animais Hereford comparados aos grupos Simental e Charolês aos sete meses de idade. Os cruzamentos de Simental e Charolês apresentam maior taxa de crescimento e maior deposição de tecido magro na carcaça do que animais Hereford x Angus (KOCH et al., 1976). Houve influência do sexo sobre a percentagem de água ($P = 0,01$), gordura ($P = 0,009$), proteína ($P = 0,01$) e minerais ($P = 0,01$) do CV, independente do genótipo do bezerro (Tabela 2.3). Fortin et al. (1980) observaram que a taxa de deposição de água foi mais lenta em novilhas do que em novilhos e tourinhos, enquanto a deposição de proteína foi mais rápida em tourinhos do que em novilhos e novilhas.

Os bezerros ANL e TC apresentaram maior quantidade de energia no CV ao desmame ($P = 0,0008$) e maior ER ($P = 0,0005$) do que os bezerros NL (Tabela 2.1). Considerando que o peso é a variável mais importante que influencia a composição corporal (FORTIN et al., 1980), os bezerros NL apresentaram menor ganho de peso e menor deposição de gordura do que os bezerros cruzados.

Tabela 2.3 – Comparação entre os sexos (média $\pm$ EP) para desempenho, composição corporal e eficiência de bezerros Nelore e cruzados

Variável	Sexo do bezerro		P
	Macho	Fêmea	
Peso ao nascimento, kg	37,2 $\pm$ 1,3	36,7 $\pm$ 1,6	0,82
Peso ao desmame, kg (190 d)	207 $\pm$ 5,5	200 $\pm$ 6,5	0,41
Ganho de peso, g/d	888 $\pm$ 2,6	849 $\pm$ 3,1	0,33
Peso do corpo vazio (PCC), kg	186 $\pm$ 5,2	176 $\pm$ 6,1	0,23
Peso de carcaça quente (PCC)	115 $\pm$ 3,2	109 $\pm$ 3,8	0,23
Fígado, kg	2,22 $\pm$ 0,06	2,04 $\pm$ 0,07	0,06
Rins, kg	0,48 $\pm$ 0,02	0,41 $\pm$ 0,02	0,01
Gordura renal-pélvica, kg	3,74 $\pm$ 0,48	5,22 $\pm$ 0,56	0,05
Fígado, %PCC	1,94 $\pm$ 0,04	1,87 $\pm$ 0,05	0,23
Rins, %PCC	0,42 $\pm$ 0,01	0,38 $\pm$ 0,02	0,08
Gordura renal-pélvica, %PCC	3,22 $\pm$ 0,4	4,64 $\pm$ 0,4	0,02
Água, %PCV	63,3 $\pm$ 0,5	61,2 $\pm$ 0,6	0,01
Gordura, %PCV	13,4 $\pm$ 0,5	15,8 $\pm$ 0,6	0,01
Proteína, %PCV	18,6 $\pm$ 0,06	18,4 $\pm$ 0,07	0,01
Minerais, %PCV	4,64 $\pm$ 0,01	4,58 $\pm$ 0,02	0,02
Eficiência bruta, g/Mcal ¹	155 $\pm$ 5,6	151 $\pm$ 6,5	0,66
Eficiência energética, kcal/Mcal ²	346 $\pm$ 15	367 $\pm$ 18	0,37

¹Gramas de ganho de peso/Mcal EM consumida (leite e silagem).

²kcal de energia retida/Mcal EM consumida (leite e silagem).

2.2.4.3 Eficiência bruta e energética

A eficiência bruta não diferiu ($P = 0,33$; Tabela 2.3) entre os três grupos de bezerros. O maior ganho de peso dos bezerros cruzados não compensou a maior IEM pré-desmame. Os bezerros NL apresentaram menor taxa de crescimento, mas não foram menos eficientes na conversão de energia do alimento em ganho de peso. A diferença na composição corporal sugere que a maior deposição de gordura em bezerros cruzados teve efeito negativo sobre a eficiência bruta. Almeida et al. (2005) analisaram dados de consumo, ganho diário e eficiência alimentar de machos NL e cruzados de confinamentos comerciais brasileiros e, observaram eficiência alimentar

semelhante entre os dois tipos raciais. No entanto, os bezerros NL apresentaram menor ($P = 0,08$) eficiência energética do que os bezerros ANL e TC. Calegare et al. (2007) encontraram eficiência energética semelhante para animais CAN, CSN e NL. Estes autores haviam relatado, também, deposição de gordura semelhante no CV de bezerros NL e ANL. No presente trabalho, a diferença na composição do CV ao desmame e os maiores ganhos de peso dos bezerros cruzados mais do que compensaram a maior IEM dos mesmos.

2.3 Conclusão

Os cruzamentos *Bos taurus* x *Bos indicus* foram beneficiados pelos efeitos de heterose e complementaridade. Vários estudos têm revelado que diferentes sistemas de cruzamento influenciam o consumo e a deposição de energia diferentemente. O que pode modificar a relação “input”/“output” e definir a efetividade de programas de cruzamento distintos. Além de estudos que acompanhem o desenvolvimento pré-desmame, estudos do crescimento pós-desmame, das características de carcaça e da carne, assim como a eficiência reprodutiva e habilidade materna das fêmeas devem ser consideradas.

Referências

ABDELSAMEI, A.H.; FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; THONNEY, M.L.; KETCHEN, D.J.; STOUFFER, J.R. The effect of milk intake on forage intake and growth of nursing calves. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.83, p.940-947, 2005.

ALMEIDA, R.; NUÑEZ, A.J.C.; CALEGARE, L.; LANNA, D.P. Efeitos de raça e de sexo nas características de consumo e eficiência alimentar de bovinos de corte em confinamentos comerciais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia:SBZ, 2005. 1 CD-ROM.

ARCHER, J.A.; RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ARTHUR, P.F. Potential 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.

BARBOSA, P.F.; ALENCAR, M.M. Sistema de cruzamento em bovinos de corte: estado da arte e necessidades de pesquisa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.681-683.

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

BOIN, C.; LANNA, D.P.D.; FOX, D.G. Avaliação de dietas de bovinos pelo sistema de carboidrato e proteína líquidos desenvolvido na Universidade de Cornell (CNCPS). In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL E SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 1994. p.89.

BRELIN, B.; BRANNANG, E. 1982. 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**, Stockholm, v.12, p.29-34, 1982.

BROWNING, R., JR.; LEITE-BROWNING, M.L.; NEUENDORFF, D.A.; RANDEL, R.D. Preweaning growth of Angus- (*Bos taurus*), Brahman- (*Bos indicus*), and Tuli- (Sanga) sired calves and reproductive performance of their Brahman dams. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, p.2558-2563, 1995.

BUCKLEY, B.A.; BAKER, J.F.; DICKERSON, G.E.; JENKINS, T.G. Body composition and tissue distribution from birth to 14 months for three biological types of beef heifers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.68, p.3109-3123, 1990.

CALEGARE, L.; ALENCAR, M.M.; PACKER, I.U.; LANNA, D.P.D. Energy requirements and cow/calf efficiency of Nellore and Continental and British *Bos taurus* x Nellore crosses. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.85, p.2413-2422, 2007.

CHURCH, D.C.; GORRILL, D.L.; WARNER, R.G. Feeding and nutrition of young calves. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants**. Corvallis: O&B Books, 1980. chap. 9, p.164-183.

CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; SCHWULST F.J.; KOCH, R.M. Effects of heterosis on maternal performance and milk production in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.38, p.728-745, 1974.

DAMON, R.A., Jr.; MCCRAINE, S.E.; CROWN, R.M.; SINGLETARY, C.B. Performance of crossbred beef cattle in the Gulf Coast region. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.18, p.437-447, 1959.

DICKERSON, G.E. Efficiency of animal production – molding the biological components. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.30, p.849-859, 1970.

FORTIN, A.; SIMPFENDORFER, S.; REID, J.T.; AYALA, H.J.; ANRIQUE, R.; KERTZ, A.F. Effect of level of energy intake and influence of breed and sex on the chemical composition of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.51, p.604-614, 1980.

GARRETT, W.N.; HINMAN, N. Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.28, p.1-5, 1969.

GREGORY, K.E.; SWIGER, L.A.; KOCH, R.M.; SUMPTION, L.J.; ROWDEN, W.W.; INGALLS, J.E. Heterosis in preweaning traits of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.24, p.21-28, 1965.

HAIGH, L.D.; MOULTON, C.R.; TROWBRIDGE, P.F. Composition of the bovine at birth. Missouri: Agriculture Experimental Station, 1920, p.1-47. (Research Bulletin, 38)

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. Estimation of the composition of beef carcass cuts. Washington: USDA, 1946, p.1-19. (Bulletin Technical, 26)

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D.P.D. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das 9-10-11^a costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, p.709-718, 2003.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. A note on lactation curves of crossbred cows. **Animal Production**, Edinburgh, v.39, p.479-482, 1984.

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**, Savoy, v.69, p.2762-2769, 1991.

KOCH, R.M.; DIKEMAN, M.E.; ALLEN, D.M.; MAY, M.; CROUSE, J.D.; CAMPION, D.R. Characterization of biological types of cattle. III. Carcass composition, quality and palatability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.43, p.48-62, 1976.

LANNA, D.P.D.; BOIN, C.; LEME, P.R.; ALLEONI, G.F. Estimation of carcass and empty body composition of Zebu bulls using the composition of rib cuts. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.189-197, 1995.

LÔBO, R.N.B.; MADALENA, F.E.; VIEIRA, A.R. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. **Animal Breeding Abstracts**, Oxford, v.68, p.433-462, 2000.

LUSBY, K.S.; STEPHENS, D.F.; TOTUSEK, R. Effects of milk intake by nursing calves on forage intake on range and creep intake and digestibility in drylot. **Journal of Animal Science**, v.43, p.1066-1071, 1976.

MARIANTE, A.S. **Growth and reproduction in Nelore cattle in Brazil: genetic parameters and effects of environmental factors**. 1978. 131p. Thesis (Ph.D. of Breeding and Genetics) – University of Florida, Gainesville, USA, 1978.

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

NOTTER, D.R.; SANDERS, J.O.; DICKERSON, G.E.; SMITH, G.M.; CARTWRIGHT, T.C. Simulated efficiency of beef production for a Midwestern cow-calf feedlot management system. III. Crossbreeding systems. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.49, p.92-102, 1979.

PAHNISH, O.F.; BRINKS, J.S.; URICK, J.J.; KNAPP, B.W.; RILEY, T.M. Results from crossing beef x beef and beef x dairy breeds: calf performance to weaning. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.28, p.291-299, 1969.

PASCHAL, J.C.; SANDERS, J.O.; KERR, J.L. Calving and weaning characteristics of Angus, Gray Brahman, Gir, Indu-Brazil, Nellore, and Red Brahman-sired F₁ calves. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.69, p.2395-2402, 1991.

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**, Savoy, v.38, p.1344-1359, 1955.

REYNOLDS, W.L.; DEROUEN, T.M.; MOIN, S.; KOONCE, K.L. Relationships of milk yield of dam to early growth rate of straightbred and crossbred calves. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.47, p.584-594, 1978.

REYNOLDS, W.L.; DEROUEN, T.M.; KOONCE, K.L. Prewaning growth rate and weaning traits of Angus, Zebu and Zebu-cross cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.54, p.241-247, 1982.

ROSO, V.M.; FRIES, L.A. 1998. Maternal and individual heterozygosities and heterosis on preweaning gain of Angus x Nelore calves. In: WORLD CONGRESS OF GENETIC APPLIED ON LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. **Proceedings...** Armidale, 1998. Disponível em: <http://elib.tiho-hannover.de/publications/6wcgalp/papers/23105.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2007.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. Version 6. 4.ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1999. 846p.

SETSHWAELO, L.L.; CUNDIFF, L.V.; DICKERSON, G.E. Breed effects on crossbred cow-calf performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.68, p.1517-1587, 1990.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; BARBOSA, R.T.; OLIVEIRA, M.C.S.; NOVAES, A.P.; TULLIO, R.R.; CORRÊA, L.A. Herdabilidade e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, Supl.2, p.2223, 2000.

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

3 EFICIÊNCIA PRÉ-DESMAME DO PAR VACA/BEZERRO NELORE E DE CRUZAMENTOS *BOS TAURUS* X *BOS INDICUS*

Resumo

Os objetivos do estudo foram determinar se a percentagem de *Bos taurus* teria efeito sobre as exigências de EM e a produção de leite e, comparar, a eficiência do par vaca/bezerro entre três sistemas de produção. As exigências de energia metabolizável (EM), durante a prenhez e lactação, foram estimadas em dois grupos de vacas, representando grupos genéticos 0% e 50% *Bos taurus*. Vacas Nelore (NL: 10) inseminadas com sêmen de touro NL, vacas NL (9) inseminadas com sêmen de touro Angus e vacas Angus x Nelore (ANL: 10) e Simental x Nelore (SNL: 10) inseminadas com sêmen de touro Canchim ($\frac{5}{8}$ Charolês $\frac{3}{8}$ Zebu). As vacas foram alimentadas, individualmente, com dieta total contendo 11,3% PB e 2,23 Mcal EM/kg de matéria seca (MS). Vacas e bezerros foram pesados a cada 14 dias, quando a quantidade de MS a ser consumida pelas vacas era ajustada para manter o peso e o escore de condição corporal constantes. Os bezerros tiveram acesso, *ad libitum*, à silagem de milho a partir dos 38 dias de idade. A produção de leite foi determinada aos 42, 98, 126 e 180 d pós-parto, através do método de pesagem dos bezerros antes e após a mamada. Os bezerros foram abatidos aos 190 dias de idade e a composição corporal foi estimada, utilizando a composição da 9-10-11^a costelas, para calcular a energia retida. A ingestão de EM (IEM) diária foi estimada por regressão, considerando variação de peso igual a zero. O aumento da percentagem de *Bos taurus* afetou significativamente ($P < 0,0001$) a exigência diária de EM (Mcal/d) durante a prenhez e a lactação. A percentagem de *Bos taurus* gerou efeito linear positivo sobre a exigência de manutenção de vacas prenhes ($P = 0,07$) e lactantes ($P = 0,007$); durante a prenhez, a exigência de EM foi 91 e 86% dos valores registrados para lactação ($131 \pm 3,5$ vs. $145 \pm 3,4$ Mcal·kg^{-0,75}·d⁻¹) em vacas NL e 50% *Bos taurus*, respectivamente. As vacas cruzadas aleitando bezerros cruzados apresentaram maior IEM total (4.319 ± 61 Mcal; $P < 0,0001$) do que as vacas NL com bezerros NL (3.484 ± 86 Mcal) ou com bezerros ANL (3.600 ± 91 Mcal). A eficiência bruta do par vaca/bezerro foi calculada como gramas de ganho de peso do bezerro/Mcal de IEM do par vaca/bezerro durante o período de lactação. As vacas NL aleitando bezerros cruzados foram mais eficientes ($45,3 \pm 1,6$ g/Mcal; $P = 0,03$) do que os pares NL ($35,1 \pm 1,5$ g/Mcal) e ANL/SNL ($41,0 \pm 1,0$ g/Mcal). O sistema menos eficiente foi representado pelo par NL puro (baixo consumo/baixo ganho), enquanto o grupo mais eficiente representou a combinação de baixa exigência das vacas NL e alta taxa de crescimento dos bezerros cruzados ANL.

Palavras-chave: Exigência energética; Grupo genético; Manutenção; Produção de leite

Abstract

Cow/calf preweaning efficiency of Nellore and *Bos taurus* x *Bos indicus* crosses

The objectives of this study were to determine if *Bos taurus* percentage had an effect on energy requirements and milk production, and to compare cow/calf efficiency among three production systems. Metabolizable energy (ME) requirements were estimated in a pregnancy and lactation feeding trial for 2 groups of cows, representing 0 and 50% *Bos taurus* breed type. Nellore cows (NL; 10) mated to Nellore bulls, NL cows (9) mated to Angus bulls, Angus x Nellore (ANL; 10) and Simmental x Nellore (SNL; 10) cows mated to Canchim (5% Charolais 3% Zebu) bulls. Cows were individually fed with a total mixed diet that contained 11.3% CP and 2.23 Mcal ME/kg DM. At 14-d intervals cows and calves were weighed and the amount of DM was adjusted to keep shrunk body weight (BW) and body condition score of cows constant. Beginning at 38 d of age, corn silage was available to calves *ad libitum*. Milk production at 42, 98, 126, and 180 d postpartum were measured using the weigh-suckle-weigh technique. At 190 d of age calves were slaughtered and their body composition estimated using 9-10-11th-rib section to obtain energy deposition. Daily ME intake (MEI) was estimated by regression considering zero BW change. Increase in *Bos taurus* percentage had a significant effect ($P < 0.0001$) on daily ME requirements (Mcal/d) during pregnancy and lactation. *Bos taurus* percentage had a positive linear effect on maintenance requirements of pregnant ($P = 0.07$) and lactating ($P = 0.007$) cows; during pregnancy the ME requirements were 91 and 86% of those in lactation (131 ± 3.5 vs. 145 ± 3.4 Mcal $\cdot$ kg^{-0.75} $\cdot$ d⁻¹) for NL and for 50% *Bos taurus* group, respectively. Crossbred cows suckling crossbred calves had greater total MEI (4319 ± 61 Mcal, $P < 0.0001$) than NL cows suckling NL (3484 ± 86 Mcal) or ANL calves (3600 ± 91 Mcal). Cow/calf gross efficiency was calculated as grams of calf weight gain/Mcal of MEI by cow/calf pair during lactation. The NL cows suckling crossbred calves were more efficient (45.3 ± 1.6 g/Mcal; $P = 0.03$) than straightbred (35.1 ± 1.5 g/Mcal) and ANL/SNL pairs (41.0 ± 1.0 g/Mcal). The least efficient group was straightbred NL (low input/low output pair) and the most efficient group was represented by the combination of the lower input from NL cows and the higher output from crossbred calves.

Keywords: Breed type; Energy requirements; Maintenance; Milk production

3.1 Introdução

O produto do sistema vaca/bezerro é função do peso de desmame e do número de bezerros desmamados (DICKERSON, 1970). O peso de desmame pode ser favorecido por programas de cruzamento (SHORT et al., 1996), utilizando diferentes

cruzamentos *Bos taurus* x *Bos indicus*. Ferrell e Jenkins (1984), Solis et al. (1988) e Montaño-Bermudez; Nielsen e Deutscher (1990) observaram que raças com maior potencial de produção de leite, associado ao maior peso de desmame dos bezerros, apresentam, também, maiores exigências de manutenção do que raças com menor potencial de produção de leite.

A exigência de manutenção do rebanho de fêmeas representa, aproximadamente, 50% da energia total consumida pelo sistema de produção (FERRELL; JENKINS, 1984). Raças com maior exigência de manutenção poderiam apresentar baixa eficiência alimentar, quando sob restrição nutricional (FRISCH; VERCOE, 1978). Green et al. (1991) observaram que o sistema mais eficiente foi representado por vacas com menor peso corporal e menor exigência de manutenção.

A produção de carne no Brasil, com um rebanho de 165 milhões de cabeças, assim como em outros países de clima tropical e subtropical, é baseada em sistema extensivo de produção, onde a disponibilidade e/ou qualidade do alimento é limitada. No Brasil, aproximadamente 80% do rebanho é representado pelo gado Zebu (principalmente Nelore) e seus cruzamentos. Estudos que avaliaram a exigência nutricional e eficiência de vacas de raças adaptadas ao ambiente tropical são escassos. A importância da pesquisa nessa área deve-se à necessidade de dados que facilitem a escolha do grupo genético do rebanho de matrizes, de acordo com os diferentes sistemas de produção e as características específicas de cada ambiente.

Os objetivos do presente estudo foram estimar a exigência energética e a produção de leite de vacas Nelore e de seus cruzamentos com raças Britânica e Continental e, comparar a eficiência do par vaca/bezerro entre três sistemas de produção (par vaca/bezerro Nelore, vacas Nelore aleitando bezerros Angus x Nelore e vacas cruzadas aleitando bezerros cruzados).

3.2 Desenvolvimento

3.2.1 Animais e Manejo

O estudo foi conduzido na Fazenda Canchim, Centro de Pesquisa Pecuária do Sudeste (EMBRAPA), São Carlos, SP, de outubro de 2005 a outubro de 2006. As vacas utilizadas no experimento foram produzidas a partir do mesmo rebanho de matrizes Nelore, onde as fêmeas foram cobertas, por monta natural, por touros Nelore ou inseminadas com sêmen de touro Aberdeen Angus ou Simental.

Vinte vacas em cada um dos dois grupos, de acordo com a percentagem de *Bos taurus*, foram amostradas e utilizadas no estudo: vacas Nelore (NL; 0%) e Angus/Simental x Nelore (ANL/SNL; 50%). As vacas cruzadas foram inseminadas com sêmen de touro Canchim ($\frac{5}{8}$ Charolês $\frac{3}{8}$ Zebu), enquanto as fêmeas NL foram inseminadas com sêmen de touro NL ou Aberdeen Angus, durante a estação de monta de outono, de abril a junho de 2005. As vacas foram mantidas a pasto, recebendo suplementação mineral. Ao início do experimento, a idade média das vacas era de $60 \pm 1,3$ m e representavam fêmeas de terceira parição.

Gestação. 19 de outubro de 2005 a 2 de março de 2006. Aos 189 ± 11 dias após inseminação, as 40 vacas foram distribuídas em baias individuais e receberam dieta total (Tabela 3.1), contendo 11,3% PB e 2,23 Mcal/kg de matéria seca (MS). A energia metabolizável (EM) da dieta foi estimada de acordo com a equação de Weiss; Conrad e Pierre (1992), considerando a taxa de degradação da fibra em detergente neutro (FDN) potencialmente digestível como 0,85. As vacas foram alimentadas diariamente às 8:00 horas. A MS da silagem e da dieta foi determinada semanalmente. As sobras foram coletadas, pesadas e amostradas diariamente e, ao final da fase de gestação, uma amostra composta por vaca foi preparada para posterior análise bromatológica. As vacas foram pesadas a cada 14 dias após 16 h de jejum de água e alimento. O peso em jejum (Pj) foi definido como o peso bruto menos o peso estimado do útero grávido, que foi calculado de acordo com a eq. (1) sugerida por Freetly; Ferrell e Jenkins (2005), onde t indica dias de prenhes.

$$\text{Útero grávido} = \text{peso ao nascimento} / 38,8 \times (0,7439 \times e^{(0,0199694 - 0,0000143t)t}) \quad (1)$$

A exigência de EM de manutenção (EM_m) foi, inicialmente estimada, de acordo com as recomendações do NRC (1996). De acordo com a variação do Pj durante o experimento, a quantidade de alimento oferecida foi ajustada individualmente para manter o Pj constante. A exigência de EM para gestação (concepto: EM_p) foi estimada com a eq. (2) (NRC, 1996), onde t indica dias de prenhes.

$$EM_p = [\text{peso ao nascimento} \times (0,4504 - 0,000766 \times t) \times e^{(0,03233 - 0,0000275t)t}] / 1000 \quad (2)$$

A ingestão de EM (IEM) foi calculada como a soma da EM_m e EM_p .

As vacas deixaram as instalações individuais, aos 263 ± 12 dias após inseminação, e foram transferidas para o piquete maternidade, onde receberam suplementação mineral; o consumo de EM não foi acompanhado neste período. A exigência de energia para gestação, os pesos do útero grávido e a variação do Pj das vacas foram corrigidos, após o parto, de acordo com o peso ao nascimento dos bezerros. Devido ter se observado diferença entre o Pj inicial e final, as médias da IEM diária/período (14 dias) foram ajustadas estatisticamente por regressão, para variação de peso igual a zero.

Tabela 3.1 – Composição da dieta (com base na MS)

Ingrediente	%
Silagem de milho	93,7
Farelo de soja	4,6
Uréia	0,7
Sal mineral ¹	1,0
Composição nutricional	
Energia metaolizável, Mcal/kg ²	2,23
Proteína bruta, % (analisada)	11,3

¹14% Ca, 9% P, 15% Mg, 0,53% Zn, 0,13% Mn, 0,3% Fe, 0,2% Cu, 100 ppm Co, 145 ppm I, 43 ppm Se (SALPEC 90 - Fertibras®)

²Estimado – equação de Weiss et al. (1992), considerando o coeficiente de digestão do FDN = 0,85.

A relação do número de bezerros, machos e fêmeas, nascidos variou entre os grupos genéticos: cinco machos e cinco fêmeas nos grupos ½ Canchim ¼ Simental ¼ Nelore (¼S) e ½ Canchim ¼ Angus ¼ Nelore (¼A), oito machos e duas fêmeas no grupo NL e quatro machos e cinco fêmeas no grupo ½ Angus ½ Nelore (½A). Um ½A nasceu morto. Os bezerros machos não foram castrados ao nascimento.

Lactação. 39 pares vaca/bezerro foram redistribuídos em baias individuais aos 17 ± 8,9 d pós-parto, em média. As vacas não foram expostas aos touros, durante a estação de monta de outono de 2006 e, conseqüentemente, não houve avaliação reprodutiva das mesmas. A dieta oferecida às vacas foi a mesma utilizada durante a gestação (Tabela 3.1). Os bezerros receberam silagem de milho, *ad libitum*, a partir dos 38 dias de idade. Os cochos da vaca e bezerro eram separados para impedir o acesso das mães ao cocho dos filhos e vice-versa, podendo assim o consumo individual diário ser mensurado. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7:00 e às 15:00 h. Os teores de MS da silagem e da dieta foram determinados semanalmente. As sobras foram pesadas e amostradas diariamente e, ao final da fase de lactação, uma amostra composta por vaca foi preparada para análise bromatológica. As vacas e os bezerros foram pesados a cada 14 dias; sempre antecedendo o primeiro trato do dia. As vacas, também, foram avaliadas quanto ao escore de condição corporal por dois avaliadores treinados.

A IEM diária foi estimada, inicialmente, de acordo com a recomendação do NRC (1996) para exigência de energia líquida de manutenção, enquanto a exigência de EM para lactação (EM_l) foi estimada pela eq. (3) (FREELY; FERRELL; JENKINS, 2005), onde t representa dias em lactação.

$$EM_l = (0,00000137t^3 - 0,00071242 t^2 + 0,081007t + 6,880) \times 10844 \quad (3)$$

A ingestão de MS (IMS) foi ajustada, individualmente, a cada 14 dias; com o objetivo de minimizar a variação de peso e manter o ECC constante. A diferença entre o peso inicial e final foi considerada e, o mesmo método de regressão utilizado durante a gestação foi adotado para estimar a IEM diária para peso constante.

A produção de leite foi determinada, aos 42, 98, 126 e 180 dias pós-parto, através da pesagem dos bezerros antes e após a mamada (CUNDIFF et al., 1974). Os bezerros separados das vacas por 16 horas eram pesados pela manhã e, então, era permitida a mamada sob observação constante seguida pela segunda pesagem. Este procedimento era repetido após 8 horas. As diferenças de peso depois e antes da mamada eram somadas, resultando na produção de leite de 24 horas. A produção total de leite (i.e. 190 dias de lactação) e no pico da lactação foram calculadas utilizando as equações desenvolvidas por Jenkins e Ferrell (1984). Aos 60 e 150 dias pós-parto, os mesmos intervalos de 16 e 8 horas de separação da vaca e bezerro foram utilizados para que as vacas fossem ordenhadas manualmente; 2 mL de ocitocina (Ocitocina Forte UCB®, Jaboticabal, SP, Brasil) por vaca por ordenha foram administrados para auxiliar a ejeção do leite. A percentagem de sólidos totais foi determinada e as amostras de cada animal foram analisadas para gordura, proteína e lactose por espectrofotometria, utilizando o equipamento Bentley 2000 (Bentley Instruments Inc., Chaska, MN). A energia secretada do leite foi estimada considerando os valores de 9,29, 5,47 e 3,95 Mcal/kg de gordura, proteína e lactose, respectivamente (NRC, 2001).

A variação de peso individual foi considerada no cálculo da EM_l ; considerou-se que as vacas que mobilizaram tecido corporal utilizaram a energia proveniente deste, para secreção de leite, com 82,4% de eficiência (MOE et al., 1971). A energia líquida total secretada menos a energia líquida a partir do tecido mobilizado resultou na energia

líquida do leite proveniente da dieta, que foi utilizada com eficiência de 64,4% (MOE et al., 1971). A EM_m foi calculada como a diferença entre IEM total ajustada para peso constante e a EM_l a partir da dieta.

Os bezerros foram abatidos ao desmame (190 ± 11 d) e a energia retida (ER) foi calculada como a diferença entre a energia corporal ao desmame e ao nascimento. Os resultados para composição corporal e desempenho dos bezerros foram apresentados no capítulo anterior. Dois parâmetros de eficiência do par vaca/bezerro foram calculados e analisados: a eficiência bruta, definida como o ganho de peso do bezerro dividido pelo total de EM consumida pelo par vaca/bezerro; e a eficiência energética, definida como energia retida no bezerro/IEM pelo par vaca/bezerro.

3.2.2 Análise estatística

Vacas prenhes. A análise de variância foi realizada utilizando a ferramenta GLM do SAS (1999); considerou-se no modelo, a percentagem de *Bos taurus* da vaca como efeito fixo e o peso ao nascimento do bezerro como covariável. O sexo do bezerro e sua interação com a percentagem de *Bos taurus* foram testados para análise da variável comprimento de gestação. A interação não foi significativa e, portanto, excluída do modelo.

Vacas lactantes. A percentagem de *Bos taurus* da vaca foi incluída como efeito fixo no modelo de análise de variância e o ECC médio como covariável. A IEM da vaca e do par vaca/bezerro em todo período, assim como os parâmetros de eficiência do par vaca/bezerro foram comparados em três grupos, isto é, três sistemas de produção: raça pura NL, vacas NL aleitando bezerros $\frac{1}{2}A$ e, vacas ANL/SNL aleitando bezerros cruzados. O contraste de grupo genético foi usado para comparar os pares vaca/bezerro ANL/ $\frac{1}{4}A$ e SNL/ $\frac{1}{4}S$.

As médias para percentagem de *Bos taurus* foram comparadas através do teste de Tukey. O contraste ortogonal foi usado para comparar as exigências energéticas entre vacas NL aleitando bezerros NL vs. vacas NL aleitando bezerros $\frac{1}{2}A$ e vacas ANL vs. SNL. Os pesos ao início e final de cada fase (gestação e lactação) foram

analisados, utilizando a ferramenta *t*-test do SAS (1999), para constatar se houve ou não diferença entre os pesos iniciais e finais, dentro de cada fase.

3.2.3 Resultados e Discussão

3.2.3.1 Vacas – exigência de gestação

As vacas cruzadas foram mais pesadas ($P < 0,0001$; Tabela 3.2) do que as NL. A variação de peso no período e o ECC não diferiram ($P = 0,23$) entre as vacas NL e as cruzadas. A gestação foi três dias mais longa para as vacas NL do que para o grupo de vacas cruzadas, embora não tenha sido diferente estatisticamente ($P = 0,28$; Tabela 3.2). No entanto, considerando o efeito da percentagem de *Bos taurus* do bezerro, o comprimento de gestação das vacas NL prenhes de touro NL foi maior ($296 \pm 1,7$ d; $P < 0,0001$) do que para vacas NL prenhes de touro Angus ($283 \pm 1,5$ d). Paschal; Sanders e Kerr (1991) e Browning et al. (1995) observaram que bezerros filhos de touros NL apresentavam tempo de gestação mais longo quando comparados com bezerros descendentes de touros *Bos taurus*. O comprimento de gestação não diferiu ($P = 0,23$) entre machos e fêmeas. Gregory et al. (1978) relataram que a diferença entre o sexo dos bezerros variava de 0,6 a 2 dias. Paschal; Sanders e Kerr (1991) observaram interação entre raça do touro e sexo do bezerro sobre o comprimento de gestação, enquanto no presente estudo, a interação não pôde ser avaliada estatisticamente. A relação entre peso ao nascimento e comprimento de gestação foi positiva e significativa ($P = 0,01$); a mesma relação positiva foi relatada por Andersen e Plum (1965). Reynolds et al. (1980) observou que para cada dia a mais de gestação, o peso ao nascimento aumentava, em média, 0,25 a 0,30 kg.

A exigência de EM diária (IEM, $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$) ajustada para peso constante não diferiu ($P = 0,20$) entre as vacas NL e cruzadas (Tabela 3.2). A exigência de manutenção foi cerca de 5% menor ($P = 0,07$) para as vacas NL comparadas ao grupo 50% *Bos taurus*: $119 \pm 1,9$ vs. $125 \pm 1,8 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$. Os resultados obtidos por Ferrell et al. (1976) corroboram os encontrados no presente estudo, onde avaliando a exigência de novilhas Hereford; de 118,5 a 120,7 $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$, que não foram menores do que os

valores encontrados para novilhas não gestantes: $112,3 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$. Foi observado, também, que as vacas SNL ($128 \pm 2,5 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$) apresentaram maior ($P = 0,05$) EM_m do que as vacas ANL ($121 \pm 2,3 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$). Montaño-Bermudez; Nielsen e Deutscher (1990) observaram que vacas prenhes de raças com alto e médio potencial de produção de leite tiveram maior EM_m do que vacas de raças com baixo potencial de produção.

Tabela 3.2 - Médias ($\pm$ EP) do peso, escore de condição corporal, comprimento de gestação e exigência energética de vacas prenhes (189 aos 263 d após inseminação) analisadas para percentagem de *Bos taurus*: Nelore (0%) e Angus/Simental x Nelore (50%)

Variável	Percentagem de <i>Bos taurus</i>		P
	0	50	
Peso inicial em jejum, kg	462 ± 11	524 ± 10	$< 0,0001$
Peso final em jejum, kg	477 ± 11	540 ± 11	$0,0002$
Ganho de peso médio, kg	$15 \pm 3,5$	$16 \pm 3,4$	$0,88$
Peso médio em jejum, kg	471 ± 11	537 ± 11	$< 0,0001$
ECC médio ¹	$5,3 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,1$	$0,23$
Comprimento de gestação, dias	$291 \pm 1,7$	$288 \pm 1,6$	$0,28$
IEM, Mcal/d ²	$15,6 \pm 0,2$	$17,6 \pm 0,2$	$< 0,0001$
IEM, $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} / \text{d}^2$	$157 \pm 1,9$	$161 \pm 1,9$	$0,20$
EM_m , $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} / \text{d}^3$	$119 \pm 1,9$	$125 \pm 1,8$	$0,07$
EM_p , $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} / \text{d}^4$	$37,7 \pm 1,4$	$36,3 \pm 1,4$	$0,51$

¹Escore de condição corporal, escala 1-9.

²Ingestão de energia metabolizável diária para peso constante (estimado por regressão).

³Exigência de energia metabolizável para manutenção.

⁴Exigência de energia metabolizável para a prenhez.

Ferrell et al. (1976) estimaram a produção de calor diária de órgãos como fígado, coração e rins de novilhas prenhes e vazias e, não relataram diferenças entre estes dois grupos; os autores concluíram que o estado de prenhez teve pequeno efeito sobre a utilização de EM pelo organismo materno em novilhas. O potencial de produção de leite de diferentes grupos genéticos parece ter maior efeito sobre a exigência de

manutenção durante a gestação, do que o estágio fisiológico em si. As exigências de gestação não diferiram ($P = 0,51$; Tabela 3.2) entre as vacas NL e seus cruzamentos com *Bos taurus*, quando avaliadas dos 189 aos 263 dias após a inseminação. Em uma revisão, Ferrell e Jenkins (1985) estimaram a exigência energética total anual para quatro diferentes tipos raciais e os resultados sugerem que as variações na exigência de energia durante as fases de gestação e lactação, são relativamente pequenas quando comparadas à variação da exigência de manutenção.

3.2.3.2 Vacas – exigência de lactação

As vacas cruzadas foram mais pesadas ($P = 0,05$) do que as NL (Tabela 3.3). A comparação, dentro do grupo 50% *Bos taurus*, revelou que as vacas ANL foram mais leves ($P = 0,0004$) do que as vacas SNL (488 ± 12 vs. 550 ± 11 kg). As vacas cruzadas apresentaram maior ($P < 0,0001$) produção total de leite (190 dias de lactação) e no pico de lactação comparadas às vacas NL (Tabela 3.3). Alencar et al. (1993) e Cruz; Alencar e Tullio (1997) observaram menor produção de leite para vacas NL em relação a animais da raça Canchim. Reynolds et al. (1978) observaram produção de leite 16% maior para vacas aleitando bezerros cruzados. Entretanto, observou-se no presente estudo, que a produção de leite das vacas NL não foi influenciada pelo grupo genético do bezerro; corroborando estudos anteriores que avaliaram vacas NL aleitando bezerros NL ou *Bos taurus* x Nelore (ESPASANDIN; PACKER; ALENCAR, 2001; RESTLE et al., 2003), sugerindo que as vacas NL apresentam limitado potencial de produção de leite, independente do grupo genético do bezerro.

As vacas NL apresentaram menor produção de leite. No entanto, a percentagem de gordura do leite foi maior ($P = 0,03$; Tabela 3.3) em comparação ao leite das vacas 50% *Bos taurus*. Diversos estudos revelaram que o leite produzido por vacas de raças zebuínas apresenta maior conteúdo de gordura e proteína; em alguns destes estudos foi demonstrada a presença de correlação negativa entre a produção de leite e o conteúdo de gordura (CRUZ; ALENCAR; TULLIO, 1997; RESTLE et al., 2003). Calegare et al. (2007) observaram que vacas 50% *Bos taurus* (ANL, SNL) apresentaram maior produção de leite com menor conteúdo de gordura do que as

vacas NL (1.072 kg e 3,6 – 4,0% vs. 672 kg e 4,9%, em 180 dias de lactação). As concentrações de proteína e de extrato seco total foram maiores ($P < 0,0001$) para as vacas NL em relação às cruzadas (Tabela 3.3). Restle et al. (2003) avaliaram vacas das raças NL e Charolês e observaram maior concentração de todos os componentes no leite de animais NL.

Tabela 3.3 – Médias ($\pm$ EP) do peso, escore de condição corporal, produção de leite, composição do leite e exigência energética analisada para percentagem *Bos taurus*: Nelore (0%) e Angus/Simental x Nelore (50%)

Variável	Percentagem de <i>Bos taurus</i>		P
	0	50	
Peso inicial em jejum, kg	484 $\pm$ 10	515 $\pm$ 9	0,03
Peso final em jejum, kg	503 $\pm$ 9	535 $\pm$ 9	0,02
Ganho de peso médio, kg	19 $\pm$ 5,9	20 $\pm$ 5,8	0,98
Peso em jejum médio, kg	494 $\pm$ 10	522 $\pm$ 9	0,05
ECC médio ¹	5,0 $\pm$ 0,02	5,1 $\pm$ 0,02	0,03
Produção de leite, kg (190 d)	828 $\pm$ 46	1.244 $\pm$ 45	< 0,0001
Produção no pico de lactação, kg/d	5,8 $\pm$ 0,3	8,6 $\pm$ 0,3	< 0,0001
Gordura, %	5,7 $\pm$ 0,2	5,1 $\pm$ 0,2	0,03
Proteína, %	3,9 $\pm$ 0,1	3,4 $\pm$ 0,1	< 0,0001
Lactose, %	4,6 $\pm$ 0,1	4,4 $\pm$ 0,1	0,15
Extrato seco, %	15,5 $\pm$ 0,2	14,0 $\pm$ 0,2	< 0,0001
Energia líquida de lactação, Mcal	761 $\pm$ 43	1.039 $\pm$ 42	< 0,0001
Energia do leite, Mcal/kg MS	5,97 $\pm$ 0,04	5,96 $\pm$ 0,04	0,87
IEM, Mcal/d ²	20,4 $\pm$ 0,4	24,9 $\pm$ 0,4	< 0,0001
IEM, kcal·kg ^{-0.75} /d ²	195 $\pm$ 3,0	229 $\pm$ 2,9	< 0,0001
EM _m , kcal·kg ^{-0.75} /d ³	131 $\pm$ 3,5	145 $\pm$ 3,4	0,007
EM _l , kcal·kg ^{-0.75} /d ⁴	65,4 $\pm$ 3,6	84,9 $\pm$ 3,5	< 0,0001

¹Escore de condição corporal, escala 1-9.

²Ingestão de energia metabolizável diária para peso constante (estimado por regressão).

³Exigência de energia metabolizável para manutenção.

⁴Exigência de energia metabolizável para lactação.

A exigência de EM diária diferiu ($P < 0,0001$) entre os grupos NL e 50% *Bos taurus* ($195 \pm 3,0$ vs. $229 \pm 2,9 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$). Calegare et al. (2007) observaram efeito linear significativo em relação ao aumento da percentagem de *Bos taurus* para as variáveis produção total de leite e IEM diária de vacas de grupos genéticos representando 0, 31,5 e 50% *Bos taurus*. Também foi revelado um aumento da IEM diária a partir de $205 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$ para vacas NL e $229 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$ para vacas 50% *Bos taurus* (ANL, SNL); o grupo representando a percentagem intermediária de *Bos taurus* apresentou exigência de $216 \text{ kcal EM} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$.

A utilização de cruzamentos, principalmente com raças de origem européia, aumenta o potencial genético para peso de desmame. Entretanto, a continuidade de seleção para características de crescimento tem resultado em animais de maior peso adulto e maior potencial de produção de leite. O aumento do potencial de crescimento, aumento do peso adulto e/ou da produção de leite relacionam-se diretamente com os aumentos das exigências de nutrientes para manutenção e lactação (CUNDIFF; FERRELL; JENKINS, 1983; JENKINS; FERRELL, 1983); alterações que podem ser mais acentuadas do que os benefícios sobre a produtividade do sistema.

Alterações do tamanho corporal não teriam tanto impacto sobre a exigência de energia como mudanças significativas na produção de leite (PRICHARD; MARSHALL, 1993). McMorris e Wilton (1986) observaram diferenças significativas entre vacas Hereford e Simental para IEM na fase de lactação, que foram correlacionadas às diferenças de produção de leite e tamanho adulto entre as raças. Montaño-Bermudez e Nielsen (1990) avaliaram vacas de peso adulto semelhante e observaram que a exigência de energia foi 10% e 12% maior para vacas de médio e alto potencial de produção de leite comparadas às aquelas de baixo potencial de produção. Ferrell e Jenkins (1984) estimaram a exigência de manutenção de vacas adultas não lactantes e não gestantes, representando raças de baixo (Angus x Hereford e Charolês x Angus/Hereford) e alto potencial de produção de leite (Jersey x Angus/Hereford e Simental x Angus/Hereford); a exigência de energia para variação de peso/energia corporal igual a zero apresentou tendência de ser maior para os tipos biológicos caracterizados pelo maior potencial de produção de leite. Os resultados publicados por

Montaño-Bermudez; Nielsen e Deutscher (1990) indicaram que 23% da variação da exigência de energia para manutenção seria explicada pela variação da produção de leite.

A EM_m foi cerca de 10% maior ($P = 0,007$) para o grupo 50% *Bos taurus*; $131 \pm 3,5$ para vacas NL e $145 \pm 3,4 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-0,75} \cdot \text{d}^{-1}$ para vacas 50% *Bos taurus*. A EM_m foi menor para vacas prenhes do que para as lactantes. No entanto a relação entre os grupos 0% e 50% *Bos taurus* foi semelhante. A EM_m das vacas prenhes foi 91 e 86% dos valores obtidos para vacas lactantes NL e 50% *Bos taurus*, respectivamente. Montaño-Bermudez, Nielsen e Deutscher (1990) observaram que a exigência de manutenção na fase de gestação esteve entre 73 e 83% dos valores registrados para vacas lactantes. Essa variação da exigência, de acordo com o estágio fisiológico, é esperada (FERRELL et al., 1976).

A exigência de energia para lactação foi maior ($P < 0,0001$) para vacas cruzadas comparadas ao grupo NL (Tabela 3.3), onde, o grupo que apresentou maior produção de leite e maior IEM diária foi o mesmo. Armstrong et al. (1990) observaram que vacas mais pesadas e que produziram mais leite desmamaram os bezerros mais pesados. As exigências nutricionais para lactação e desenvolvimento do feto são diretamente proporcionais à produção de leite e ao peso dos bezerros ao nascimento (HARGROVE, 1993).

Jenkins e Ferrell (2007) avaliaram as diferenças entre vários grupos genéticos para manutenção do peso constante por unidade de MS consumida e a relação do nível de ingestão e o peso de equilíbrio. Os resultados revelaram a existência de interação entre grupo genético e nível nutricional. Ferrell e Jenkins (1993) observaram que a predição da produção de calor das vacas Hereford ultrapassou os valores preditos para vacas da raça Simental, em altos níveis de disponibilidade de MS. Esses resultados permitem considerar que, a raça mais eficiente em um ambiente de restrição nutricional pode não ter o melhor desempenho quando em situações de disponibilidade de alimento ilimitada. Entretanto, quando a nutrição limita o desempenho, raças com maior exigência de energia poderiam apresentar baixo desempenho.

Quando se considera a escassez de nutrientes ou a disponibilidade sazonal que induz a flutuações de peso, o decréscimo da exigência em determinadas fases do ciclo de produção poderia funcionar como estratégia de redução dos custos com alimentação

(FREETLY; FERRELL; JENKINS, 2000; FREETLY; FERRELL; JENKINS, 2005). Freetly; Ferrell e Jenkins (2000) observaram que em vacas submetidas a ganho de peso controlado durante a fase intermediária da gestação seguida por ganho de peso acelerado durante o final da gestação não afetou negativamente a fertilidade nem o peso dos bezerros ao nascimento.

3.2.3.3 Eficiência do par vaca/bezerro

Os resultados de exigência energética e eficiência do par vaca/bezerro serão discutidos com base em comparações entre três sistemas de produção: vacas NL com bezerros NL, vacas NL aleitando bezerros $\frac{1}{2}A$ e vacas ANL/SNL aleitando bezerros cruzados (Tabela 3.4). O primeiro sistema representa um par vaca/bezerro de baixa exigência e adaptado a alterações do ambiente; o segundo sistema emprega o cruzamento, utilizando uma vaca com baixa exigência e um bezerro com alto potencial de crescimento; o último sistema emprega o cruzamento, utilizando vaca e bezerro com alto potencial de crescimento.

O desempenho e a composição corporal dos bezerros foram apresentados no capítulo anterior. As vacas cruzadas apresentaram maior ($P < 0,0001$) IEM total do que as vacas NL (Tabela 3.4). As vacas SNL consumiram maiores (4.449 ± 82 ; $P = 0,03$) quantidades de EM durante a lactação do que as vacas ANL (4.188 ± 82 Mcal). O par vaca/bezerro NL/NL apresentou menor ($P = 0,07$) IEM total do que os pares NL/ $\frac{1}{2}A$ e cruzados. A diferença entre os pares NL e NL/ $\frac{1}{2}A$ corresponde ao maior consumo de silagem dos bezerros $\frac{1}{2}A$ comparados aos bezerros NL. O par SNL/ $\frac{1}{4}S$ apresentou maior (4.732 ± 72 ; $P = 0,01$) IEM do que o grupo ANL (4.460 ± 73 Mcal).

Tabela 3.4 – Exigência energética e eficiência do par vaca/bezerro de acordo com três sistemas de produção

Variável	Sistema de produção ¹			P
	1	2	3	
IEM total_vaca, Mcal ²	3484 ± 86 ^b	3600 ± 91 ^b	4319 ± 61 ^a	< 0,0001
IEM total_par, Mcal ³	3757 ± 78 ^c	3970 ± 83 ^b	4597 ± 56 ^a	0,07
IEM diária_par, Mcal/d	21,6 ± 0,4 ^c	22,9 ± 0,5 ^b	26,5 ± 0,3 ^a	0,06
Eficiência bruta, g/Mcal ⁴	35,1 ± 1,5 ^c	45,3 ± 1,6 ^a	41,0 ± 1,0 ^b	0,03
Eficiência energética, kcal/Mcal ⁵	78 ± 4,9 ^b	107 ± 5,1 ^a	97 ± 3,5 ^a	0,003

¹1: Raça pura - Nelore, 2: vacas Nelore inseminadas com sêmen de touro Angus, 3: vacas Angus/Simental x Nelore inseminadas com sêmen de touro Canchim (¾ Charolê ¼ Zebu).

²Ingestão de energia metabolizável total (vaca), 17 aos 190 d pós-parto.

³Ingestão de energia metabolizável total (par vaca/bezerro), 17 aos 190 d pós-parto.

⁴Eficiência do par vaca/bezerro: gramas de ganho de peso do bezerro/Mcal IEM total do par vaca/bezerro.

⁵Eficiência do par vaca/bezerro: kcal energia retida no corpo vazio/Mcal IEM total do par vaca/bezerro.

O par NL/½A apresentou maior eficiência bruta (gramas de ganho de peso do bezerro/Mcal EM consumida pelo par vaca/bezerro; P = 0,03): 45,3 ± 1,6 vs. 41,0 ± 1,0 para o sistema vaca/bezerro cruzados e 35,1 ± 1,5 para o sistema NL puro. O grupo cruzado apresentou IEM 14% maior do que o par NL/½A, enquanto a média do ganho de peso pré-desmame dos bezerros ¼A e ¼S foi apenas 5% maior do que o ganho observado para os bezerros ½A, o que não foi suficiente para compensar a maior IEM. Entretanto, o ganho de peso dos bezerros ¼A e ¼S foi 30% maior do que o ganho registrado para os animais NL. A alta taxa de ganho e desempenho daqueles bezerros foi mais do que suficiente para compensar a maior IEM dos pares vaca/bezerro ANL e SNL comparados ao par NL.

Reynolds; DeRouen e Koonce (1982) compararam touros Angus vs. Brahman em vacas Angus e Brahman. Os autores observaram que os bezerros resultantes dos cruzamentos Brahman x Angus e Angus x Brahman apresentaram ganho médio diário e peso de desmame 25 e 23% maiores, respectivamente, do que os bezerros das raças puras Angus e Brahman. No presente estudo, os bezerros ½A foram 20% mais pesados ao desmame e tiveram GMD 21% maior do que os bezerros NL, enfatizando que as mães NL foram produzidas a partir do mesmo rebanho. Prayaga (2003) registrou

valores de heterose, significativamente maiores, em cruzamentos de raças zebuínas e raças britânicas. A eficiência do par vaca/bezerro é uma combinação da exigência energética da vaca com a taxa de crescimento do bezerro. Os resultados do estudo revelam vantagens para os grupos de vacas com menor exigência energética. Entretanto, o alto potencial de crescimento é essencial para a fase pós-desmame (JENKINS; FERRELL; ROBERTS, 2000). O sucesso e a lucratividade do sistema de produção de carne dependem da combinação entre a escolha do grupo genético para o ambiente nutricional adequado, tanto durante a fase de cria, quanto para os animais em terminação.

O par NL/NL apresentou menor ($P = 0,003$) eficiência energética (kcal de ER/Mcal IEM consumida pelo par) em relação aos pares NL/ $\frac{1}{2}$ A e cruzados; os bezerros $\frac{1}{2}$ A e $\frac{1}{4}$ A, $\frac{1}{4}$ S apresentaram em torno de 30 e 34% mais ER, durante a fase pré-desmame, do que os bezerros NL. O maior ganho de peso dos bezerros cruzados e a diferença na composição corporal entre bezerros cruzados e NL foram mais do que suficientes para compensar a maior IEM dos pares vaca/bezerro NL/ $\frac{1}{2}$ A e cruzados. Os pares ANL/ $\frac{1}{4}$ A apresentaram menor IEM e eficiência energética 11% maior ($P = 0,12$) do que os pares SNL/ $\frac{1}{4}$ S; $103 \pm 4,8$ vs. $92 \pm 4,8$ kcal/Mcal. Calegare et al. (2007) registraram maior eficiência dos pares ANL/ $\frac{1}{4}$ A em relação aos pares SNL/ $\frac{1}{4}$ S; $102,6 \pm 5,3$ vs. $80,7 \pm 6,1$ kcal/Mcal. No presente estudo, o cruzamento com a raça continental revelou exigência energética 6% maior e, ER no corpo vazio dos bezerros 6% menor quando comparado ao cruzamento com a raça britânica. Jenkins, Cundiff e Ferrell (1991) observaram maior eficiência de conversão para os cruzamentos com as raças Angus/Hereford e Red Poll do que com as raças Chianina (raça de tamanho corporal grande) e Gelbvieh (raça de tamanho corporal grande e alto potencial de produção de leite). No presente trabalho, as vacas SNL foram mais pesadas ($P = 0,0004$) e produziram mais leite no pico de lactação ($9,0$ vs. $7.9 \pm 0,4$ kg/d; $P = 0,09$) do que as vacas ANL.

Frisch e Vercoe (1977) consideraram que a habilidade de adaptação frente a diversos desafios ambientais varia entre os grupos genéticos, em condições tropicais de pastejo, animais *Bos indicus* apresentam maior ganho de peso ou menores perdas do que animais *Bos taurus* (FRISCH, 1973). Enquanto, em ambientes de clima temperado,

novilhos $\frac{3}{4}$ Brahman consumiram menores quantidades de alimento, mas tiveram ganho de peso semelhante ao de animais Hereford (MORAN, 1976). Já, em condições de consumo *ad libitum*, os novilhos *Bos taurus* consumiram mais e ganharam peso mais rápido do que os novilhos *Bos indicus* (FRISCH; VERCOE, 1977). A raça NL é nutricionalmente adaptada a ambientes com baixa disponibilidade e/ou qualidade de alimento; a menor produção de calor reportada para estes animais pode ser vantajosa, ao reduzir a exigência de energia do rebanho de fêmeas. Os cruzamentos *Bos taurus* x *Bos indicus* representam a máxima heterose e os efeitos de complementaridade como para as características de resistência a parasitas e maciez da carne, respectivamente. É possível afirmar que não há uma raça única, que apresente todas as características desejáveis (GREEN et al., 1999).

Os “outputs” poderiam ser melhorados com a escolha de sistemas que explorem as diferenças entre as linhagens paterna e materna (FITZHUGH; LONG; CARTWRIGHT, 1975). Calegare et al. (2007) registraram eficiência bruta 18% maior para o grupo 50% *Bos taurus* em comparação ao par vaca/bezerro NL e o grupo com maior ganho/deposição de energia e médio consumo de EM foi o mais eficiente. Green et al. (1991) reportaram eficiência bruta 11% maior para vacas cruzadas *Bos indicus* x *Bos taurus* comparadas ao cruzamento *Bos taurus* x *Bos taurus*. Quando diferentes esquemas de cruzamento foram comparados e igual desempenho reprodutivo foi considerado, o par NL/ $\frac{1}{2}$ A apresentou a maior eficiência bruta nas condições do estudo.

Quando se busca melhorar a taxa de crescimento dos bezerros, o potencial genético, das matrizes, para produção de leite deve ser considerado (JENKINS; FERRELL; ROBERTS, 2000) e, conseqüentemente, a exigência energética das fêmeas deve ser atendida para permitir que expressem o máximo potencial de produção. As variações para eficiência do par vaca/bezerro entre e dentro de grupo genético são significativas; determinada raça ou cruzamento não pode ser denominado mais ou menos eficiente sem que se considere o sistema onde será explorado.

3.3 Conclusão

A combinação entre a baixa exigência energética (vacas Nelore) e o maior potencial de crescimento (bezerros Angus x Nelore) foi a mais eficiente, considerando 100% de eficiência reprodutiva. A inclusão de *Bos taurus* se mostrou vantajosa para o sistema vaca/bezerro, quando comparada ao sistema onde se empregou a raça pura Nelore, nas condições do presente estudo. A menor exigência associada a menor taxa de crescimento observada no par vaca/bezerro NL/NL pode ser lucrativa em ambientes onde a disponibilidade e/ou qualidade do alimento sejam um fator limitante. Entretanto, a avaliação do sistema completo de produção deve considerar a taxa reprodutiva, a eficiência pós-desmame e a qualidade da carcaça. Os dados gerados a partir dos tipos biológicos avaliados no estudo podem ser utilizados para a parametrização de modelos de simulação do sistema de produção. Mais estudos, avaliando esses mesmos tipos biológicos, precisam ser conduzidos, considerando diferentes níveis nutricionais e cenários econômicos variados.

Referências

ALENCAR, M.M.; TULLIO, R.R.; CRUZ, G.M.; COSTA, J.L. Comparação entre as raças Canchim e Nelore quanto a produção de leite. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p.588.

ANDERSEN, H.; PLUM, M. Gestation length and birth weight in cattle and buffaloes: A review. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.48, p.1224-1235, 1965.

ARMSTRONG, S.L.; WILTON, J.W.; SCHAEFFER, L.R.; PFEIFFER, W.C. Feed intake, weaning weight and net returns comparisons for four breeding systems. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.68, p.1848-1856, 1990.

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

BROWNING, R., JR.; LEITE-BROWNING, M.L.; NEUENDORFF, D.A.; RANDEL, R.D. Preweaning growth of Angus- (*Bos taurus*), Brahman- (*Bos indicus*), and Tuli- (Sanga) sired calves and reproductive performance of their Brahman dams. **Jornal of Animal Science**, Savoy, v.73, p.2558-2563, 1995.

CALEGARE, L.; ALENCAR, M.M.; PACKER, I.U.; LANNA, D.P.D. Energy requirements and cow/calf efficiency of Nellore and Continental and British *Bos taurus* x Nellore crosses. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.85, p.2413-2422, 2007.

CRUZ, G.M.; ALENCAR, M.M.; TULLIO, R.R. Produção e composição do leite de vacas das raças Canchim e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, p.887-893, 1997.

CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; SCHWULST, F.J.; KOCH, R.M. Effects of heterosis on maternal performance and milk production in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.38, p.728-745, 1974.

CUNDIFF, L.V.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Output/Input differences among F1 cows of diverse biological type. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.57, Suppl.1, p.148, 1983.

Dickerson, G.E. Efficiency of animal production – molding the biological components. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.30, p.849-859, 1970.

ESPASANDIN, A.C.; PACKER, I.U.; ALENCAR, M.M. Produção de leite e comportamento de amamentação em cinco sistemas de produção de gado de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, p.702-708, 2001.

FERRELL, C.L.; GARRETT, W.N.; HINMAN, N.; GRICHTING, G. Energy utilization by pregnant and non-pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.42, p.937-950, 1976.

FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Energy utilization by mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.58, p.234-243, 1984.

FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.61, p.725-741, 1985.

FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Energy expenditures of mature cows during the production cycle. **Beef Research Progress Report**, Clay Center, n.4, p.118, 1993.

FITZHUGH, H.A., JR.; 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**, Savoy, v.40, p.421-432, 1975.

FREETLY, H.C.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Timing of realimentation of mature cows that were feed-restricted during pregnancy influences calf birth weights and growth rates. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.78, p.2790-2796, 2000.

FREETLY, H.C.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Nutritionally altering weight gain patterns of pregnant heifers and young cows changes the time that feed resources are offered without any differences in production. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.83, p.916-926, 2005.

FRISCH, J.E. Comparative drought resistance of *Bos indicus* and *Bos taurus* crossbred herds in central Queensland. 2. Relative mortality rates, calf birth weights and weight changes in breeding cows. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Collingwood, v.13, p.117-133, 1973.

FRISCH, J.E.; VERCOE, J.E. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic rate and efficiency of feed utilization in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred cattle. **Animal Productin**, Edinburgh, v.25, p.343-358, 1977.

FRISCH, J.E.; VERCOE, J.E. Utilizing breed differences in growth of cattle in the tropics. **World Animal Review**, Mulberry, v.25, p.8-12, 1978.

GREEN, R.D.; CUNDIFF, L.V.; 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**, Savoy, v.69, p.3156-3166, 1991.

GREEN, R.D.; FIELD, T.G.; HAMMETT, N.S.; RIPLEY, B.M.; DOYLE, S.D. Can cow adaptability and carcass acceptability both achieved? In: Symposium: American Society of Animal Science. 1999, Indianapolis. **Proceedings...** Indianápolis, 1999. Disponível em: <http://www.asas.org/JAS/symposia/proceedings/0927.pdf> Acesso em: 9 fev. 2005.

GREGORY, K.E.; CUNDIFF, L.V.; SMITH, G.M.; LASTER, D.B.; FITZHUGH, H.A., Jr. Characterization of biological types of cattle – Cycle II: I. Birth and weaning traits. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.47, p.1022-1041, 1978.

HARGROVE, D.D. Matching cow type to the nutritional environment. In: FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE. 1993, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1993. Disponível em: <http://www.animal.ufl.edu/extension/beef/shortcourse/1993/HARGROVE.PDF> Acesso em: 30 set. 2005.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. Nutrient requirements to maintain weight of mature, nonlactating, nonpregnant cows of four diverse breed types. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.56, p.761-770, 1983.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. A note on lactation curves of crossbred cows. **Animal Production**, Edinburgh, v.39, p.479-482, 1984.

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**, Savoy, v.69, p.2762-2769, 1991.

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**, Savoy, v.78, p.7-14, 2000.

JENKINS, T.G.; FERRELL, C.L. Daily dry matter intake to sustain body weight of mature nonlactating, nonpregnant cows. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.85, p.1787-1792, 2007.

McMORRIS, M.R.; WILTON, J.W. Breeding system, cow weight and milk yield effects on various biological variables in beef production. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.63, p.1361-1372, 1986.

MOE, P.W.; TYRRELL, H.F.; FLATT, W.P. Energetics of body tissue mobilization. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.54, p.548-553, 1971.

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**, Savoy, v.68, p.2297-2309, 1990.

MONTAÑO-BERMUDEZ, M.; NIELSEN, M.K.; DEUTSCHER, G.H. Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.68, p.2279-2288, 1990.

MORAN, J.B. The grazing feed intake of Hereford and Brahman cross cattle in a cool temperate environment. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.86, p.131-134, 1976.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 1996. 234p.

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

PASCHAL, J.C.; SANDERS, J.O.; KERR, J.L. Calving and weaning characteristics of Angus, Gray Brahman, Gir, Indu-Brazil, Nellore, and Red Brahman-sired F₁ calves. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.69, p.2395-2402, 1991.

PRAYAGA, K.C. Evaluation of beef cattle genotypes and estimation of direct and maternal genetic effects in a tropical environment. 1. Growth traits. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.54, p.1013-1025, 2003.

PRICHARD, D.L.; MARSHALL, T.T. Effects of cow size and milk production on nutrient requirements. In: FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE. 1993, Gainesville. **Proceedings**... Gainesville: University of Florida, 1993. Disponível em: <http://www.animal.ufl.edu/extension/beef/shortcourse/1993/PRICHAR2.PDF> Acesso em: 3 jul. 2007.

RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; MOLETTA, J.L.; BRONDANI, I.L.; CERDÓTES, L. Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, p.585-597, 2003.

REYNOLDS, W.L.; DeROUEN, T.M.; MOIN, S.; KOONCE, K.L. Relationships of milk yield of dam to early growth rate of straightbred and crossbred calves. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.47, p.584-594, 1978.

REYNOLDS, W.L.; DeROUEN, T.M.; MOIN, S.; KOONCE, K.L. Factors influencing gestation length, birth weight and calf survival of Angus, Zebu and Zebu-cross cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.51, p.860-867, 1980.

REYNOLDS, W.L.; DeROUEN, T.M.; KOONCE, K.L. Prewaning growth rate and weaning traits of Angus, Zebu and Zebu-cross cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.54, p.241-247, 1982.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. Version 6. 4.ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1999. 846p.

SHORT, R.E.; GRINGS, E.E.; MACNEIL, M.D.; HEITSCHMIDT, R.K.; HAFERKAMP, M.R.; ADAMS, D.C. Effects of time of weaning, supplement, and sire breed of calf during the fall grazing period on cow and calf performance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.74, p.1701-1710, 1996.

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**, Savoy, v.66, p.764-773, 1988.

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