UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E PRODUTIVA DE VACAS DE CORTE EM PASTEJO

Marco Aurélio Scarton Comparin

CAMPO GRANDE, MS
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E PRODUTIVA DE VACAS DE CORTE EM PASTEJO

Energetic and productive efficiency of beef cattle cows in pasture

Marco Aurélio Scarton Comparin

Orientador: Profa. Dra. Maria da Graça Morais
Co-orientador: Prof. Dr. Henrique Jorge Fernandes

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.
Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS
2017

Certificado de aprovação

MARCO AURÉLIO SCARTON COMPARIN

EFICIÊNCIA DE VACAS DE CORTE EM SISTEMAS EXTENSIVOS

Efficiency of beef cows in extensive systems

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado(a) em: 13-03-2017

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Maria da Graça Morais
(UFMS) – (Presidente)

Dr. Luiz Orcírio Fialho de Oliveira
EMBRAPA

Dr. Gumercindo Loriano Franco
UFMS

Dr. Sérgio Raposo de Medeiros
EMBRAPA

Dr. Gelson Luis Dias Feijó
EMBRAPA

À minha esposa, Ludmila Ferreira Comparin, por estar sempre ao meu lado nos momentos de maior dificuldade, na busca pela realização dos sonhos e na construção da nossa família.

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre me guiando, e por todas as conquistas que me concedeu até hoje.

A meus pais pela educação que me proporcionaram, e minhas irmãs pelo apoio e carinho.

À professora Maria da Graça Morais e ao professor Henrique Jorge Fernandes, pelas oportunidades, ensinamentos, dedicação, compreensão e exemplo de profissionalismo dados no decorrer desses anos, que levarei como exemplo para vida toda.

A todos os professores que contribuíram para minha formação desde os níveis mais básicos, todos indispensáveis para minha educação e desenvolvimento.

Ao servidor senhor Antônio Perez Straviz e à Débora Tibúrcio por todo o apoio, pela amizade e parceria.

A toda à equipe de trabalho da UEMS/Aquidauana, principalmente à Yasmin dos Santos Falcão e Edneia Pereira Rosa, pela participação constante na execução das atividades.

A todos os colegas da pós-graduação que estiveram ao meu lado nessa etapa, aos orientados da professora Maria da Graça Morais, e de forma especial ao meu grande amigo e cunhado Bruno Benjamin Benaglia, por todo o apoio e força dados na execução das atividades de campo.

Ao senhor José Aparecido de Carvalho e sua equipe da Fazenda Chaienne, e à equipe da Fazenda Iguaçu, por todo o apoio e empenho, sem medir esforços, nas atividades realizadas, que foram árduas e intensas. Agradeço também ao Grupo TEMON, e aos proprietários da Fazenda Iguaçu, Odilon Alves Ribeiro e Zelito Alves Ribeiro, por viabilizarem sem medir esforços a execução das atividades nas propriedades.

Por fim, a todos aqueles que ajudaram de alguma forma e contribuíram para o desenvolvimento e conclusão desse projeto.

“O ser humano deve dar o melhor de si constantemente, sem esperar por recompensas ou reconhecimento, e assim o sucesso será uma consequência.’’

Resumo

COMPARIN, M. A. S. **Eficiência energética e produtiva de vacas de corte em pastejo.** 2017. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

Objetivou-se avaliar os aspectos nutricionais e produtivos de vacas de corte em condições de pastejo, e o uso do índice de eficiência energética e da relação de desmama na seleção de vacas para a produção de bezerros. Foram realizadas três avaliações em duas propriedades distintas, a primeira avaliação se deu entre dois grupos genéticos de vacas, Nelore e Brangus, na segunda foram utilizadas somente matrizes Nelore, com progênies de dois grupos genéticos: Nelore e Nelore x Angus, e na terceira foram comparadas vacas da raça Nelore puro de origem selecionadas para peso (Nelore PO) e Nelore comum. Foram avaliados durante um ciclo produtivo de 1 ano, o peso corporal e o escore de condição corporal das vacas. O peso corporal dos bezerros foi medido na desmama. Foram estimadas as exigências de energia metabolizável de mantença, lactação e gestação, além de suas distribuições proporcionais. Para estimar a eficiência produtiva e energética foram calculados, respectivamente, a relação de desmama (RD, kg bezerro desmamado/kg de vaca) e o índice de eficiência energética (IEE, energia metabolizável total ano, Mcal /kg de bezerro desmamado). Nas avaliações os efeitos foram avaliados segundo um delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se o teste T para comparação de médias em nível de 5% de significância. Avaliou-se a correlação de Pearson entre o total de energia consumida no ano, IEE, RD, peso médio das matrizes e peso dos bezerros à desmama. O grupo genético de vacas Brangus apresentou maior peso médio de vacas, maior exigência de mantença e maior energia total no ano em relação ao grupo genético Nelore ($P<0,05$). No entanto, a eficiência nutricional entre as raças de vacas, estimadas pelo IEE e RD, não diferiu significativamente ($P>0,05$) sob condições de reduzida massa de forragem no decorrer do ano, 1228,42 kg MS/ha, em média. Na avaliação entre vacas Nelore com progênies de raças distintas nas condições de pastejo apresentadas, observou-se que as vacas de bezerros mestiços apresentaram menor IEE e maior RD ($P<0,05$), o que se deu em função do maior peso dos bezerros cruzados ($P<0,05$), permitindo que suas mães fossem mais eficientes. Na avaliação das vacas Nelore de diferentes portes, no terceiro estudo, observou-se que as vacas Nelore PO, de maior peso médio, apresentaram maior exigência total de energia no ano, além de maior peso de bezerros à desmama ($P<0,05$), fazendo com que os grupos avaliados não apresentassem diferença significativa no aproveitamento de nutrientes (IEE) e na relação de desmama (RD) ($P>0,05$). Em todas as avaliações esses índices apresentaram alta correlação negativa entre eles, possibilitando o uso de ambos para seleção de matrizes mais eficientes a pasto, e favorecendo assim a produção de bezerros de forma mais produtiva e sustentável, com a ressalva de que o uso da RD leva à seleção de matrizes menores.

Palavras-chave: balanço energético negativo; escore de condição corporal; massa de forragem; requerimentos nutricionais; melhoramento genético.

Abstract

COMPARIN, M. A. S. **Energetic and productive efficiency of beef cattle cows in pasture.** Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

The objective of this study was to evaluate the nutritional and productive aspects of beef cattle cows under grazing conditions, and the use of the energy efficiency index (EEI) and the weaning ratio (WR) in the selection of cows for calf production. Three evaluations were carried out on two distinct properties. Nellore and Brangus cows were evaluated in the first, in the second were evaluated Nelore cows, with two progenies of two genetic groups, Nelore and Nelore x Angus, and the third evaluation was between Pure Nelore selected for weight and Nelore beef cattle cows. The body weight and body condition score of cows were evaluated during a 1-year productive cycle. The calves' body weight was measured at weaning. The metabolizable energy requirements of maintenance, lactation and gestation, and their proportional distributions were estimated monthly. The weaning ratio (WR, kg of weaned calf/kg of cow) and the energy efficiency index (EEI, total metabolizable energy of year, Mcal /kg of weaned calf) were calculated for estimate the productive and nutritional efficiency. In the evaluations the effects were evaluated according to a completely randomized design, using the T test to compare means at a level of 5% of significance. The Pearson correlation between total energy of year, EEI, WR, cows average weight and calves weight at weaning was evaluated. The genetic group of Brangus cows had a higher maintenance requirement, higher average cow weight in relation to the Nelore genetic group ($P<0.05$). However, the nutritional efficiency among the cow breeds, given by the EEI and WR, did not differ significantly ($P>0.05$), under the conditions of reduced forage mass during the year, 1228.42 kg DM/ha. In the evaluation of Nelore cows with progenies of different breeds under grazing conditions presented, it was observed that the cows with cross calves presented lower EEI and higher WR ($P<0.05$), which was due the higher weight of crossbreed calves, allowing their mothers to be more efficient. In the evaluation of the effects of different sizes cows in the third study, it was observed that the Pure Nelore cows, with larger body size, presented a higher total energy requirement in the year, besides higher weight of calves at weaning ($P<0.05$), making the groups did not present significant difference in nutrient utilization (EEI) and weaning ratio (WR) ($P>0.05$). In both evaluations, these indexes showed a high negative correlation between them, allowing the use of both to select more efficient matrices to grazing system, thus favoring calves production in a more productive and sustainable way, with the proviso that the use of WR leads to selection of smaller cows.

Keywords: breeding; body condition score; forage mass; negative energy balance; nutritional requirements.

Lista de ilustrações

Figura 1 (Artigo 1) - Variação da massa de forragem (kg de matéria seca/ha) e NDT (%MS) durante o ciclo de produção nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu..... 43
Figura 2 (Artigo 1) - Variação da proteína bruta (%MS) durante o ciclo produtivo nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu..... 43
Figura 3 (Artigo 1) - Estimativa da quantidade de energia líquida diária secretada no leite (Mcal/dia) das vacas Nelore e Brangus durante o período de lactação..... 47
Figura 4 (Artigo 1) - Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso corporal médio das vacas..... 52
Figura 5 (Artigo 1) - Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso dos bezerros à desmama..... 53
Figura 1 (Artigo 2) - Variação da massa de forragem (kg de matéria seca/ha) e NDT (%MS) durante o ciclo de produção nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu..... 67
Figura 2 (Artigo 2) - Variação da proteína bruta (%MS) durante o ciclo produtivo nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu..... 68
Figura 3 (Artigo 2) - Estimativa da quantidade de energia líquida diária secretada no leite (Mcal/dia) das vacas com bezerros Angus x Nelore e bezerros Nelore ao pé durante o período de lactação..... 71
Figura 4 (Artigo 2) - Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso corporal médio das vacas..... 75
Figura 5 (Artigo 2) - Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso dos bezerros à desmama..... 76
Figura 1 (Artigo 3) - Variação da massa de forragem (kg de matéria seca/ha) e NDT (%MS) durante o ciclo de produção nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu..... 90
Figura 2 (Artigo 3) - Variação da proteína bruta (%MS) durante o ciclo produtivo nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu..... 91
Figura 3 (Artigo 3) - Estimativa da quantidade de energia líquida diária secretada no leite (Mcal/dia) das vacas Nelore comum e Nelore PO durante o período de lactação..... 94
Figura 4 (Artigo 3) - Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso dos bezerros à desmama..... 99
Figura 5 (Artigo 3) - Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso médio das vacas..... 99

Lista de tabelas

Tabela 1 (Artigo 1) - Composição bromatológica das amostras mensais de pastejo simulado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o ano experimental..... 37
Tabela 2 (Artigo 1) - Características corporais de vacas Brangus e Nelore e suas crias em pastejo..... 44
Tabela 3 (Artigo 1) - Características da lactação de vacas Nelore e Brangus em pastejo..... 46
Tabela 4 (Artigo 1) - Partições de energia metabolizável (EM) de vacas Nelore e Brangus em pastejo..... 48
Tabela 5 (Artigo 1) - Relação de desmama (RD) e índice de eficiência energética (IEE) de vacas Nelore e Brangus em pastejo..... 49
Tabela 6 (Artigo 1) - Correlações de Pearson entre medidas de eficiência, peso dos animais e energia total no ano (ETA)..... 51
Tabela 1 (Artigo 2) - Composição bromatológica das amostras mensais de pastejo simulado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o ano experimental..... 61
Tabela 2 (Artigo 2) - Características corporais de vacas Nelore com progênies Nelore e Angus x Nelore em pastejo..... 69
Tabela 3 (Artigo 2) - Características da lactação de vacas Nelore com progênies Nelore e Angus x Nelore em pastejo..... 72
Tabela 4 (Artigo 2) - Partições de energia metabolizável (EM) de vacas Nelore com progênies Nelore e Angus x Nelore em pastejo..... 72
Tabela 5 (Artigo 2) - Relação de desmama (RD) e índice de eficiência energética (IEE) de vacas Nelore com progênies Nelore e Angus x Nelore em pastejo..... 73
Tabela 6 (Artigo 2) - Correlações de Pearson entre medidas de eficiência, peso dos animais e energia total no ano (ETA)..... 75
Tabela 1 (Artigo 3) - Composição bromatológica das amostras mensais de pastejo simulado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o ano experimental..... 84
Tabela 2 (Artigo 3) - Características produtivas de vacas Nelore comum (NC) e Nelore PO selecionadas para peso em pastagem..... 92
Tabela 3 (Artigo 3) - Características da lactação de vacas Nelore comum (NC) e Nelore PO selecionadas para peso em pastagem..... 94
Tabela 4 (Artigo 3) - Partições de energia metabolizável (EM) de vacas Nelore comum (NC) e Nelore PO selecionadas para peso em pastagem..... 95
Tabela 5 (Artigo 3) - Relação de desmama (RD) e índice de eficiência energética (IEE) de vacas Nelore comum (NC) e Nelore PO selecionadas para peso em pastagem..... 97
Tabela 6 (Artigo 3) - Correlações de Pearson entre medidas de eficiência, peso dos animais e energia total no ano (ETA)..... 98

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO..... 10
1.1 Índices de eficiência energética e produtiva de vacas de corte..... 11
1.2 Fatores relacionados à eficiência energética e produtiva dos rebanhos de cria..... 14
1.2.1 Genótipo e tamanho corporal à maturidade de matrizes..... 15
1.2.2 Peso corporal ao nascimento, genótipo e sexo do bezerro..... 19
1.2.3 Nutrição das vacas, condição corporal e balanço energético..... 21
REFERÊNCIAS..... 28
2. ARTIGO 1. Eficiência energética e produtiva de vacas Brangus e Nelore em pastejo..... 33
Resumo..... 33
Abstract..... 34
2.1. Introdução..... 35
2.2. Metodologia..... 35
2.3. Resultados e discussão..... 42
2.4. Conclusões..... 53
Referências..... 54
3. ARTIGO 2. Efeito do genótipo das progênies na eficiência energética de vacas Nelore em pastejo..... 57
Resumo..... 57
Abstract..... 58
3.1. Introdução..... 59
3.2. Metodologia..... 60
3.3. Resultados e discussão..... 67
3.4. Conclusões..... 77
Referências..... 77
4. ARTIGO 3. Produtividade e eficiência energética de vacas Nelore selecionadas para peso em pastagem..... 80
Resumo..... 80
Abstract..... 81
4.1. Introdução..... 82
4.2. Metodologia..... 83
4.3. Resultados e discussão..... 90
4.4. Conclusões..... 100
Referências..... 101
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 104

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte no Brasil é uma atividade desenvolvida principalmente em pastagens. As áreas destinadas aos rebanhos de cria são de baixa produtividade forrageira, promovendo períodos de restrição alimentar (Euclides et al., 2007).

Associado a isso, as vacas de corte, de forma fisiológica, após o parto, entram em balanço energético negativo, em função da alta demanda de nutrientes pela glândula mamária, contribuindo para que esses animais apresentem uma baixa eficiência produtiva e reprodutiva (Bustamante et al., 1997).

Há alternativas para otimizar a produtividade desse sistema, como a reforma de pastagens e utilização de suplementos protéico. Além disso, podem ser utilizados modelos de avaliação dos animais e da pastagem, que permitam elevar a eficiência na produção de bezerros e melhorar o aproveitamento dos nutrientes disponibilizados (Tedeschi et al., 2005).

Para essa mensuração utilizam-se alguns índices, como a relação de desmama (RD) e o índice de eficiência energética (IEE), que são influenciados pelas interações entre alguns fatores relacionados às exigências de energia, como o tamanho à maturidade e genótipo das matrizes, nutrição, escore de condição corporal e balanço energético negativo.

O entendimento dessas associações, somado a aplicação dos índices de eficiência, como ferramenta de identificação de animais mais eficientes, em cada sistema de produção, são indispensáveis no processo de evolução da produção de bezerros.

Dessa forma, objetivou-se avaliar a eficiência energética e produtiva de vacas de corte em pastejo contínuo durante um ciclo produtivo, e as correlações do índice de eficiência energética e da relação de desmama com alguns indicadores zootécnicos utilizados no sistema de cria em pastagem.

1.1 Índices de eficiência energética e produtiva de vacas de corte

Estimar a eficiência produtiva e de utilização de energia de vacas de corte à desmama é essencial para identificar as vantagens em se utilizar um genótipo ou determinado tamanho de gado em um sistema de produção.

A eficiência pode ser estimada por meio do ganho de peso dos animais, e da quantidade de matéria seca ou energia necessária para que esse desempenho seja alcançado. Em rebanhos de cria, considera-se o par vaca/bezerro, onde a energia demandada em cada ciclo produtivo tem como resultado final o peso do bezerro desmamado (Jenkins e Ferrel, 1992).

A relação de desmama (RD) é uma das medidas mais utilizadas para verificar a eficiência da atividade de cria, de maior facilidade na aplicação (peso do bezerro/peso da vaca à desmama). No entanto, ao aplicar essa metodologia, há a implicação de que as exigências de energia estariam associadas somente ao peso corporal. Contudo, no caso de matrizes, o estado fisiológico passaria a ter importante influência sobre o consumo de nutrientes e, consequentemente, sobre o requerimento nutricional (Fox et al., 1988). Nesse contexto, as vacas com relações de desmama maiores não seriam necessariamente as mais eficientes energicamente (Euclides Filho et al., 1995).

Braga Netto et al. (2012), ao utilizarem os dois índices de eficiência em matrizes a pasto, o índice de eficiência energética (IEE) e a relação de desmama (RD), encontraram correlação alta e negativa, mostrando que ambos podem ser utilizados para a determinação das matrizes mais eficientes e a adoção de um deles levaria a evolução do outro (Braga Netto et al., 2012). Fontes et al. (2008) também observaram que as matrizes mais eficientes obtiveram melhor RD.

De qualquer modo, para avaliações experimentais, o IEE apresenta-se como uma ferramenta de maior acurácia, já que passa a considerar as exigências dos animais durante o ciclo produtivo, conforme descrito por Tedeschi et al. (2005).

A exigência de mantença é variável, e sofre influência do peso corporal, produtividade, locomoção, efeitos ambientais, raça, sexo, condição fisiológica e disponibilidade de nutrientes (Fox et al., 1988).

Dessa forma, para a estimativa das exigências nutricionais e dos indicadores de eficiência, é indispensável o acompanhamento mais frequente do rebanho, com a aferição do peso corporal das vacas (PC), de forma representativa, no decorrer do ano de produção. Com o peso das vacas é possível estimar as exigências de energia metabolizável de mantença durante o período avaliado (NRC, 2000).

A avaliação do escore de condição corporal das matrizes (ECC) é essencial quando almeja-se monitorar a variação da mobilização/deposição de tecidos corporais. Para isso, utiliza-se uma escala de 1 a 5, onde 1 é extremamente magra e 5, muito gorda, observando-se as extremidades do íleo e ísquio, processos transversos das vértebras lombares, costela e inserção da cauda (Lowman et al., 1976).

Essa variação tecidual tem relação direta com a quantidade de energia corporal das vacas, e pode ser observada mesmo em condições de boa oferta de alimentos durante o início da lactação, quando a capacidade ingestiva de matéria seca (MS) das vacas é inferior à demanda de nutrientes da glândula mamária, relação que será tratada adiante.

Para estimar a produção de leite e as exigências de energia para lactação, Pacheco et al. (2009) observaram que para o melhor ajuste da curva de lactação, a mensuração da produção de leite deve ocorrer aos 98 dias de lactação, em média. Além da produção de leite (kg/dia), também devem ser considerados os teores de gordura, lactose e proteína.

A produção de leite medida é ajustada para 24 horas e estimada para a data média de cada mês de lactação até a desmama, nos dias 15, 45, 75, 105, 135, 165 e 195 da lactação. Utiliza-se para esta estimativa a relação entre a produção projetada para o dia em que é realizada a medição e a produção projetada para a data a ser estimada, de acordo com a equação proposta por Restle et al. (2003) para vacas Nelore produzindo em pasto.

A energia contida no leite é estimada segundo a equação do NRC (2000), que leva em conta a composição do leite. O total de energia do leite fornecido aos bezerros diariamente é calculado como sendo a produção média diária de leite das vacas multiplicada pela energia do leite.

O total de energia do leite permite que seja estimada a exigência de energia metabolizável para lactação de vacas de corte, que é dada em Mcal/kg de leite produzido, e varia em torno de 1,00 Mcal/kg de leite (Fonseca et al., 2012), uma vez que a energia de lactação está relacionada com a produção e também à composição do leite. Restle et al. (2003) trabalhando com vacas Nelore a pasto, observaram aos 84 dias uma produção de 5,4 kg/dia, com 3,88% de gordura.

Por fim, a partir da data do parto de cada vaca, obtém-se a data do início da gestação, e assim o número de dias de gestação e de lactação na data média de cada mês, considerando-se um período de gestação de 294 dias, para vacas criadas em pasto (Rocha et al., 2005). Com os dados obtidos são então estimadas as exigências nutricionais de energia metabolizável para lactação e gestação das matrizes, de acordo com o NRC (2000).

Para a obtenção do IEE, é indispensável efetuar a pesagem das crias à desmama. Os bezerros são pesados e os pesos então são ajustados linearmente para os 205 dias de vida dos animais.

A coleta de dados e estimativas de exigências permitem estimar o consumo médio diário de energia metabolizável das vacas, e consequentemente o IEE , que pode então ser

estimado dividindo-se o consumo energético total das matrizes durante o ano pelo peso dos bezerros desmamados (Tedeschi et al., 2005).

A eficiência de rebanhos de cria é estabelecida pela capacidade da matriz em converter os nutrientes disponibilizados para sua nutrição em crescimento da cria (Perotto et al., 2001).

Desse modo, o IEE deve ser relacionado ao manejo nutricional adotado, com a quantidade da massa forrageira e o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da pastagem, para que se obtenha os níveis ideais de pastejo, permitindo maximizar o aproveitamento das forrageiras, e consequentemente a produtividade dos rebanhos de cria (Fernandes et al., 2014).

Para isso são essenciais as amostragens constantes da forrageira, que tem como objetivo determinar a massa de forragem por hectare, através do lançamento aleatório de quadrados metálicos, onde corta-se o material contido no quadrado rente ao solo (McMeniman, 1997). Já para estimativa do valor nutritivo são feitas coletas mensais do pasto simulando manualmente o pastejo (Euclides et al., 1992), com posterior análise bromatológica da forrageira colhida.

1.2 Fatores relacionados à eficiência energética e produtiva dos rebanhos de cria

Muitos fatores estão relacionados à eficiência energética e produtiva de vacas em condições de pastejo, e pode-se afirmar que possuem uma relação de dependência, pela interação que há entre eles. A habilidade materna e a maior produção de leite de fêmeas F1, que possuem maiores pesos corporais e exigências nutricionais, são características que favorecem a produção de bezerros mais pesados (Muniz e Queiroz, 1998).

Entretanto, a efetividade desses fatores positivos depende de outras variáveis, como a condição sanitária, a nutrição do rebanho, que impacta sobre a condição corporal das matrizes

ao parto, e o genótipo dos bezerros. Assim sendo, a associação dessas variáveis, entre outras, determina a eficiência da atividade de cria em bovinos de corte.

O cruzamento de raças taurinas e zebuínas tem sido utilizado para produção de animais de maior produtividade com maior adaptação aos sistemas de produção em pasto. Portanto, identificar e recomendar as melhores associações entre raças e condições de nutrição pode ser determinante para que a atividade de cria seja mais eficiente.

1.2.1 Genótipo e tamanho corporal à maturidade de matrizes

No sistema de produção brasileiro de gado de corte, o uso da raça Nelore é predominante, principalmente na atividade de cria, pela adaptabilidade às condições tropicais que a raça apresenta, utilizando-se então, no acasalamento, sêmen ou touros melhorados, ou de outras raças, buscando-se aproveitar os benefícios trazidos pela heterose (Silva et al., 2012).

O incremento da eficiência na produção de bezerros depende em grande parte da identificação da raça mais adequada ao sistema de produção adotado. Matrizes com maiores taxas de crescimento e, consequentemente maior produção de leite, para expressar seu maior potencial genético, necessitam de condições adequadas de nutrição, do contrário, vacas menores apresentam maiores taxas de concepção que compensam o menor peso de bezerro desmamado (Jenkins e Ferrel, 1993), pelo fato de apresentarem menores exigências absolutas de energia.

No contexto nutricional, a energia pode ser expressa das seguintes formas: energia bruta (EB), que é a energia liberada na forma de calor quando uma substância orgânica é totalmente oxidada a dióxido de carbono e água; energia digestível (ED) é a EB do alimento menos a quantidade de energia perdida nas fezes; nutrientes digestíveis totais (NDT), que é a ED corrigida para proteína digestível, onde 1 kg de NDT é igual a 4,4 Mcal de ED; energia

metabolizável (EM), sendo a EB retirando-se as perdas de energia nas fezes, na urina e nos gases, representando então a energia disponível ao animal; e a energia líquida (EL), que representa a EM menos o incremento calórico (Weiss, 1993; NRC, 2000).

A EM e EL são as formas mais utilizadas para expressar as exigências nutricionais em bovinos de corte, e a metodologia mais difundida para estimativa dos requerimentos é o método fatorial: exigência de mantença, de ganho, de gestação e lactação (NRC, 2000; Resende et al., 2006).

O total de energia requerido pelos animais é distribuído através das partições de energia citadas acima. Segundo o NRC (1976) e Ferrel et al. (1976), vacas de 500 kg de peso corporal, com produção média de 7 kg de leite/dia, apresentaram durante um ciclo de produção um valor de 6760 Mcal EM total, sendo 4825 Mcal EM para mantença (0,7138), 535 Mcal EM para gestação (0,0791) e 1400 Mcal EM para lactação (0,2071), considerando um período de lactação de 205 dias.

A distribuição de energia pode variar e depende da influência de alguns fatores. Considera-se que matrizes com maior aptidão leiteira, raças leiteiras puras e cruzadas, tendem a apresentar um incremento nas exigências de mantença de 20% durante o período de lactação (NRC, 2000), em função de mudanças metabólicas, o que refletiria sobre a exigência de mantença em um ano (Neville, 1974).

As exigências de mantença de matrizes representam uma proporção significativa da energia alimentar necessária à produção de bezerros (Ferrell & Jenkins, 1984). Ao avaliarem vacas Nelore e mestiças Nelore e Angus, Tedeschi et al. (2002) relataram que 70% de toda energia ingerida é destinada para manutenção corporal, para ambos os grupos alimentados com dieta à base de volumoso.

Bovinos zebuínos tendem a requererem em torno de 10% menos energia para mantença (Mcal/kg^{0,75}) que animais taurinos, enquanto os mestiços tendem a apresentar

valores intermediários (NRC, 2000), onde os valores descritos de energia metabolizável de mantença de vacas taurinas britânicas não lactantes variam em torno de 138 kcal/kg^{0,75}/dia.

Variações nessa partição de energia podem chegar a 30%, e também estão associadas ao porte dos animais (Taylor & Young, 1968). Bovinos de portes diferentes atingem a maturidade em idades e pesos distintos, o que também contribui para a variação nas exigências absolutas de EM para mantença (Owens et al., 1993; NRC 2000).

Vacas de raças menores e com menor aptidão leiteira sob restrição alimentar convertem com maior eficiência a energia consumida em quilos de bezerro desmamado, no entanto, em condições adequadas de nutrição as raças maiores ou com maior produção de leite são mais eficientes nessa transformação (Jenkins e Ferrel, 1994).

Vacas mestiças Angus x Nelore, de maior peso adulto e maior potencial de produção de leite, apresentam maiores exigências totais de mantença em relação às vacas Nelore (Calegare, 2004). Animais de maior tamanho adulto que apresentam maiores exigências absolutas de mantença, geralmente produzem bezerros mais pesados à desmama, no entanto, em sistemas de baixa oferta de alimentos, podem tornar-se ineficientes (Davis et al., 1983).

O desempenho de animais zebuínos está relacionado ao menor potencial genético para produção dessas raças, o que provavelmente se deu em função do processo de evolução adaptativa. Esses indivíduos apresentam menor tamanho dos órgãos internos, o que está associado à maior rusticidade, conferindo maior adaptabilidade às condições adversas, como escassez de forragem, clima tropical e parasitismo (NRC, 2000).

Em contraste, observa-se que matrizes mestiças ou taurinas, em adequadas condições nutricionais, apresentam melhor eficiência nutricional. Em condições de pastejo, com oferta de forragem adequada, as vacas mestiças apresentaram maior relação de desmama (0,41) em relação à obtida em vacas Nelore (0,38) (Euclides Filho et al., 1995).

Quando as exigências alimentares foram atendidas, vacas mestiças apresentaram IEE de 35,00 Mcal/kg e consumo de 17,50 Mcal/dia, enquanto as matrizes Nelore, 40,59 Mcal/kg e consumo de 15,36 Mcal/dia, mostrando menor eficiência em transformar a energia metabolizável em peso de bezerro desmamado. Isso ocorreu, em parte, segundo os autores, em função da maior habilidade materna das mestiças, 4,91 kg de leite/dia das mestiças, e 3,70 kg/dia das Nelore, representando ao fim do período de lactação (210 dias) valores de 1030,83 e 776,57 kg de leite, respectivamente (Fontes et al., 2008).

Ao utilizar a RD, a ordem de eficiência entre os grupos foi mantida, visto que as vacas mestiças (405 kg) obtiveram maior RD (0,47) comparativamente às Nelore (0,40), mesmo estas apresentando menor peso corporal (346,19 kg) e menores exigências (Fontes et al., 2008), evidenciando que o peso do bezerro à desmama tem grande influência sobre a eficiência nutricional de vacas de corte (Braga Netto et al., 2012), e reforçando a ideia de que em condições de atendimento de exigências nutricionais, animais zebuínos levem desvantagem.

Entretanto, essas variações nas exigências entre animais zebuínos e mestiços nem sempre são observadas. Siqueira et al. (2007) não detectaram diferença nos requerimentos de mantença de EM de matrizes Nelore e Brangus, o que, segundo os autores, se deu pela raça Angus apresentar moderada aptidão leiteira, apesar de tratar-se de matrizes meio-sangue taurinas.

Nesse sentido, ao avaliarem vacas Nelore em condições adequadas de oferta de forragem e suplementação proteica no período de escassez, Braga Netto et al. (2012) encontraram RD de 0,43, valor acima dos descritos normalmente, para vacas Nelore em pastejo.

O melhoramento genético aplicado à raça Nelore nas últimas décadas, em busca de animais mais produtivos, pode ter associação com esses resultados, pois a seleção realizada

pode ter favorecido a elevação do tamanho corporal à maturidade das matrizes avaliadas (Frias, 1996), e o aumento da produção leiteira, acarretando em maiores exigências de mantença e incremento nas energias de lactação, fazendo com que se aproximassem dos valores de exigências descritos para animais mestiços.

De uma forma geral, animais mestiços apresentam maior produção de leite do que vacas de corte de raças puras (Reynolds et al., 1982). A maior produção de leite está relacionada aos efeitos da heterose e efeitos aditivos de genes das raças de maior aptidão leiteira (Restle et al., 2005) que, por sua vez, apresentam maiores exigências de mantença em função do maior tamanho proporcional de órgãos internos (Ferrell et al., 1976). Salienta-se que uma maior produção de leite permite maiores pesos de bezerros à desmama (Fontes et al., 2008).

1.2.2 Peso corporal ao nascimento, genótipo e sexo do bezerro

Outro fator de grande influência sobre o peso à desmama e, consequentemente, sobre a eficiência das matrizes é o genótipo dos bezerros. O cruzamento de animais zebuínos com genótipos de origem taurina, pode proporcionar, em função da heterose e de efeitos aditivos, maior vigor de crescimento e, assim, maior peso à desmama (Barcellos & Lobato, 1992).

Silva et al. (2012) encontraram peso médio de 184 kg à desmama (205 dias) para bezerros Brangus criados a pasto. Em condições similares observou-se 170 kg, em média, para bezerros da raça Nelore (Silveira et al., 2004). Os efeitos da heterose associados aos efeitos aditivos são positivos para o peso à desmama e ganho de peso médio diário do nascimento à desmama em bezerros cruzados (Muniz e Queiroz, 1998).

Em sistemas mais intensificados com a utilização de forrageiras mais produtivas e de melhor qualidade, como os gêneros *Panicum maximum* e *Cynodon dactylon*, bezerros cruzados apresentaram maior peso à desmama do que animais zebuínos puros (Alencar et al.,

1998). Destaca-se, de forma generalizada, que crias nascidas de cruzamentos, manifestam maior peso ao nascer (Barcellos & Lobato, 1992), o que pode variar em função das raças progenitoras (NRC, 2000).

No entanto, Cubas et al. (2001), ao avaliarem, em matrizes Nelore, o peso ao nascimento de bezerros Nelore (28,5 kg) e Nelore x Angus (29,4 kg), não encontraram diferença significativa, o que pode estar relacionado ao fato de ambas as raças formadoras (Angus e Nelore) possuírem tamanhos à maturidade semelhantes. Segundo Silva et al. (2012), bezerros nascidos de matrizes Brangus a pasto apresentaram 33,55 kg de peso corporal ao nascimento.

O peso do bezerro ao nascimento é um fator que está diretamente relacionado à demanda de energia para a gestação. A energia demandada pelo útero e placenta, também devem ser considerados, já que são responsáveis pela troca de calor, gases e água, e também pela produção de alguns hormônios. Por isso, o consumo de energia útero-placenta pode ser igual ou maior à exigência fetal, aumentando o metabolismo maternal, e assim suas exigências de proteína, energia e minerais, principalmente durante o terço final da gestação (NRC, 2000), o que está associado à maior taxa de crescimento e desenvolvimento do feto (Ferrel et al., 1976).

Outros fatores também exercem influência sobre as exigências de gestação, como o mês de nascimento e sexo, visto que são fontes reais de variação sobre o peso ao nascimento das crias, de tal forma, que também influenciam o peso à desmama de bezerros (Alencar & Barbosa, 1982). Animais machos são mais pesados ao nascimento, e essa sobreposição é mantida à desmama (Mendonça et al., 2003), podendo refletir sobre os indicadores de eficiência produtiva das matrizes.

1.2.3 Nutrição das vacas, condição corporal e balanço energético

Quando se trata da eficiência de rebanhos em gado de corte criados em pastagens, a disponibilidade de nutrientes é um dos fatores de maior impacto sobre o sistema produtivo. Conforme Minson (1990) pastagens com menos de 2000 kg de matéria seca (MS) por hectare levam a um menor consumo da forrageira e também a um aumento do tempo de pastejo.

A carga animal deve ser associada à oferta de massa forrageira, sendo que ofertas mais baixas tendem a se associar a níveis nutricionais limitantes, observando-se menores condições corporais de vacas nos diferentes momentos do ciclo produtivo (Fagundes et al., 2003).

O valor nutritivo das forragens também deve ser considerado, segundo Poppi & McLennan (1995), para que ocorra adequada atividade de microrganismos no ambiente ruminal, possibilitando assim a utilização de componentes da fibra da forragem ingerida, a dieta deve apresentar o teor mínimo de 7% de proteína bruta (PB). Níveis abaixo do descrito ocasionam decréscimos no consumo de forragem pelos animais refletindo em menores desempenhos.

À medida que as gramíneas se aproximam da senescência, os teores de PB diminuem gradativamente, em função da maior lignificação dos tecidos fibrosos e aumento do teor de fibra em detergente neutro (FDN), tornando parte do nitrogênio indisponível e reduzindo assim o teor de PB disponível para o animal (Paulino et al., 1999).

De acordo com Mathis et al. (2001), o baixo teor de nitrogênio e a lignificação dos tecidos, acabam prejudicando as condições ruminais e a digestibilidade. Consequentemente, a taxa de passagem e a degradação diminuem, ocasionando também a redução do consumo de matéria seca.

A qualidade da dieta (valor nutritivo) tem relação direta com o teor de energia. Teores de energia reduzidos prejudicam o coeficiente de digestibilidade, e assim, a transformação de energia metabolizável em energia líquida para mantença, gestação ou lactação pode ser menos

eficiente. Segundo o NRC (1981), o decréscimo do teor de EM da dieta de 3,2 para 2,1 Mcal/kg de matéria seca pode reduzir essa eficiência de 70 para 58%, tratando-se de energia para mantença, e de 50 para 25% para demandas de energia relacionadas ao ganho.

Dietas baseadas em sistemas extensivos que utilizam gramíneas tropicais apresentam menor eficiência de utilização da energia metabolizável para mantença (57,6%), quando comparadas a dietas à base de silagem de milho e grãos (maior que 65%) (Fox et al., 2003), o que está associado à composição e digestibilidade de cada alimento.

Adequar a oferta de nutrientes (quantidade e qualidade) à fase fisiológica das vacas e às suas exigências é essencial para que se tenha uma eficiência nutricional maior (Fonseca et al., 2012), já que mais de 70% dos custos são representados pela alimentação das vacas. Se for considerado o ciclo como um todo, até o abate do bezerro produzido, esse custo é de 50%, ou seja, a dieta das matrizes representa metade do custo da arroba produzida (Ferrel & Jenkins, 1984).

A incompatibilidade do *status* nutricional com o genótipo, favorece a ocorrência de resultados como os descritos por Mendonça et al. (2003), que ao avaliarem a eficiência nutricional de vacas *Bos taurus* manejadas em pastagens naturais encontraram valores de peso dos bezerros aos 205 dias de 148 kg em média. Os autores atribuíram os baixos índices zootécnicos à limitação nutricional com consequente baixa produção de leite. Além disso, atribuíram à limitação citada o fato do genótipo dos bezerros não ter influenciado o peso à desmama e a eficiência das vacas.

Da mesma maneira, Lobato et al. (2000), ao avaliarem vacas mestiças a pasto observaram que quando houve redução da massa forrageira/ha (1294 kg/MS/ha), as fêmeas em lactação perderam peso e apresentaram declínio na condição corporal, devido à mobilização de energia corporal para a produção de leite.

Por outro lado, Fagundes et al. (2003) mensurando a eficiência reprodutiva de vacas mestiças em pastagem nativa, em duas taxas de lotação, com massa forrageira inicial média de 2800 kg MS/hectare, observaram que, com a taxa de lotação adequada, ocorre maior desenvolvimento e acúmulo de forragem, e assim, as vacas apresentam escore ao parto acima do preconizado, e à desmama, melhor condição corporal (3,91 contra 3,00), o que é desejável tanto em nível reprodutivo quanto para a produção de bezerros (Hancock et al., 1985).

Utilizando-se pastagens adubadas, em condições de oferta de massa forrageira acima de 2000 kg de matéria seca/hectare, com taxa de lotação média aproximada de 1,25 UA/hectare, as vacas Nelore apresentaram em média ao acasalamento 405 kg de PC e escore de condição corporal de 3,3 (escala de 1 a 5), o que possibilitou elevadas taxas de produtividade (Vieira et al., 2005).

O manejo nutricional de matrizes após a desmama, antecedendo a parição, com ganho de peso corporal e consequentemente melhora na condição corporal, promove incrementos na produção leiteira e na performance reprodutiva (Buskirk et al., 1995). Em condições de campo, na maioria das vezes tanto a oferta como a qualidade da forrageira são baixas, prejudicando a produção de leite pelo não atendimento das exigências nutricionais.

O ajuste da carga animal de rebanhos de cria no pré-parto, mesmo em pastagens de baixa produtividade, é uma estratégia que permite que as vacas cheguem ao parto com condição corporal adequada (Potter & Lobato, 2004). As matrizes nessa fase devem apresentar ECC próximo a 3,00, numa escala de 1 a 5 (McManus et al., 2002), para que tenham reservas satisfatórias, e assim os índices produtivos e reprodutivos não sejam impactados negativamente pelo balanço energético negativo.

Vacas subalimentadas nessa fase podem dar origem a bezerros mais leves, apresentarem pior ECC ao parto e, se a restrição alimentar continuar, podem chegar a condições corporais extremas, afetando a próxima concepção e o peso do bezerro ao desmame

(NRC, 2000), em consequência do déficit no atendimento das exigências das vacas, principalmente aquelas relacionadas à lactação.

As exigências de lactação podem variar conforme alguns fatores, como a raça, potencial genético, capacidade de ingestão dos bezerros, estágio da lactação, idade. O atendimento das necessidades de nutrientes durante essa fase dependerá principalmente da nutrição e da condição corporal das matrizes, pré e pós-parto (NRC, 2000).

Nesse período, mesmo com dietas balanceadas, ocorre mobilização tecidual para produção de leite em vacas e grande parte dos nutrientes disponibilizados é direcionada à glândula mamária (Kozloski, 2009). Esse momento fisiológico, onde as exigências se sobrepõem à capacidade ingestiva das vacas, é denominado de balanço energético negativo.

O balanço energético negativo pode ser acentuado ainda mais pela baixa massa de forragem obtida, debilitando as matrizes, o que faz com que tenham, além de impactos reprodutivos, menor produção de leite e menor peso à desmama de suas crias (Potter & Lobato, 2004).

Vacas de corte sofrem alterações constantes na composição corporal durante o ano, através da deposição e mobilização de tecidos corporais. Isso está relacionado às condições de nutrição impostas e também à fase fisiológica que esses animais se encontram (Komaragiri et al., 1998).

Na fase de lactação, a demanda de energia é atendida através da ingestão de nutrientes e pela mobilização de reservas corporais, representadas principalmente pelo tecido adiposo (NRC, 2000). Vacas zebuínas tendem a mobilizar com maior intensidade suas reservas, acentuando ainda mais o balanço energético negativo, mantendo a produção de leite a partir de suas reservas em condições nutricionais desfavoráveis (Bustamante et al., 1997).

Nesse contexto, monitorar a quantidade de reservas corporais é indispensável para adequar o manejo de vacas, em função das grandes variações de suas exigências no decorrer

do ciclo produtivo. O ECC é uma medida que representa a quantidade de reservas corporais retida no corpo do animal (NRC, 2000), e reflete as reservas de gordura no corpo de vacas de cria (Domecq, et al., 1997).

A energia mobilizada ou retida não envolve necessariamente variação no peso das vacas, e em alguns momentos pode estar relacionada somente com a composição corporal (teores de gordura e proteína) (Rennó, et al., 2006).

A mobilização de tecido muscular pode ser acentuada se o grau de restrição for maior, e a eficiência de utilização de energia metabolizável desse tecido é menor quando comparada à utilização do tecido adiposo, devido a maiores perdas urinárias na forma de ureia e compostos nitrogenados (Owens et al., 1993). Assim, o balanço energético negativo pode ser acentuado pela baixa disponibilidade de forragem, e as reações citadas acima podem se tornar ainda menos eficientes.

No processo de mobilização tecidual para produção de leite em vacas em balanço energético negativo, o NRC (2000) considera que 1 kg de tecido corporal mobilizado corresponde a 5,82 Mcal de energia, utilizada com uma eficiência de 80%. No entanto, quando a mobilização das reservas corporais se intensifica, ocorre maior utilização de tecido muscular, e a eficiência de utilização da energia tende a diminuir.

O conteúdo de energia no corpo vazio de matrizes varia em função da condição corporal, onde matrizes muito magras (ECC =1) apresentam teor de 2,57 Mcal/kg, contra 7,57 Mcal/kg em matrizes muito gordas (ECC=5) (Buskirk et al., 1992). A energia proveniente da mobilização tecidual durante a lactação é utilizada para a produção de leite com uma eficiência de 0,82 (NRC, 2001).

As alterações metabólicas ocorridas após o parto, têm como objetivo principal, aumentar a concentração de glicose disponível no sangue para a produção de leite. Segundo Kozloski (2009) para síntese de leite é necessário que o fígado sintetize grandes quantidades

de glicose, a partir do ácido propiônico. A glândula mamária por si só já é responsável pela captação de 50% do acetato e glicose circulantes, para formação de gordura do leite e lactose, respectivamente, além disso pode usá-los para produção de energia através da oxidação.

A síntese de gordura do leite também ocorre através da utilização de ácidos graxos não esterificados captados na circulação sanguínea. A produção de leite também aumenta a demanda por aminoácidos do tecido mamário, que chega a responder por 25% da síntese proteica em vacas lactantes (Kozloski, 2009).

No período de lactação ocorre aumento nos níveis sanguíneos circulantes do hormônio do crescimento, levando a uma redução da insulina e, consequentemente, os efeitos do glucagon e adrenalina passam a afetar o metabolismo da vaca. De uma maneira geral, o fluxo de nutrientes é orientado para a glândula mamária, incluindo parte do que está sendo absorvido e também dos nutrientes provenientes da mobilização tecidual (Cunningham, 2004; Kozloski, 2009).

Ao contrário do que ocorre em monogástricos, o glicogênio não possui grande representação no armazenamento de energia nos ruminantes, mas durante o balanço energético negativo, a produção de glicose através da glicogenólise pode ser significativa. A glicogenólise hepática ocorre de forma acentuada, já a muscular de forma mais branda (Herdt, 2000). Mesmo assim, se não há um aporte adequado de ácido propiônico (gliconeogênese hepática), essa quantidade de glicose fica aquém das exigências da glândula mamária, o que reflete sobre a produção de leite (Lehninger et al., 1995).

No processo de mobilização tecidual, uma enzima tem grande importância, a lipase tecidual, que pela ação da adrenalina e glucagon, degrada o tecido adiposo, liberando ácidos graxos não esterificados e glicerol na circulação a partir de triglicerídeos. Os ácidos graxos são utilizados como fonte de energia, através da produção de ATP via beta-oxidação (Riegel,

2012). Durante a lactação, grande parte desses nutrientes é destinada à glândula mamária (Kozloski, 2009).

Por fim, a mobilização tecidual de aminoácidos também tem grande importância para matrizes bovinas em lactação, podendo ser utilizados para formação de glicose no fígado ou utilizados pela glândula mamária como fonte de energia e para formação da proteína do leite (Martin e Sauvant, 2007).

A produção de leite tem alta demanda de nutrientes provenientes da dieta e da mobilização de tecidos de reserva, dessa forma, é indispensável que, além do manejo nutricional, as fêmeas apresentem uma condição corporal adequada no pré-parto e durante a lactação, evitando assim a debilitação extrema das vacas.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, M. M., BARBOSA, P. F. Fatores que influenciam os pesos de bezerros Canchim ao nascimento e à desmama. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.10, p.1535-1540, 1982.

ALENCAR, M. M., TREMATORE, R. L., OLIVEIRA, J. A. L. et al. Características de crescimento até a desmama de bovinos da raça Nelore e cruzados Charolês x Nelore, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.40-46, 1998.

BARCELLOS, J.O.J.; LOBATO, J.F.P. Efeitos da época no nascimento de bezerros Hereford e suas cruzas. II. Pesos ao desmame, ano e sobreano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.1, p.150-157, 1992.

BRAGA NETTO, A.L.; FERNANDES, H.J.; SOUZA, J.C. et al. Época de prenhez e ordem de parição sobre fêmeas Nelore à desmama. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Brasília, 2012. **Anais...**Brasília: RBZ, 2012.

BUSKIRK, D. D., FAULKNER, D. B., IRELAND, F. A. Increased postweaning gain of beef heifers enhances fertility and milk production. **Journal of Animal Science**, v.73, p.937-946, 1995.

BUSKIRK, D. D., LEMENAGER, R. P., HORSTMANT, L. A. Estimation of net energy requirements (NE, and NEA) of lactating beef cows'. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3867-3876, 1992.

BUSTAMANTE, J. R. B., FONSECA, F. A., FONTES, C. A. A. et al. Efeito da condição corporal ao parto e da amamentação na eficiência reprodutiva de vacas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1090-1095, 1997.

CALEGARE, L. N. P. **Exigências e eficiência energética de vacas de corte Nelore e de cruzamentos Bos taurus x Nelore.** 2004. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CUBAS, A.C.; PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Desempenho até a desmama de bezerros Nelore e cruzas com Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.30, n.3, p.694-701, 2001.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2004. p. 410-431.

DAVIS, M. E., RUTLEDGE, J. J, CUNDIFF, L. V. et al. Life cycle efficiency of beef production: II. Relationship of cow efficiency ratios to traits of the dam and progeny weaned. **Journal of Animal Science,** v.57, p.852-866, 1983.

DOMECQ, J. J.; SKIDMORE, A. L.; LOID, J.W. et al. Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.2308-2313, 1997.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de diferentes métodos para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.21, n.4, p.691-702, 1992.

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

EUCLIDES, V. P. B. et al. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.273-280, 2007.

FAGUNDES, J.I.B.; LOBATO, J.F.P.; SCHENKEL, F.S. Efeito de duas cargas animais em campo nativo e de duas idades à desmama no desempenho de vacas de corte primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1722-1731, 2003.

FERNANDES, H. J.; CARAMALAC, L. S.; ROSA, E. P. et al. Avaliação da eficiência energética de matrizes bovinas em pastejo. In: II Workshop de Modernização da Pecuária - MODERPEC, Corrente, 2014. **Anais**... Corrente: MODERPEC, 2014.

FERREL, C.L.; GARRET, W. N.; HINMAN, N. et al. Energy utilization by pregnant and non-pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, 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**, v.58, n.1, p.234-243, 1984.

FONSECA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T. et al. Exigências nutricionais de vacas Nelores primíparas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.41, n.5, p.1222-1230, 2012.

FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, V.C.; SIQUEIRA, J.G. et al. Eficiência de utilização da energia alimentar para a produção de bezerros em vacas Nelore e mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.37, n.9, p.1650-1659, 2008.

FOX, D. G., SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations **Journal of Animal Science,** v.66, p.1475-1495, 1988.

FOX, D.G; TYLUTKI, T.P.; TEDESCHI, L.O. **Sistema de carboidratos e proteínas líquidos para avaliação da nutrição de rebanhos e excreção de nutrientes (CNCPS Versão 5.0)**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. 202p.

FRIES, L. A. 1996. Precocidade, Precocidade, Precocidade. **Revista Corte**, 1996. 22p.

HANCOCK, K. L.; KROP, J. R.; LUSBY, K. S. et al. The influence of postpartum nutrition and weaning age of calves on cow body condition, estrus, conception rate and calf performance of fall-calving beef cows. **Animal Breeding Abstract**, v.53, n.1, p.932, 1985.

HERDT, T. H. Ruminant adaptation to negative energy balance. In: HERDT, T. H. (Ed.) Metabolic Disorders of Ruminants, **Veterinarian Clinics of North American**, v.16, n.2, p.215-230, 2000.

JENKINS, T. G., FERREL, C. L. Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. **Journal of Animal Science**, v.70, n.6, p.1652-1660, 1992.

JENKINS, T. G.; FERREL, C. L. Conversion efficiency trough weaning of nine breeds of cattle. **Beef Research**, Progress Report, n.4, p.156-157, 1993.

JENKINS, T. G., FERREL, C. L. Productivity trough weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.2787-2797, 1994.

KOMARAGIRI, M.V.S.; CASPER, D.P.; ERDMAN, R.A. Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 2. Effect of dietary fat on mobilization of body fat and protein. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.169-175, 1998.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2.ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2009. 44p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: SARVIER. 1995. 839p.

LOBATO, J. F. P., MULLER, A., PEREIRA NETO, O. A. et al. Efeitos da idade à desmama dos bezerros sobre o desempenho reprodutivo de vacas de corte primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2013-2018, 2000 (supl. 1).

LOWMAN, B.G.; SCOTT, N.; SOMERVILLE, S. **Condition scoring beef cattle**. Edinburgh: Scotland College of Agriculture. 1976. 8p.

MATHIS, C.P.; COCHRAN, R.C.; HELDT, J.S. et al. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium-to low-quality forages. **Journal of Animal Science**, v.78, n.1, p.224-232, 2001.

MARTIN, O.; SAUVANT, D. Dynamic model of the lactating dairy cow metabolism. **Animal**, v.1, n.8, p.1143-1166, 2007.

McMANUS, C.; SAUERESSIG, M.G.; FALCÃO, R.A. et al. Componentes reprodutivos e produtivos no rebanho de corte da Embrapa Cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.648-657, 2002.

McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.131-168.

MENDONÇA, G.; PIMENTEL, M. A.; CARDELLINO, R. A. et al. Época de nascimento, genótipo e sexo de terneiros cruzas taurinos e zebuínos sobre o peso ao nascer, à desmama e eficiência individual de primíparas Hereford**. Ciência Rural**, v.33, n.6, p.1117-1121, 2003.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

MUNIZ, C. A. S. D., QUEIROZ, S. A. Avaliação do peso à desmama e do ganho médio de peso de bezerros cruzados, no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.504-512, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle.** 5. ed. Washinton: National Academy of Sciences, 1976. 74p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutritional energetics of domestic animals & Glossary of energy terms.**2.ed. Washington: National Academy Press, 1981. 54p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**.7.ed. Washington: National Academy Press, 2000. 243p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 8.ed. Washington, DC National Academy Press, 2001. 24p.

NEVILLE, W. E. Comparison of energy requirements of nonlacting and lacting Hereford cows and estimates of energetic efficiency of milk production. **Journal of Animal Science,** v.38, p.681-686, 1974.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science,** v.71, n.11, p.3138-3150, 1993.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; et al. Número de coletas da produção de leite na predição de modelos para estimativa da produção média diária de leite de vacas Nelore. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 146-156, 2009.

PAULINO, M. F. Misturas múltiplas na nutrição de bovinos de corte a pasto. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, Goiânia, 1999. **Anais...** Goiânia, 1999.p. 95-104.

PEROTTO, D., ABRAHÃO, J. J. S., KROETZ, I. A. Produtividade à desmama de novilhas Nelore e F1 *Bos taurus* x Nelore e *Bos indicus* x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1712- 1719, 2001.

POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journalof Animal Science**, v.73, n.1, p.278-290, 1995.

POTTER, B.A.A.; LOBATO, J.F.P. Efeitos de carga animal, pastagem melhorada e da idade de desmame no comportamento reprodutivo de vacas primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.1, p.192-202, 2004.

RENNÓ, F. P.; PEREIRA, J. C.; SANTOS, A. D. F. et al.Efeito da condição corporal ao parto sobre a produção e composição do leite, a curva de lactação e a mobilização de reservas corporais em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v. 58, p.220-233, 2006.

RESTLE, J. Grupo genético e heterose na produção de leite de vacas de corte submetidas a diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1329-1338, 2005.

RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; MOLETTA, J.L. et al. Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 585-597, 2003.

RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES, M. H. M. R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**, 1ª ed, Jaboticabal: 2006, p. 311- 332.

REYNOLDS, W. L., DEROUEN, T. M., KOONCE, K. L. Preweaning growth rate and weaning traits of angus, zebu and zebu-cross cattle. **Journal of Animal Science**, v.54, n.2, p.241, 1982.

RIEGEL, R. E. **Bioquímica**. 5.ed. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2012. p.128-145.

ROCHA, J. C. M. C.; TONHATI, H.; ALENCAR, M. M.; et al. Componentes de variância para o período de gestação em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia,** v.57, n.6, p.784-791, 2005.

SILVA, J. A.V.; MARCELO, E. T.; RIBEIRO, C. B. et al.Análise genética de características de crescimento e perímetro escrotal em bovinos da raça Brangus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.47, n.8, p.1166-1173, 2012.

SILVEIRA, J. C.; MC MANUS, C.; MASCIOLI, A. S. et al. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.6, p.1432-1444, 2004.

SIQUEIRA, J. G., FONTES, C. A. A., PEREIRA, A. L. et al. Exigência de energia de mantença e composição corporal e do ganho de vacas de corte adultas de três grupos genéticos confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2159-2167, 2007 (supl.).

TAYLOR, C. S.; YOUNG, G. B. Equilibrium weight in relation to food intake and genotype in twin cattle. **Animal Production**, v.10, n.3, p.393-412, 1968.

TEDESCHI, L. O.; BOIN, C.; FOX, D. G. et al. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science** , v.80, n.6, p.1671-1682, 2002.

TEDESCHI, L. O., FOX, D. G.; BAKER, M. J. et al**.** A model to evaluate beef cow efficiency. In: **Modeling Nutrient Utilization in Farm Animals**. J. Dijkstra, ed. CABI Publishing, Cambridge, MA. 2005.

VIEIRA, A., LOBATO, J. F. P., CORREA, E. S. et al. Produtividade e eficiência de vacas Nelore em pastagem de *Brachiaria decumbens* stapf nos Cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1357-1365, 2005.

WEISS, W. P. Predicting energy values of feed. In: Symposium: prevailing concepts in energy utilization by ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1802-1811, 1993.

2. ARTIGO 1

Resumo

Eficiência energética e produtiva de vacas Brangus e Nelore em pastejo

Objetivou-se comparar a eficiência produtiva e energética entre vacas Brangus e Nelore em condições de pastejo, através do emprego da relação de desmama e do índice de eficiência energética. Foram utilizadas 52 vacas, acompanhadas de seus bezerros, sendo: 25 vacas Nelore e 27 vacas Brangus. Foram avaliados durante um ciclo produtivo (1 ano) o peso corporal, o escore de condição corporal das vacas e o peso corporal dos bezerros, medido na desmama. Foram estimadas mensalmente as exigências de energia metabolizável de mantença, lactação e gestação das vacas, e suas distribuições proporcionais. Para determinação da eficiência produtiva e energética foram calculados a relação de desmama (RD, kg bezerro desmamado/kg de vaca) e o índice de eficiência energética (IEE, energia metabolizável total ano, Mcal/kg de bezerro desmamado). Os efeitos do grupo genético das matrizes foram avaliados segundo um delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se o teste T para comparação de médias. Avaliou-se a correlação de Pearson entre a energia total no ano, IEE, RD e peso das matrizes e bezerros. O grupo genético Brangus apresentou maior peso médio de vacas, maior exigência de mantença e maior demanda de energia total no ano em relação ao grupo genético Nelore ($P<0,05$). A eficiência nutricional entre as raças, dadas pelo IEE e RD, não diferiu significativamente ($P>0,05$) nas condições de massa de forragem apresentadas no decorrer do ano. Esses índices apresentaram alta correlação negativa entre eles (-0,94), o que é apropriado, possibilitando o uso de ambos para seleção de matrizes mais eficientes a pasto, e a produção de bezerros mais pesados. As vacas Brangus apresentaram a mesma eficiência energética de vacas Nelore, contudo, em condições de baixa oferta de forragem e restrição alimentar, o uso do genótipo zebuíno, adaptado e de menor exigência nutricional, pode ser mais apropriado.

Palavras-chave: balanço energético negativo; escore de condição corporal; massa de forragem; requerimentos nutricionais; sistema extensivo.

Abstract

Energy and productive efficiency of Brangus and Nelore cows under grazing

It was aimed with this study compare the productive and energetic efficiency between Brangus and Nelore cows at pasture, by the use of the weaning ratio (WR) and of the energy efficiency index (EEI). A total of 52 cows accompanied by their calves were used, as follows: 25 Nellore cows and 27 crossbred cows. During a production cycle (one year) were measured the body weight, body condition score of the cows and the body weight of calves at weaning. Were estimated monthly the metabolizable energy requirements for maintenance, lactation and pregnancy of cows, and their proportional distribution. To determine the productive and energetic efficiency were calculated the WR (kg of weaned calf/kg of cow) and EEI (metabolizable energy full year, Mcal/kg of weaned calf). The effects of genetic group of the cows were evaluated in a completely randomized design, using the T test to compare means. The Pearson correlation between the total energy in the year, EEI, WR and weight of calves and cows were evaluated. The genetic group Brangus showed greater weight of cows, higher demand for maintenance and total energy in the year compared to Nelore ($P<0.05$). The nutritional efficiency among the breeds, given by EEI and WR, did not differ significantly ($P>0.05$), at the presented forage mass condition during the year. These indexes showed high negative correlation between them (-0.94), which is appropriate, enabling the use of both to selection of more efficient cows at pasture, favoring the production of heavier calves. Brangus cows showed the same energy efficiency that Nelore cows, however, under conditions of low forage supply and feed restriction, the use of the adapted zebu genotype with lower nutritional requirements could be more favorable.

Keywords: body condition score; extensive system; forage mass; negative energy balance; nutritional requirements.

2.1 Introdução

As pastagens utilizadas para a produção de bezerros, geralmente são aquelas mais antigas, e nas quais já se encontram instaladas uma ou mais características do processo de degradação, o que associado à sazonalidade leva a baixos índices de produção (Euclides et al., 2007).

Essa ação traz implicações negativas, pois a pastagem se torna cada vez mais improdutiva e degradada, e a atividade passa a apresentar baixos índices zootécnicos, como longos intervalos entre partos, altas taxas de retorno ao cio, puerpério prolongado, baixos índices de desmama e peso dos bezerros aquém do esperado.

Nesse contexto, deve-se atentar para a adequação do genótipo animal utilizado, já que o investimento em raças mais produtivas, se não acompanhado de manejo nutricional satisfatório, pode trazer impactos negativos sobre a produção de bezerros, pois animais de maior potencial genético apresentam maiores exigências nutricionais (NRC, 2000).

Para que essa compatibilização seja alcançada, é essencial determinar quais vacas são capazes de produzir o kg de bezerro mais eficiente e, economicamente, o de menor custo (Fonseca et al., 2012). Além do impacto imediato, isso faria com que investimentos em raça, nutrição e fertilidade de solo se tornassem mais eficazes. No entanto, há poucas informações sobre a eficiência nutricional de rebanhos de cria sob pastejo.

Nesse contexto, objetivou-se comparar a eficiência produtiva e energética entre vacas Brangus e Nelore em condições de pastejo, através do emprego da relação de desmama e do índice de eficiência energética, além de avaliar a eficácia desses indicadores na seleção de vacas para a produção de bezerros.

2.2 Metodologia

As avaliações a campo foram desenvolvidas na Fazenda Chayene (TEMON), localizada no município de Bonito, Mato Grosso do Sul, nas coordenadas geográficas latitude

20°43'57,4"S, longitude 56°20'24,1"O. O clima regional foi classificado como tropical semi-úmido, conforme classificação de Strahler, com chuvas no verão e seca no inverno, precipitação por volta de 1500 mm/ano, com temperaturas médias variando entre 20°C e 28°C.

Foram utilizadas 52 vacas multíparas com 6 anos de idade em média, sendo 25 Nelore, com peso corporal inicial de 424,1 ± 46 kg, e 27 Brangus, com peso inicial de 447,7 ± 55 kg, acasaladas com touros Nelore, com bezerros nascidos entre os dias 22 de novembro de 2013 e 18 de janeiro de 2014, tendo suas progênies desmamadas em meados de julho de 2014, aos 211 ± 22 dias de idade.

Todos os animais permaneceram durante o período experimental em duas áreas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sob o sistema de pastejo contínuo adotado na fazenda, com carga animal média de 504,0 kg/ha, com suplementação mineral à vontade. A primeira área foi pastejada de agosto a novembro de 2013, e a segunda de dezembro de 2013 a agosto de 2014. Nos meses de maio e julho de 2014, foram utilizadas adicionalmente duas áreas de pastagem vedadas no início do ano, através da técnica de pastejo diferido.

Foram realizadas coletas mensais da forrageira, simulando manualmente o pastejo, durante o período de setembro de 2013 a agosto de 2014 para avaliação da composição bromatológica da pastagem (Euclides et al., 1992). Após homogeneização, retirava-se uma amostra composta que era encaminhada para análise. Simultaneamente, ocorriam avaliações mensais de massa de forragem por hectare (kg MS/ha) através de vinte e cinco lançamentos aleatórios de quadrado metálico de 0,5m x 0,5m, seguido por corte rente ao solo de todo o material contido dentro do quadrado (McMeniman, 1997). Após a coleta, a amostra total era homogeneizada e pesada, e retirava-se uma amostra composta para avaliação do teor de MS.

As amostras de forragem foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMS, onde passaram por uma pré-

secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 55ºC por 72h e em seguida foram trituradas em moinho de faca, em peneira com crivo de 1 mm de diâmetro.

As determinações de matéria seca (MS), cinzas (C), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina (H_2SO_4 72%) (L) foram realizadas segundo as técnicas descritas pela AOAC (1990), e as de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp), segundo Van Soest (1991). Para a determinação de carboidratos não fibrosos (CNF) foi adotada a metodologia descrita por Weiss (1999) (Tabela 1).

Tabela 1 Composição bromatológica das amostras de simulação de pastejo em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o ano experimental

Mês	Composição bromatológica (% MS)[1]							
	MS	C	PB	EE	FDNcp	CNF	L	PIDA
setembro/13	27,39	10,32	9,54	2,58	56,77	20,79	4,18	5,26
outubro/13	27,65	13,23	8,69	0,90	59,88	17,30	3,11	3,47
novembro/13	22,29	10,72	13,27	3,68	52,79	19,54	1,97	3,95
dezembro/13	23,83	8,57	10,43	1,34	64,38	15,28	3,08	1,32
janeiro/14	29,12	9,24	8,19	1,68	65,25	15,63	3,01	0,74
fevereiro/14	24,24	12,54	12,71	1,59	66,15	7,02	3,85	2,17
março/14	27,71	13,61	7,33	1,10	72,16	5,80	3,02	1,67
abril/14	23,57	9,41	9,68	1,55	61,39	17,97	2,75	2,27
maio/14	28,11	10,30	8,17	2,04	65,34	14,15	4,53	2,42
junho/14	33,12	13,01	6,81	1,05	73,62	5,51	5,51	0,93
julho/14	38,69	6,17	3,51	1,47	73,19	15,66	5,07	1,67
agosto/14	25,41	12,78	9,99	1,38	70,26	5,58	4,34	2,07

[1]MS: matéria seca; C: cinzas; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: carboidratos não fibrosos; L: lignina; PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido.

As estimativas do conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT) da forragem foram obtidas através da avaliação da composição químico-bromatológica mensal das amostras de pastejo simulado por meio das equações do NRC (2001), considerando a digestibilidade verdadeira dos nutrientes (*dv*) (Equações [1-5]):

$$CNFdv = 0{,}98\, x\, (100 - [FDNcp + PB + AG + C])\, x\, FAP \quad [1]$$

$$PBdv = PB\, x\, exp(-1{,}2\, x\, [PIDA/PB]) \quad [2]$$

$$FDNdv = 0{,}75\ x\ (FDNcp - L)\ x\ (1 - [L/FDNcp]^{0{,}667}) \quad [3]$$

$$AGdv = EE - 1\ (se\ EE < 1, AGdv = 0) \quad [4]$$

$$NDT(\%) = CNFdv + PBdv + (EEdv\ x\ 2{,}25) + FDNdv - 7 \quad [5]$$

Onde: *CNFdv* = carboidratos não-fibrosos; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB*dv* = proteína bruta; AG*dv* = ácidos graxos; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; C = cinzas; L = lignina; FAP = fator de ajuste de processamento (FAP forragem = 1).

As matrizes foram avaliadas a cada três meses durante um ano, sendo a primeira avaliação em setembro de 2013, e a última em agosto de 2014. Em cada avaliação foi medido o peso corporal sem jejum (PC), e atribuído o escore de condição corporal das vacas (ECC), de acordo com uma escala de 1 a 5, utilizando a média de três avaliadores treinados, segundo metodologia de Lowman et al. (1976). Os bezerros foram identificados ao nascimento, sendo registradas as datas de parição, além da data de desmama, quando os bezerros foram pesados.

O peso das vacas em cada uma das avaliações foi utilizado para estimar o peso destas a cada mês, por interpolação destes dados. O peso médio das vacas a cada mês foi utilizado para se estimar as exigências de energia metabolizável para mantença (EMm) naquele mês (NRC, 2000) (Equação [6]).

$$EMm = \frac{0{,}077\ Mcal\ \ x\ (Peso\ corporal)^{0{,}75}}{0{,}64} \quad [6]$$

Para o cálculo das exigências de gestação utilizou-se um período de gestação de 294 dias, sugerido por Rocha et al. (2005) para vacas Nelore criadas a pasto. A data do parto foi utilizada para obtenção dos dias de gestação das matrizes em cada mês de avaliação (Equação [7]).

$$Dias\ de\ gestação(Dgest) = 294 - (Dp - Da) \quad [7]$$

Onde: *Dias de gest*ação, é o número de dias de gestação ao qual a vaca se encontra na data a ser avaliada (dias); *Dp*, é a data do parto (data); *Da*, é a data do dia que se deseja avaliar (data);

A partir dessas informações foram calculadas as exigências de energia metabolizável de gestação, de acordo com o NRC (2000) (Equação [8]).

$$EMgest = 30\ x\ (0{,}4504 - 0{,}000766\ x\ Dgest)\ x\ exp(0{,}03233 - 0{,}0000275\ x\ Dgest) \quad [8]$$

Onde: a constante *30* é a média de peso ao nascimento de bezerros de corte na fazenda.

Para se estimar a produção de leite e as exigências de energia para lactação, avaliaram-se 09 vacas, sendo 05 da raça Nelore, e 04 da raça Brangus, aos 98 dias de lactação, em média, conforme metodologia descrita por Pacheco et al. (2009).

Após a mamada de esgota, as vacas foram separadas dos bezerros ao final da tarde do dia anterior à ordenha, cerca de 12 horas antes do seu início. No dia seguinte, as vacas foram contidas em tronco de contenção individual, receberam 2,0 mL de ocitocina em concentração de 10 U.I./mL via intravenosa, e foram ordenhadas manualmente, esgotando-se os quatro quartos da glândula mamária. O horário de ordenha foi registrado, o leite produzido foi pesado, e a produção então ajustada para 24 horas (Equação [9]).

$$Produção\ de\ leite\ (\frac{litros}{dia}) = \frac{Produção\ de\ leite\ na\ ordenha\ x\ 60\ minutos\ x\ \ 24\ horas}{Tempo\ (minutos) entre\ aparte\ e\ ordenha} \quad [9]$$

Posteriormente, uma amostra (100 ml) de leite foi retirada e encaminhada ao laboratório para análise do teor de gordura, através da metodologia de determinação de lipídios em leite fluido pelo método de Gerber (BRASIL, 2006).

A partir da data do parto de cada vaca no ano avaliado, obteve-se o número de dias de lactação no momento da medição (Equação [10]).

$$Dias\ de\ lactação\ =\ Da - Dp \qquad [10]$$

Onde: *Dias de lac*tação, é o número de dias de lactação da vaca a ser avaliada (dias); *Dp,* é a data do parto (data); *Da,* é a data do dia da medição (data);

Em seguida, estimou-se a produção projetada de leite para a data média de cada mês de lactação até a desmama (nos dias 15, 45, 75, 105, 135, 165, 195 da lactação), através da equação proposta por Restle et al. (2003) para vacas Nelore produzindo em pasto (Equação [11]).

$$Prod.proj. = 4{,}4908 + 0{,}0272\ x\ Dia\ a\ estimar\ - 0{,}000189\ x\ Dia\ a\ estimar^2 \qquad [11]$$

A partir dessa mesma equação, obteve-se a produção projetada para o dia de lactação em que foi realizada a medição em cada vaca. A relação entre essa produção medida na vaca (kg) e as produções projetadas pela equação foi utilizada para a obtenção da produção diária de leite estimada em cada mês do período de lactação (Equação [12]).

$$Prod.Leite\ est.\left(\frac{kg}{dia}\right) = Prod.proj.dia\ \ (kg)\ x\ \frac{Prod.medida\ na\ vaca\ (kg)}{Prod.proj.dia\ da\ medida\ (kg)} \qquad [12]$$

Onde: *Prod. leite est.* é a produção diária de leite da vaca estimada para uma das datas médias de cada mês, kg; *Prod. Proj. dia* é a produção projetada pela Equação [11] para o dia de lactação que se deseja estimar, kg; *Prod. medida na vaca* é a produção diária de leite observada na vaca na data da avaliação, kg; *Prod. proj. dia da medida* é a produção projetada pela Equação [11] para o dia de lactação em que se avaliou a vaca, kg.

A energia contida no leite (ELleite) foi estimada segundo a Equação [13] (NRC, 2000):

$$ELleite\ (\frac{Mcal}{kg})\ =\ 0{,}097\ x\ gordura\ (\%)\ +\ 0{,}361 \qquad [13]$$

Onde: gordura é a quantidade de gordura presente no leite, %.

O total de energia líquida diária secretada no leite foi calculado como sendo a produção média diária de leite das vacas em cada mês do período de lactação (PMD), multiplicada pela ELleite (Equação [14]):

$$EL\ diária\ secretada\ no\ leite\ (\frac{Mcal}{dia}) =\ PMD\ x\ ELleite \qquad [14]$$

Onde: PMD é a produção média diária de leite das vacas em cada mês do período de lactação (kg/dia) e ELleite é a energia líquida contida no leite, Mcal/kg (Equação [13]).

A partir dessas informações foram então estimadas as exigências diárias de energia metabolizável para lactação em cada mês, conforme NRC (2000), utilizando-se a energia líquida diária secretada no leite, e considerando-se uma eficiência de utilização de 0,64 (Equação [15]).

$$EMl\ =\ \frac{EL\ diária\ secretada\ no\ leite\ (\frac{Mcal}{dia})}{0{,}64}\ x\ dias\ de\ lactação \qquad [15]$$

Os bezerros foram pesados sem jejum na desmama e os pesos foram então ajustados linearmente para os 205 dias de vida dos animais (Equação [16]).

$$P205\ =\ \frac{(PD-30)}{idbez}\ x\ 205\ +30 \qquad [16]$$

Onde: *P205* é o peso ajustado para os 205 dias de vida, kg; a constante *30* é a média de peso ao nascimento de bezerros de corte na fazenda; *PD* é o peso do bezerro à desmama, kg; *idbez*

é a idade do bezerro à desmama, em dias, e; a constante 205 é a idade do bezerro para a qual se deseja ajustar o peso.

Os dados de peso ajustados foram então corrigidos para o efeito de sexo do bezerro pelo método dos quadrados mínimos (P205s).

A partir dos dados coletados foi calculado o consumo médio diário de energia metabolizável das vacas. O IEE foi estimado dividindo-se o consumo energético total das matrizes durante o ano pelo peso corrigido (P205s) dos bezerros desmamados (Tedeschi et al., 2005).

Já a relação de desmama (RD) foi estimada pela divisão do peso do bezerro corrigido à desmama pelo peso da matriz à desmama.

O efeito da raça das vacas sobre as variáveis de produção e índices de eficiência foi avaliado segundo um modelo inteiramente casualizado, utilizando-se o PROC GLM do software SAS University (Sas Institute Inc. Cary, CA, USA), e as médias comparadas aplicando-se o teste T.

Os índices de eficiência (IEE e RD) foram submetidos à análise de correlação de ranking de Spearman. Avaliou-se ainda o coeficiente de correlação de Pearson entre a energia metabolizável total consumida no ano, o IEE, a RD, o peso médio das matrizes e o peso à desmama dos bezerros. Para isso adotou-se o PROC CORR do mesmo software. Em todos os procedimentos estatísticos adotou-se $\alpha = 0,05$.

2.3 Resultados e discussão

No decorrer das estações a forragem selecionada pelas vacas apresentou, de forma geral, valores de NDT acima de 50% da MS (Figura 1). De acordo com Lista et al. (2008), pastagens tropicais, com adequada oferta de forragem, e valores de NDT em torno de 51% da

MS, são capazes de atender as exigências de mantença e ainda promover ganho de peso nos animais em pastejo.

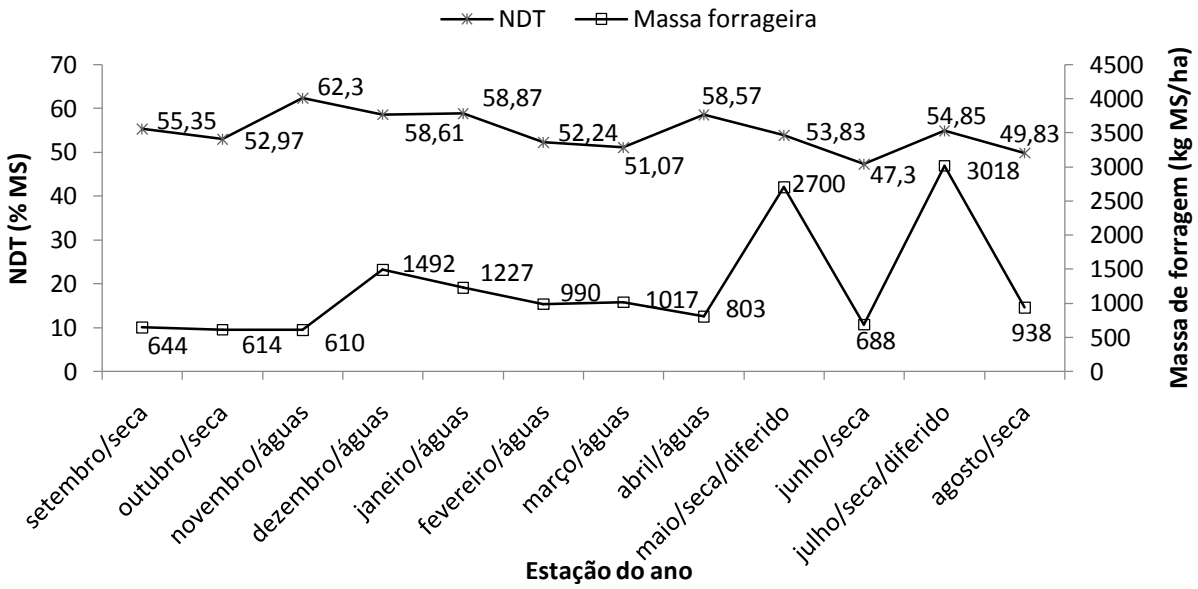

Figura 1 Variação da massa de forragem (kg de matéria seca/ha) e NDT (% MS) durante o ciclo de produção nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Os valores de proteína bruta (PB) (Figura 2) se mantiveram acima do nível de 7,00% estabelecido por Poppi & McLennan (1995), como mínimo para que ocorra adequada atividade de microrganismos no ambiente ruminal, durante a maior parte do ano. Isto favoreceu a utilização de componentes da fibra da forragem ingerida como fonte de energia.

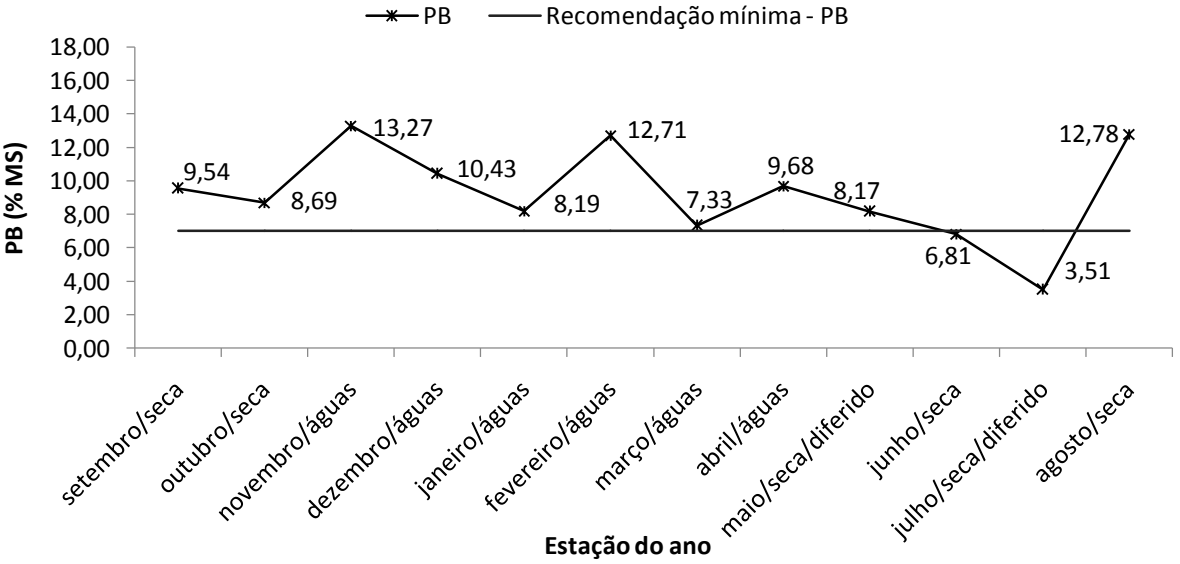

Figura 2 Variação da proteína bruta (% MS) durante o ciclo produtivo nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Da mesma forma, os valores aqui obtidos de PB, estão em conformidade com os descritos pelo NRC (2000), o qual recomenda, para uma produção média diária de leite de 6,64 kg, que a dieta deva apresentar valores médios de proteína bruta em torno de 8,00% da MS.

No entanto, apesar do valor nutritivo estar de acordo com a literatura para que sejam alcançados índices produtivo adequados, a massa de forragem (kg MS/ha) apresentou durante a maior parte do período avaliado valores reduzidos (Figura 1), o que pode ter comprometido o desempenho dos animais. Conforme Minson (1990), a baixa disponibilidade de matéria seca (MS) por hectare leva a um menor consumo da forrageira e também a um aumento do tempo de pastejo, prejudicando assim o atendimento das exigências nutricionais.

As vacas Brangus apresentaram maior peso médio em relação às Nelore (P<0,05) (Tabela 2), o que segundo Owens et al. (1993) é explicado pelo fato de que animais de genótipos de diferentes portes atingem a maturidade em pesos distintos.

Tabela 2 Características corporais de vacas Brangus e Nelore e suas crias em pastejo

Variável	**Raça da Vaca**		**CV%**	**Valor P**
	Nelore	Brangus		
Peso corporal médio da vaca, kg	397,6	430,9	10,51	0,0082
Peso corporal da vaca à desmama, kg	390,9	424,1	9,44	0,0246
Peso corporal do bezerro 205s, kg	147,2	150,1	13,97	0,6093
ECC da vaca ao parto, 1 - 5	2,44	2,45	15,37	0,7423
ECC da vaca à desmama, 1 - 5	2,25	2,19	12,34	0,5627

Animais de maior tamanho adulto geralmente produzem bezerros mais pesados à desmama, porém, em sistemas de baixa oferta de alimentos, podem não alcançar maiores produtividades, tornando-se ineficientes (Davis et al., 1983).

Em consonância com essa premissa, as matrizes Brangus, de maior porte, não desmamaram bezerros mais pesados em relação às vacas Nelore (P>0,05) (Tabela 2), permitindo inferir que a quantidade de massa de forragem apresentada não permitiu a expressão do maior potencial produtivo desses animais.

Condições de restrição alimentar acentuam o balanço energético negativo iniciado pela fase de lactação, fazendo com que as vacas apresentem, além de impactos reprodutivos negativos, menor produção de leite e menor peso à desmama de suas crias (Potter & Lobato, 2004). Vacas subalimentadas na fase pré-parto podem apresentar pior escore corporal ao parto, e se a restrição alimentar continuar podem chegar a condições corporais extremas, afetando a próxima concepção e o peso do bezerro ao desmame (NRC, 2000).

O peso corporal médio à desmama dos bezerros (Tabela 2) apresentou-se contrastante aos valores encontrados por outros autores: 213 kg para bezerros mestiços Angus x Nelore x Canchim (Albertini, 2006), 184 kg para bezerros Brangus (Silva et al., 2012) e 170 kg para bezerros Nelore (Silveira et al., 2004), reforçando a ideia de que as condições de pastejo impostas neste experimento afetaram negativamente a produção de bezerros, em especial das vacas Brangus.

Mendonça et al. (2003), ao avaliarem vacas taurinas da raça Hereford em pastagem, encontraram peso médio à desmama de bezerros Hereford x Nelore de 147,6 kg aos 205 dias de idade, e associaram o baixo desempenho à limitação nutricional imposta pela baixa oferta de forragem do estudo.

Durante o decorrer do ciclo produtivo as matrizes apresentaram variação na quantidade de energia corporal, representada pela oscilação no ECC das vacas, entre o nascimento e a desmama dos bezerros, o que está associado, principalmente, ao aumento das exigências em função da lactação (Tabela 2).

Segundo Bustamante et al. (1997), vacas zebuínas tendem a mobilizar com maior intensidade suas reservas corporais, acentuando ainda mais o balanço energético negativo, mantendo a lactação a partir dessas reservas em condições nutricionais desfavoráveis. No entanto, não foi observada divergência na capacidade de mobilização tecidual entre os grupos genéticos: as vacas Nelore apresentaram ECC à desmama de 2,25 e as Brangus ECC de 2,19

(P>0,05) (Tabela 2). Isso pode estar relacionado ao fato de que as matrizes Brangus, por apresentarem herança genética zebuína, possam ter preservado características de rusticidade e adaptabilidade.

A produção média de leite e o teor de gordura do leite não diferiram entre os genótipos (P>0,05) (Tabela 3). Esses resultados favoreceram a paridade na quantidade de energia ingerida pelo bezerro diariamente (P>0,05), que está relacionada de forma direta com a produção e a composição do leite (Fonseca et al., 2012).

Tabela 3 Características da lactação de vacas Nelore e Brangus em pastejo

Variável	**Raça da Vaca**		**CV%**	**Valor - P**
	Nelore	Brangus		
Produção média de leite, kg/dia	3,16	3,21	21,62	0,9226
Teor de gordura, %	3,46	3,15	23,65	0,5749
EL do leite, Mcal/kg	0,697	0,667	11,14	0,5717
EL diária secretada no leite, Mcal/dia	2,20	2,14	24,29	0,7865

De maneira oposta, Calegare (2004), em condições de atendimento das exigências nutricionais, relataram que vacas mestiças Angus x Nelore, de maior peso adulto em relação aos animais Nelore, apresentaram maior potencial de produção de leite.

Albertini (2006) observou ainda que vacas Angus x Nelore, em condições de 100% de exigências atendidas, apresentaram produção diária de leite média de 6,18 kg, com 4% de gordura, e fornecimento diário de EL no leite de 5,37 Mcal. Da mesma forma, Restle et al. (2003) trabalhando com vacas Nelore a pasto, observaram uma produção de 5,4kg/dia, com 3,88% de gordura. Essa divergência em relação à literatura, quanto aos níveis de produção leiteira, pode estar relacionada à baixa quantidade de massa de forragem apresentada aqui, restringindo os nutrientes disponibilizados para a produção de leite (Figura 3).

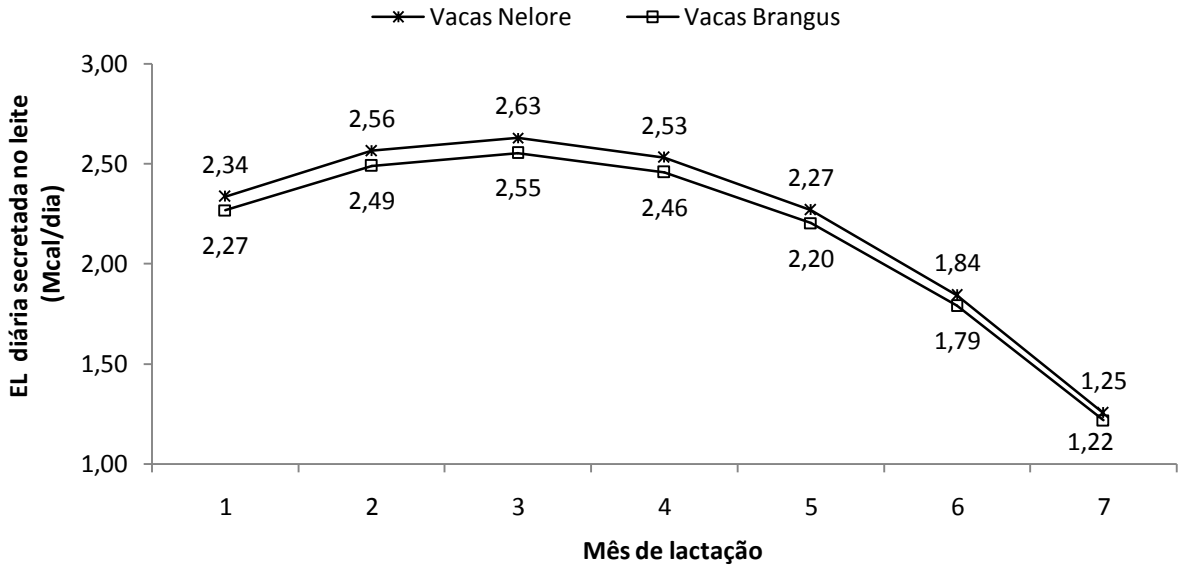

Figura 3 Estimativa da quantidade de energia líquida diária secretada no leite (Mcal/dia) das vacas Nelore e Brangus durante o período de lactação

As alterações metabólicas ocorridas após o parto, têm como objetivo principal, aumentar a concentração de glicose e de outros precursores disponíveis no sangue para a produção de leite. No entanto, se o aporte de nutrientes for reduzido, como no presente estudo, a quantidade de ácidos propiônico e acético produzidos no rúmen pode não ser suficiente para a formação de glicose e de gordura do leite, ficando aquém das exigências da glândula mamária (Lehninger et al., 1995).

As mudanças metabólicas visam manter a lactação e satisfazer as funções basais dos animais para sua mantença. As exigências de mantença de vacas representam uma proporção significativa da energia alimentar necessária à produção de bezerros (Ferrel & Jenkins, 1984). Essa relação foi mantida no presente estudo (Tabela 4), onde os dois grupos genéticos utilizaram mais de 70% de toda a energia requerida no ano para a mantença.

As vacas de ambos os grupos não apresentaram diferença na distribuição proporcional para as demandas de energia para mantença e gestação. Os valores observados são próximos aos descritos pelo NRC (1976), onde fêmeas bovinas (500 kg) apresentaram durante um ciclo

de produção um valor de 6760 Mcal EM total, sendo 4825 Mcal EM para mantença (0,7138), 535 Mcal EM para gestação (0,0791) e 1400 Mcal EM para lactação (0,2071).

Tabela 4 Partições de energia metabolizável (EM) de vacas Nelore e Brangus em pastejo

Variável	Raça da Vaca		CV%	Valor - P
	Nelore	Brangus		
EM mantença, Mcal	3.906,7	4.149,4	7,94	0,0087
EM gestação, Mcal	800,4	781,6	22,98	0,7106
EM lactação, Mcal	746,1	754,9	6,11	0,4848
EM total no ano, Mcal	5.453,2	5.686,0	6,54	0,0255
Proporção energia mantença	0,716	0,723	5,95	0,0991
Proporção energia gestação	0,147	0,137	53,44	0,3350
Proporção energia lactação	0,137	0,133	14,86	0,6113

Albertini (2006) encontraram valores de EM de mantença na ordem de 4223 Mcal EMm/ano (11,57 Mcal/dia) e EM de lactação de 1810 Mcal, em 210 dias de lactação (8,62 Mcal/dia), para vacas Angus x Nelore, com peso vivo médio de 444,1 kg e produção diária média de leite de 6,18 kg, com 4% de gordura. Já vacas de cria Nelore de 400,00 kg de peso corporal apresentaram valores de EMm de 4208 Mcal/ano (11,53 Mcal/dia) (Valadares Filho et al., 2010).

Os valores de energia de mantença obtidos apresentaram-se em acordo com os citados por esses autores. Entretanto, os valores proporcionais e absolutos de energia para lactação apresentaram-se contrastantes, em consequência da variação na produção de leite.

As vacas da raça Brangus apresentaram uma exigência de mantença (4.149,4 Mcal/ano) 6,0% maior que as matrizes Nelore (3.906,7 Mcal/ano) ($P<0,05$). Essa diferença pode ser atribuída à variação de peso observada entre os genótipos. Segundo Taylor & Young (1968), o porte dos animais interferem diretamente nas exigências de mantença.

Bovinos de portes diferentes atingem a maturidade em pesos distintos, e assim apresentam variação nas exigências de mantença (Owens et al., 1993; NRC 2000). Conforme o NRC (2000), bovinos zebuínos tendem a requerer em torno de 10% menos energia total

para mantença que animais taurinos, enquanto os mestiços tendem a apresentar valores intermediários.

Já em relação à energia demandada pela gestação, as vacas de ambos grupos genéticos não apresentaram diferença significativa (P>0,05). A utilização de energia na gestação está associada à maior taxa de crescimento e desenvolvimento do feto, e consequentemente com o peso ao nascer dos bezerros (Ferrel et al., 1976). Como as raças progenitoras (Nelore e Brangus) apresentam peso do bezerro ao nascer por volta de 30,0 kg (NRC, 2000; Cubas et al., 2001), houve paridade na energia demandada na gestação observada entre as vacas.

Apesar das vacas Brangus terem demandado mais energia para mantença e energia total no ano do que as vacas Nelore (P<0,05), o fato do peso dos bezerros ter sido numericamente maior para aqueles oriundos de matrizes Brangus (P>0,05), pode ter contribuído para que o IEE e a RD fossem equivalentes entre os grupos genéticos (P>0,05) (Tabela 5).

Tabela 5 Relação de desmama (RD) e índice de eficiência energética (IEE) de vacas Nelore e Brangus em pastejo

Variável	**Raça da Vaca**		**CV%**	**Valor P**
	Nelore	Brangus		
RD, kg bezerro/kg vaca	0,37	0,36	17,27	0,7897
IEE, Mcal/kg	37,8	38,8	16,42	0,8544

As vacas Brangus não apresentaram maior habilidade materna que possibilitasse maior eficiência, reforçando o fato de que, em condições nutricionais limitantes, genótipos superiores não expressam todo seu potencial genético, podendo inclusive apresentar resultados inferiores. Essa interação também foi observada por Restle et al. (2003) avaliando vacas Nelore e Charolês em pastagem, onde concluíram que as limitações nutricionais da pastagem não favorecem a expressão de um maior potencial para a produção de leite.

Quando as condições de pastejo atenderam integralmente as exigências, vacas mestiças apresentaram relação de desmama de 0,41, maior que a relação de 0,38 obtida em

vacas Nelore (Euclides Filho et al., 1995). Da mesma forma, ao avaliarem vacas Nelore em pastejo contínuo com suplementação protéica, Braga Netto et al. (2012) encontraram relação de desmama de 0,43. Albertini (2006) avaliando vacas Angus x Nelore em condições de pleno atendimento das exigências nutricionais, relataram uma relação de desmama de 0,49, contrastando com os valores encontrados no presente ensaio.

Em condições de 100% de atendimento das exigências, vacas Nelore apresentaram IEE de 40,5 Mcal de EM/kg de bezerro, enquanto vacas mestiças obtiveram IEE de 35,0 Mcal de EM/kg (Fontes et al., 2008). Os resultados citados permitem afirmar que matrizes mestiças são mais eficientes em sistemas onde há um equilíbrio entre produção forrageira e lotação animal, ou seja, condição nutricional que permita maior expressão da habilidade materna, como a maior produção de leite.

A expectativa de produção de bezerros maiores por vacas Brangus, por vezes, induz a seleção e uso de matrizes maiores, sem a implementação das melhorias necessárias associadas à nutrição no sistema de produção. Nesta situação, pelo fato de as vacas Brangus apresentarem maior demanda de energia de mantença e de energia total no ano ($P<0,05$) em relação às vacas Nelore, em condições de baixa oferta ou qualidade de forragem, o genótipo mais adaptado, Nelore, se torna mais vantajoso.

As forragens apresentam em média 2,0 Mcal de energia metabolizável/kg MS (Fox et al., 2003). Se considerada a diferença obtida nas exigências de energia para mantença de 243,0 Mcal entre as raças, cada vaca Brangus necessitaria consumir 121,5 kg de MS a mais por ano, o que corresponderia a cerca de 400 kg de pasto.

O resultado da análise de correlação de ranking de Spearman entre as vacas ranqueadas pelo IEE e pela RD, apresentou um coeficiente de correlação significativo de -0,91 ($P<0,05$). Isso demonstra haver correspondência na seleção pelos diferentes índices,

onde vacas selecionadas por um deles seriam predominantemente as mesmas que as selecionadas pelo outro.

Os dois índices de eficiência apresentaram correlação de Pearson alta e negativa (-0,94) (Tabela 6), mostrando que podem ser utilizados para a determinação das matrizes mais eficientes, e que a adoção de um deles levaria à evolução de ambos, confirmando o observado por Braga Netto et al. (2012). Isto vem reforçar o fato de que as vacas mais eficientes (menor IEE) apresentam maior peso do bezerro em relação ao peso da vaca (maior RD) (Figura 4), sem, no entanto, necessitar de mais energia para cada kg de bezerro produzido (menor IEE).

Tabela 6 Correlações de Pearson entre medidas de eficiência, peso dos animais e energia total no ano (ETA)

Variável	**RD**	**PCV**	**P205s**	**ETA**
Índice de eficiência energética (Mcal/kg)	-0,94*	0,27	-0,89*	0,42*
Relação de desmama (kg/kg)	-	-0,46*	0,77*	-0,53*
Peso corporal médio da vaca (PCV, kg)	-	-	0,12	0,88*
Peso corporal do bezerro 205s (P205s, kg)	-	-	-	-0,01

*P<0,05.

As relações observadas entre os índices e as características de vacas e bezerros permitem recomendações para a seleção e uso de matrizes em propriedades rurais a partir de ambos os índices. O uso da RD apresenta maior praticidade, mas a utilização desse índice favorece a seleção de vacas de menor porte. Essa interação deve ser considerada durante a utilização da RD em rebanhos de cria.

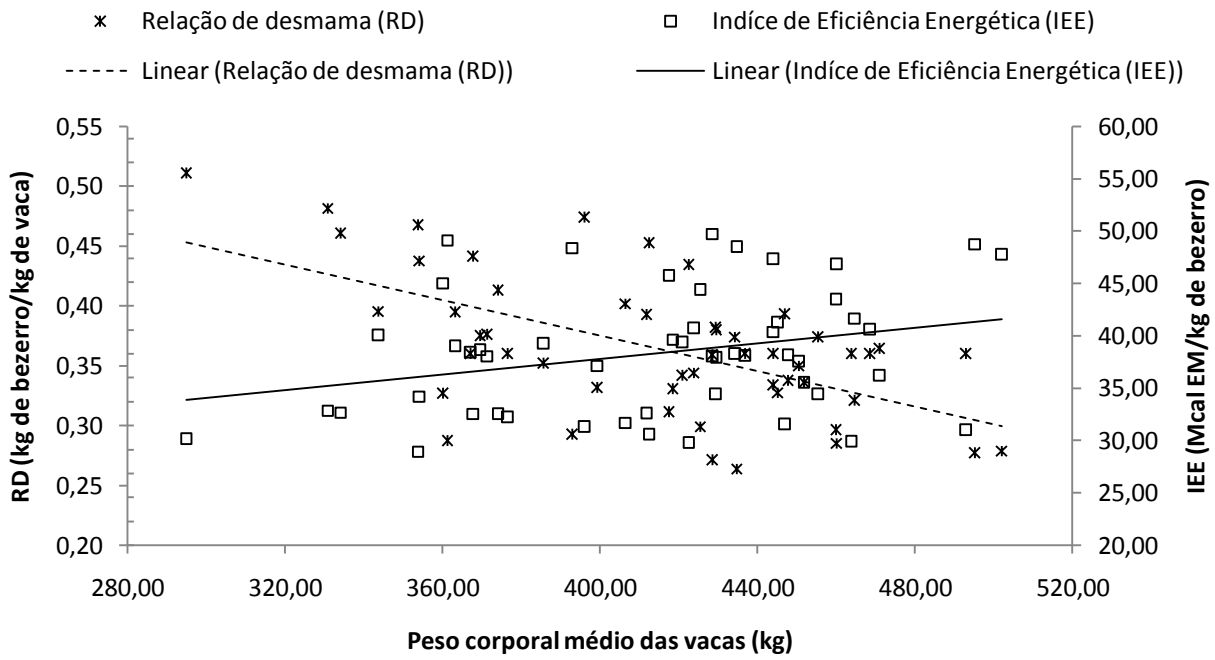

Figura 4 Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso corporal médio das vacas

Em relação ao índice de eficiência energética (IEE), observou-se que o indicador apresentou-se como uma ferramenta de maior acurácia, visto que considera as exigências dos animais durante o ciclo produtivo (Tedeschi et al., 2005), e não apresenta correlação significativa com o peso corporal das vacas.

Associado a isso, os índices de eficiência tiveram correlações altas com o peso do bezerro à desmama (Tabela 6, Figura 5). Isso significa que o peso das matrizes tem alguma interferência na eficiência do sistema, mas o produto final, ou seja, os quilos de bezerro desmamados são os maiores determinantes da eficiência nutricional do rebanho (Braga Netto et al., 2012). Nesse sentido, também pode-se afirmar que para a produção de bezerros mais pesados, não são necessárias vacas mais pesadas, visto que não houve correlação entre essas características.

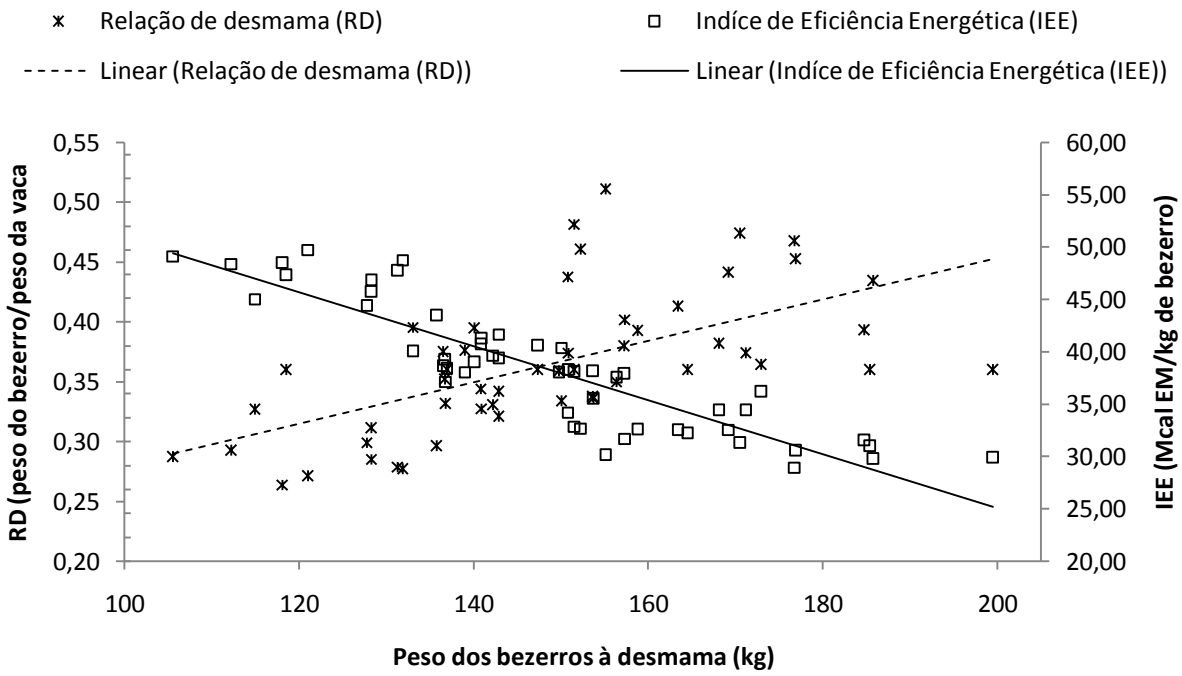

Figura 5 Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso dos bezerros à desmama

A energia total demandada pela vaca no ano tem alta correlação positiva com o peso da vaca, o que era esperado, já que a energia de mantença, que varia, basicamente, em função do peso corporal, representa a maior parte de toda a energia demandada pela vaca em um ano.

Por fim, o total de energia requerido no ano, tem correlações moderadas com as medidas de eficiência nutricional (0,42 para IEE; -0,53 para RD), ou seja, ao utilizar-se esses índices, selecionam-se matrizes que requerem menor energia total no ano, validando mais uma vez a utilização do IEE e RD como ferramentas para melhoria da utilização de nutrientes pelo rebanho.

2.4 Conclusões

Nas condições de pastejo avaliadas, as vacas Brangus não expressam um potencial genético superior para produção, e os grupos genéticos estudados apresentam a mesma eficiência energética e produtiva.

O IEE e a RD são índices aptos a serem utilizados como ferramentas para melhoria da eficiência produtiva e energética da produção de bezerros de corte em regime extensivo. No entanto, a RD acaba promovendo a seleção de vacas de menor peso corporal.

Referências

ALBERTINI, T, Z. **Consumo, eficiência alimentar e exigências nutricionais de vacas de corte na lactação e terminação**. 2006. 36f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: AOAC International, 1990. 1117p.

BRAGA NETTO, A. L.; FERNANDES, H. J.; SOUZA, J. C. et al. 2012. Época de prenhez e ordem de parição sobre fêmeas Nelore à desmama. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA.**Anais...**Brasília/DF, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Métodos analíticos físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Instrução Normativa 68, 2006. Brasília: Ministério da Agricultura, 2006.

BUSTAMANTE, J. R. B., FONSECA, F. A., FONTES, C. A. A. et al. Efeito da condição corporal ao parto e da amamentação na eficiência reprodutiva de vacas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1090-1095, 1997.

CALEGARE, L. N. P. **Exigências e eficiência energética de vacas de corte Nelore e de cruzamentos Bos taurus x Nelore.** 2004. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CUBAS, A. C.; PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J. J. S. et al. Desempenho até a desmama de bezerros Nelore e cruzas com Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.30, n.3, p.694-701, 2001.

DAVIS, M. E., RUTLEDGE, J. J, CUNDIFF, L. V. et al. Life cycle efficiency of beef production: II. Relationship of cow efficiency ratios to traits of the dam and progeny weaned. **Journal of Animal Science,** v.57, p.852-866, 1983.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de diferentes métodos para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.21, n.4, p.691-702, 1992.

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

EUCLIDES, V. P. B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R. N. et al. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.273-280, 2007.

FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. Energy utilization by mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types. **Journal of Animal Science**, v.58, n.1, p.234-243, 1984.

FERREL, C.L.; GARRET, W. N.; HINMAN, N. et al. Energy utilization by pregnant and non-pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, v.42, p.937-950, 1976.

FONSECA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T. et al. Exigências nutricionais de vacas Nelores primíparas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.41, n.5, p.1222-1230, 2012.

FONTES, C. A. A.; OLIVEIRA, V. C.; SIQUEIRA, J. G. et al. Eficiência de utilização da energia alimentar para a produção de bezerros em vacas Nelore e mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.37, n.9, p.1650-1659, 2008.

FOX, D.G; TYLUTKI, T. P.; TEDESCHI, L. O. **Sistema de carboidratos e proteínas líquidos para avaliação da nutrição de rebanhos e excreção de nutrientes (CNCPS Versão 5.0)**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. 202p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: SARVIER. 1995. 839p.

LISTA, F. N.; SILVA, J. F. C.; DETMANN, E. et al. Estimação do valor energético da pastagem e simulação de parâmetros do desempenho produtivo de novilhas em pasto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.130-138, 2008.

LOWMAN, B. G.; SCOTT, N.; SOMERVILLE, S. **Condition scoring beef cattle**. Edinburgh: Scotland College of Agriculture, 1976. 8p.

McMENIMAN, N. P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.131-168.

MENDONÇA, G.; PIMENTEL, M. A.; CARDELLINO, R. A. et al. Época de nascimento, genótipo e sexo de terneiros cruzas taurinos e zebuínos sobre o peso ao nascer, à desmama e eficiência individual de primíparas Hereford. **Ciência Rural**, v.33, n.6, p.1117-1121, 2003.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle.** 5 ed. Washinton: National Academy of Sciences, 1976.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**.7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 8.ed. Washington, DC National Academy Press, 2001.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science,** v.71, n.11, p.3138-3150, 1993.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; et al. Número de coletas da produção de leite na predição de modelos para estimativa da produção média diária de leite de vacas Nelore. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 146-156, 2009.

POPPI, D. P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journalof Animal Science**, v.73, n.1, p.278-290, 1995.

POTTER, B. A. A.; LOBATO, J. F. P. Efeitos de carga animal, pastagem melhorada e da idade de desmame no comportamento reprodutivo de vacas primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.1, p.192-202, 2004.

RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; MOLETTA, J. L. et al. Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 585-597, 2003.

ROCHA, J. C. M. C.; TONHATI, H.; ALENCAR, M. M.; et al. Componentes de variância para o período de gestação em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia,** v.57, n.6, p.784-791, 2005.

SILVA, J. A. V.; MARCELO, E. T.; RIBEIRO, C. B. et al.Análise genética de características de crescimento e perímetro escrotal em bovinos da raça Brangus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.47, n.8, p.1166-1173, 2012.

SILVEIRA, J. C.; MC MANUS, C.; MASCIOLI, A. S. et al. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.6, p.1432-1444, 2004.

TAYLOR, C. S.; YOUNG, G. B. Equilibrium weight in relation to food intake and genotype in twin cattle. **Animal Production**, v.10, n.3, p.393-412, 1968.

TEDESCHI, L. O., FOX, D. G.; BAKER, M. J. et al**. A model to evaluate beef cow efficiency**. In: Modeling Nutrient Utilization in Farm Animals. J. Dijkstra, ed. CABI Publishing, Cambridge, MA. 2005.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proceedings**... Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

3. ARTIGO 2

Resumo

Efeito do genótipo das progênies na eficiência energética de vacas Nelore em pastejo

Objetivou-se verificar os efeitos da utilização de bezerros cruzados ½ Angus x ½ Nelore sobre a eficiência energética de vacas Nelore em condições de pastejo, e avaliar o uso do índice de eficiência energética e da relação de desmama na seleção de vacas na atividade de cria. Foram utilizadas 38 vacas, acompanhadas de seus bezerros, sendo: 20 bezerros ½ Angus x ½ Nelore, e 18 bezerros Nelore. Foram avaliados durante um ciclo produtivo (1 ano) o peso corporal e o escore de condição corporal das vacas. O peso corporal dos bezerros foi medido na desmama. Foram estimadas mensalmente as exigências de energia metabolizável de mantença, lactação e gestação, e suas distribuições proporcionais. Para determinação da eficiência nutricional foram calculados a relação de desmama (RD, kg bezerro desmamado/kg de vaca) e o índice de eficiência energética (IEE, energia metabolizável total no ano, Mcal/kg de bezerro desmamado). Os efeitos do grupo genético dos bezerros foram avaliados segundo um delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se o teste T para comparação de médias ao nível de 5% de significância. Avaliou-se a correlação de Pearson entre a energia total no ano, IEE, RD, peso médio das matrizes e peso à desmama dos bezerros. A massa forrageira apresentou quantidade média de 1834 kg de matéria seca/ha, e o teor médio de NDT (nutrientes digestíveis totais) da pastagem selecionada pelos animais foi de 55,3% da matéria seca (MS), e para a PB (proteína bruta) a média foi de 9,03% da MS. Vacas de progênies cruzadas apresentaram à desmama bezerros mais pesados ($P<0,05$), com a mesma quantidade de energia requerida ($P>0,05$), tornando assim as matrizes de bezerros cruzados mais eficientes ($P<0,05$). Os índices de eficiência, RD e IEE, apresentaram correlação alta e negativa (-0,91), permitindo a utilização de ambos na avaliação da eficiência de rebanhos de cria, e a seleção focada em elevação do peso dos bezerros. A utilização de bezerros ½ Angus x ½ Nelore proporcionou maior eficiência do sistema de cria a pasto com vacas Nelore.

Palavras-chave: bezerros; escore de condição corporal; lactação; relação de desmama; requerimentos.

Abstract

Effect of calves genotype on energy efficiency of grazing Nelore cows

Aimed with this study evaluate the effects of crossbreed ½ Angus x ½ Nelore calves utilization on the energetic efficiency of Nelore cows under grazing conditions, as well as to evaluate the utilization of the energy efficiency index and the weaning ratio to select cows in the herds. Were used 38 cows, accompanied by their calves, being: 20 crossbreed calves (½ Angus x ½ Nelore), and 18 Nellore calves. The body weight and body condition score of the cows were evaluated during a productive cycle (1 year). The calves' body weight was measured at weaning. The metabolizable energy requirements of maintenance, lactation and gestation, and their proportional distributions were monthly estimated. The weaning ratio (WR, kg calf/kg of cow) and the energy efficiency index (EEI, total metabolizable energy year, Mcal/kg of weaned calf) were calculated for determination of nutritional efficiency. The effects of the genetic group of the calves were evaluated according to a completely randomized design, using the T test to compare means at the level of 5% of significance. The Pearson correlation was evaluated between the total energy of the year, EEI, WR and average weight of the cows and weaning weight of calves. The forage mass presented an average amount of 1834 kg of dry matter/ha, and the mean TDN content (total digestible nutrients) of the pasture selected by the animals was 55.3% of the dry matter (DM), and for CP (crude protein) the mean was 9.03% of DM. Cross-progeny cows presented heavier calves ($P<0.05$), with the same amount of energy required ($P>0.05$), thus making crossbreed calves cows more efficient ($P<0.05$). The efficiency indexes, WR and EEI, showed a high and negative correlation (-0.91), allowing the use of both in the evaluation of the efficiency of herds, and the selection focused on raising the weight of calves at weaning. The use of ½ Angus x ½ Nelore calves provided greater efficiency of the pasture system with Nelore cows.

Keywords: body condition score; calves; lactation; requirements; weaning ratio.

3.1 Introdução

Muitas técnicas e ferramentas vêm sendo desenvolvidas e aprimoradas com o intuito de melhorar a eficiência da pecuária de corte e da utilização de terras agricultáveis. Elevar a eficiência da atividade de cria é uma das formas mais efetivas de alcançar esses objetivos, visto que o maior consumo de nutrientes de toda a atividade pecuária ocorre nessa fase. Aproximadamente 70% de todos os nutrientes demandados para produção de um novilho são consumidos na fase de cria (Ferrell & Jenkins, 1993).

Entre as tecnologias mais difundidas está a utilização de genótipos superiores, através de inseminação artificial ou uso de touros de raça *Bos taurus*, aplicada com o intuito de associar atribuições de rusticidade e adaptação das matrizes zebuínas com o alto potencial produtivo de raças taurinas, além de trazer ao sistema de produção os benefícios da heterose (Teixeira & Albuquerque, 2005).

Entretanto, a utilização de raças mais produtivas, além das vantagens conhecidas, pode trazer também ônus, como o aumento da exigência nutricional dos bezerros, elevação das exigências das matrizes, maiores cuidados sanitários e incidência de parasitas (NRC, 2000). Sendo assim, o sucesso da adoção do cruzamento industrial dependerá da forma como os fatores de produção interagem.

O desenvolvimento e aplicação de ferramentas que permitam avaliar essa interação no sistema de produção de bezerros em pasto é fundamental, permitindo assim estimar a eficiência dos sistemas e as consequências da adoção de tecnologias empregadas sobre a atividade de cria.

Dessa forma, objetivou-se avaliar a eficiência da utilização de energia e produtividade de vacas Nelore com bezerros ½ Nelore x ½ Angus, em condições de pastejo, e o uso do índice de eficiência energética e da relação de desmama no aprimoramento produtivo de rebanhos de cria.

3.2 Metodologia

As avaliações experimentais foram desenvolvidas na Fazenda Iguaçu, localizada no município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul, nas coordenadas geográficas latitude 19°56'47,7"S, longitude 55°47'27,4"O. O clima regional foi classificado como tropical semi-úmido, conforme classificação de Strahler, com chuvas no verão e seca no inverno, precipitação por volta de 1500 mm/ano, com temperaturas médias variando entre 20°C e 28°C.

Foram avaliadas 38 fêmeas Nelore (multíparas de 5 anos de idade em média), sendo 20 vacas, com peso inicial de 420,89 ± 29 kg, e bezerros cruzados ao pé (meio sangue Angus x meio sangue Nelore), resultado de inseminação artificial, e 18 vacas, com peso inicial de 434,25 ± 60 kg, com bezerros Nelore, provenientes do rebanho de vacas de cria da fazenda, acasaladas com touro Nelore PO, com a parição entre os dias 29 de dezembro de 2013 e 13 de fevereiro de 2014, e progênies desmamadas no início de agosto de 2014, aos 202 ± 9 dias de idade.

Todos os animais permaneceram durante o período experimental em pastejo contínuo, com suplementação mineral à vontade, conforme o manejo adotado pela fazenda. Foram utilizadas duas áreas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sendo a primeira utilizada de setembro a dezembro de 2013, e a segunda de janeiro a agosto de 2014, com uma carga animal média de 471,0 kg/ha.

Realizaram-se coletas mensais de forragem, simulando manualmente o pastejo, durante o período de setembro de 2013 a agosto de 2014 para avaliação da composição bromatológica (Euclides et al., 1992). Após homogeneização, retirava-se uma amostra composta que era encaminhada para análise. Simultaneamente, ocorriam avaliações mensais da massa de forragem (kg MS/ha) através de vinte e cinco lançamentos aleatórios de quadrado metálico de 0,5m x 0,5m, seguido por corte rente ao solo de todo o material contido dentro do

quadrado (McMeniman, 1997). Após a coleta, a amostra total era homogeneizada e pesada, e retirava-se uma amostra composta para determinação do teor de MS.

As amostras de forragem foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMS, onde passaram por uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 55ºC por 72h e em seguida foram trituradas em moinho de faca, com peneira com crivo de 1 mm de diâmetro.

As determinações de matéria seca (MS), cinzas (C), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina (H_2SO_4 72%) (L) foram realizadas segundo as técnicas descritas pela AOAC (1990), e as de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp), segundo Van Soest (1991). Para a determinação de carboidratos não fibrosos (CNF) foi adotada a metodologia descrita por Weiss (1999) (Tabela 1).

Tabela 1 Composição bromatológica das amostras mensais de pastejo simulado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o ano experimental

Mês	Composição bromatológica (% MS)[1]							
	MS	C	PB	EE	FDNcp	CNF	L	PIDA
setembro/13	30,76	9,88	12,48	2,40	54,81	21,42	3,25	3,33
outubro/13	23,64	9,02	10,34	1,52	60,45	19,67	4,97	3,20
novembro/13	27,71	8,63	8,70	1,70	61,89	21,39	4,62	2,75
dezembro/13	31,07	8,02	6,84	1,83	61,75	22,56	4,15	2,22
janeiro/14	23,71	10,81	8,45	1,53	67,14	13,06	2,96	2,19
fevereiro/14	27,56	11,24	8,93	1,75	72,42	6,66	3,70	2,08
março/14	24,64	10,66	9,69	1,35	70,57	8,72	2,96	2,80
abril/14	27,71	6,88	4,36	1,44	80,10	8,23	4,19	1,46
maio/14	28,97	10,69	7,49	2,17	65,81	14,85	3,26	2,05
junho/14	28,86	12,33	9,12	2,14	72,64	4,78	3,71	1,23
julho/14	28,76	11,99	9,64	1,48	62,53	15,37	3,58	1,08
agosto/14	25,36	10,21	12,33	1,32	67,08	10,05	3,19	0,87

[1]MS: matéria seca, C: cinzas; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: carboidratos não fibrosos; L: lignina; PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido.

As estimativas do conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT) da forragem foram obtidas através da avaliação da composição químico-bromatológica mensal das amostras de

pastejo simulado por meio das equações do NRC (2001), considerando a digestibilidade verdadeira dos nutrientes (*dv*) (Equações [1-5]):

$$CNFdv = 0{,}98\ x\ (100 - [FDNcp + PB + AG + C])\ x\ FAP \quad [1]$$

$$PBdv = PB\ x\ exp(-1{,}2\ x\ [PIDA/PB]) \quad [2]$$

$$FDNdv = 0{,}75\ x\ (FDNcp - L)\ x\ (1 - [L/FDNcp]^{0{,}667}) \quad [3]$$

$$AGdv = EE - 1\ (se\ EE < 1, AGdv = 0) \quad [4]$$

$$NDT(\%) = CNFdv + PBdv + (EEdv\ x\ 2{,}25) + FDNdv - 7 \quad [5]$$

Onde: *CNFdv* = carboidratos não-fibrosos; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB*dv* = proteína bruta; AG*dv* = ácidos graxos; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; C = cinzas; L = lignina; FAP = fator de ajuste de processamento (FAP forragem = 1).

As matrizes foram avaliadas a cada três meses durante um ano, sendo a primeira avaliação realizada em setembro de 2013, e a avaliação final em agosto de 2014. Em cada avaliação foi medido o peso corporal sem jejum (PC), e atribuído o escore de condição corporal das vacas (ECC), de acordo com uma escala de 1 a 5, utilizando a média de três avaliadores treinados, segundo metodologia de Lowman et al. (1976). Os bezerros foram identificados ao nascimento, sendo registradas as datas de parição, além da data de desmama, quando os bezerros foram pesados.

O peso das vacas em cada uma das avaliações foi utilizado para estimar o peso destas a cada mês, por interpolação destes dados. O peso médio das vacas a cada mês foi utilizado para se estimar as exigências de energia metabolizável para mantença (EMm) naquele mês (NRC, 2000) (Equação [6]).

$$EMm = \frac{0{,}077\ Mcal\ x\ (Peso\ corporal)^{0{,}75}}{0{,}64} \quad [6]$$

Para o cálculo das exigências de gestação utilizou-se um período de gestação de 294 dias, sugerido por Rocha et al. (2005) para vacas Nelore criadas a pasto. A data do parto foi utilizada para obtenção dos dias de gestação das matrizes em cada mês de avaliação (Equação [7]).

$$Dias\ de\ gestação(Dgest) = 294 - (Dp - Da) \quad [7]$$

Onde: *Dias de gest*ação, é o número de dias de gestação ao qual a vaca se encontra na data a ser avaliada (dias); *Dp*, é a data do parto (data); *Da*, é a data do dia que se deseja avaliar (data);

A partir dessas informações foram calculadas as exigências de energia metabolizável de gestação, de acordo com o NRC (2000) (Equação [8]).

$$EMgest = 30\ x\ (0{,}4504 - 0{,}000766\ x\ Dgest)\ x\ exp(0{,}03233 - 0{,}0000275\ x\ Dgest) \quad [8]$$

Onde: a constante *30* é a média de peso ao nascimento de bezerros de corte na fazenda.

Para se estimar a produção de leite e as exigências de energia para lactação, avaliaram-se 08 vacas, sendo 04 com bezerros Nelore, e 04 com crias F1 Angus x Nelore, com 90 dias de lactação em média (Pacheco et al., 2009).

Após a mamada de esgota, as vacas foram separadas dos bezerros ao final da tarde do dia anterior à ordenha, cerca de 12 horas antes do seu início. No dia seguinte, as vacas foram contidas em tronco de contenção individual, receberam 2,0 mL de ocitocina em concentração de 10 U.I./mL via intravenosa, e foram ordenhadas manualmente, esgotando-se os quatro quartos da glândula mamária. O horário de ordenha foi registrado, o leite produzido foi pesado, e a produção então ajustada para 24 horas (Equação [9]).

$$Produção\ de\ leite\ (\frac{litros}{dia}) = \frac{Produção\ de\ leite\ na\ ordenha\ x\ 60\ minutos\ x\ 24\ horas}{Tempo\ (minutos) entre\ aparte\ e\ ordenha} \quad [9]$$

Posteriormente, uma amostra (100 ml) de leite foi retirada e encaminhada ao laboratório para análise do teor de gordura, através da metodologia de determinação de lipídios em leite fluido pelo método de Gerber (BRASIL, 2006).

A partir da data do parto de cada vaca no ano avaliado, obteve-se o número de dias de lactação no momento da medição (Equação [10]).

$$Dias\ de\ lactação\ =\ Da - Dp \quad [10]$$

Onde: *Dias de lac*tação, é o número de dias de lactação da vaca a ser avaliada (dias); *Dp*, é a data do parto (data); *Da*, é a data do dia da medição (data);

Em seguida, estimou-se a produção projetada de leite para a data média de cada mês de lactação até a desmama (nos dias 15, 45, 75, 105, 135, 165, 195 da lactação), através da equação proposta por Restle et al. (2003) para vacas Nelore produzindo em pasto (Equação [11]).

$$Prod.proj. = 4{,}4908 + 0{,}0272\ x\ Dia\ a\ estimar\ - 0{,}000189\ x\ Dia\ a\ estimar^2 \quad [11]$$

A partir dessa mesma equação, obteve-se a produção projetada para o dia de lactação em que foi realizada a medição em cada vaca. A relação entre essa produção medida na vaca (kg) e as produções projetadas pela equação foi utilizada para a obtenção da produção diária de leite estimada em cada mês do período de lactação (Equação [12]).

$$Prod.\ Leite\ est.\left(\frac{kg}{dia}\right) = Prod.proj.dia\ \ (kg)\ x\ \frac{Prod.medida\ na\ vaca\ (kg)}{Prod.proj.dia\ da\ medida\ (kg)} \quad [12]$$

Onde: *Prod. leite est.* é a produção diária de leite da vaca estimada para uma das datas médias de cada mês, kg; *Prod. Proj. dia* é a produção projetada pela Equação [11] para o dia de lactação que se deseja estimar, kg; *Prod. medida na vaca* é a produção diária de leite observada na vaca na data da avaliação, kg; *Prod. proj. dia da medida* é a produção projetada pela Equação [11] para o dia de lactação em que se avaliou a vaca, kg.

A energia contida no leite (ELleite) foi estimada segundo a Equação [13] (NRC, 2000):

$$ELleite\ (\frac{Mcal}{kg}) = 0{,}097\ x\ gordura\ (\%) + 0{,}361 \qquad [13]$$

Onde: gordura é a quantidade de gordura presente no leite, %.

O total de energia líquida diária secretada no leite foi calculado como sendo a produção média diária de leite das vacas em cada mês do período de lactação (PMD), multiplicada pela ELleite (Equação [14]):

$$EL\ diária\ secretada\ no\ leite\ (\frac{Mcal}{dia}) = PMD\ x\ ELleite \qquad [14]$$

Onde: PMD é a produção média diária de leite das vacas em cada mês do período de lactação (kg/dia) e ELleite é a energia líquida contida no leite, Mcal/kg (Equação [13]).

A partir dessas informações foram então estimadas as exigências diárias de energia metabolizável para lactação em cada mês, conforme NRC (2000), utilizando-se a energia líquida diária secretada no leite, e considerando-se uma eficiência de utilização de 0,64 (Equação [15]).

$$EMl = \frac{EL\ diária\ secretada\ no\ leite\ (\frac{Mcal}{dia})}{0{,}64}\ x\ dias\ de\ lactação \qquad [15]$$

Os bezerros foram pesados sem jejum na desmama e os pesos foram então ajustados linearmente para os 205 dias de vida dos animais (Equação [16]).

$$P205 = \frac{(PD-30)}{idbez} x\ 205 + 30 \quad [16]$$

Onde: *P205* é o peso ajustado para os 205 dias de vida, kg; a constante *30* é a média de peso ao nascimento de bezerros de corte na fazenda; *PD* é o peso do bezerro à desmama, kg; *idbez* é a idade do bezerro à desmama, em dias, e; a constante 205 é a idade do bezerro para a qual se deseja ajustar o peso.

Os dados de peso ajustados foram então corrigidos para o efeito de sexo do bezerro pelo método dos quadrados mínimos (P205s).

A partir dos dados coletados foi calculado o consumo médio diário de energia metabolizável das vacas. O IEE foi estimado dividindo-se o consumo energético total das matrizes durante o ano pelo peso corrigido (P205s) dos bezerros desmamados (Tedeschi et al., 2005).

Já a relação de desmama (RD) foi estimada pela divisão do peso do bezerro corrigido à desmama pelo peso da matriz à desmama.

O efeito da raça dos bezerros sobre as variáveis de produção e índices de eficiência foi avaliado segundo um modelo inteiramente casualizado, utilizando-se o PROC GLM do software SAS University (Sas Institute Inc. Cary, CA, USA), e as médias, comparadas aplicando-se o teste T.

Os índices de eficiência (IEE e RD) foram submetidos à análise de correlação de ranking de Spearman. Avaliou-se ainda o coeficiente de correlação de Pearson entre a energia metabolizável total consumida no ano, o IEE, a RD, o peso médio das matrizes e o peso à desmama dos bezerros. Para isso adotou-se o PROC CORR do mesmo software. Em todos os procedimentos estatísticos adotou-se $\alpha = 0,05$.

3.3 Resultados e discussão

Durante a maior parte do período avaliado, a massa de forragem (kg MS/ha) esteve próxima ou acima de 1500 kg/ha, com exceção do final do período seco e início do período de chuvas (Figura 1).

Para permitir níveis adequados de produção, as fêmeas de cria não podem ser submetidas a longos períodos de restrição nutricional. As pastagens devem apresentar uma quantidade de matéria seca/ha, que não prejudique o consumo da forrageira e não aumente o tempo de pastejo. Segundo Minson (1990), esse valor deve estar próximo aos 2.000 de matéria seca por hectare.

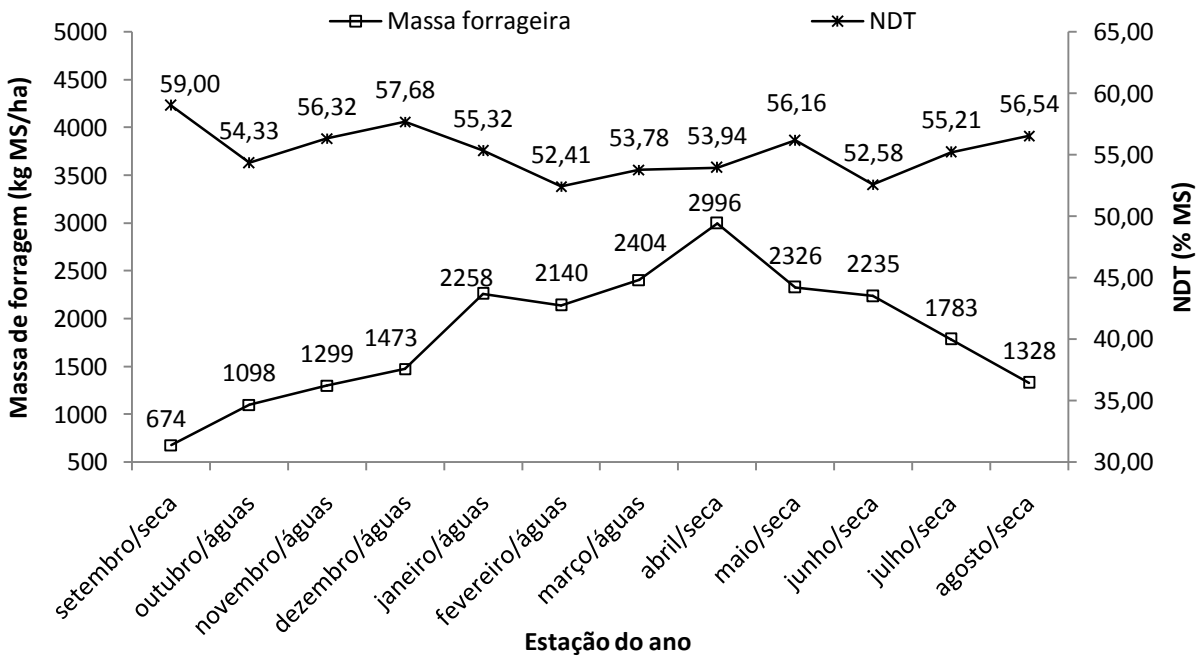

Figura 1 Variação da massa de forragem (kg de matéria seca/ha) e NDT (%MS) durante o ciclo de produção nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

A quantidade mínima de massa de forragem durante o período avaliado ocorreu em setembro de 2013, durante o período de seca, 674 kg de MS/ha, início de um período de restrição alimentar, com baixa quantidade de massa forrageira, se considerada a recomendação mínima de 2.000 kg/MS/ha.

Apesar da redução observada na quantidade de massa forrageira ofertada em alguns meses, os teores de NDT (%MS) (Figura 1) e PB (%MS) (Figura 2) se mantiveram próximos aos valores recomendados para pastagens tropicais durante a maior parte do período experimental.

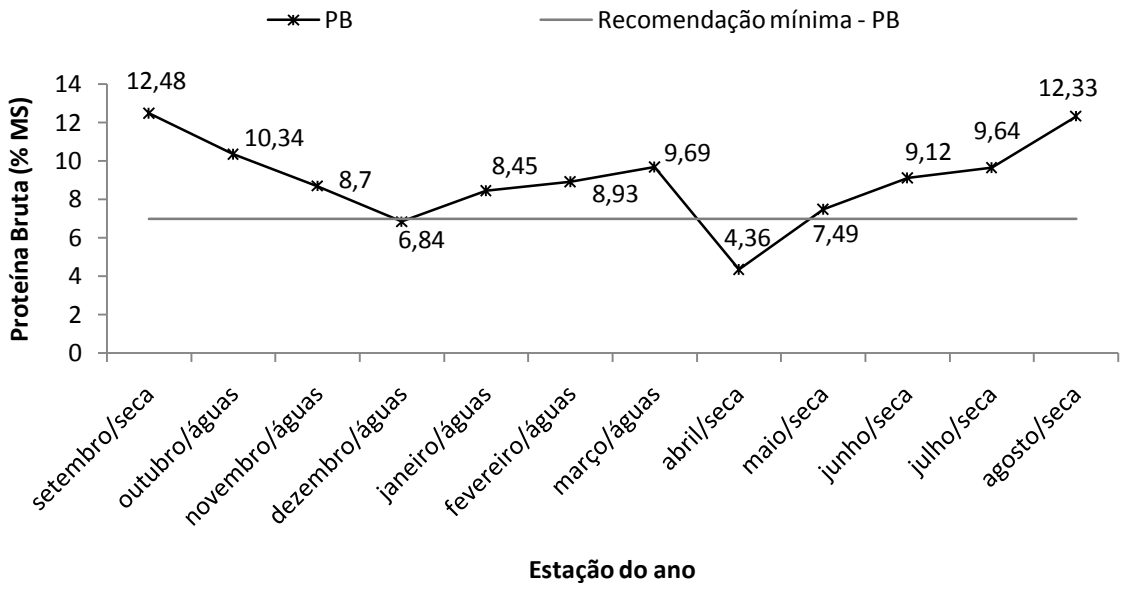

Figura 2 Variação da proteína bruta (%MS) durante o ciclo produtivo nas estações de águas e seca da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Os valores de NDT das forrageiras variam em torno de 55% (% MS), oscilando em função do volume de chuvas, temperatura, fertilidade de solo e manejo (Van Soest, 1994). A composição bromatológica de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, manejada em períodos de cortes frequentes, com alta concentração de material vegetativo (folhas verdes), em condições favoráveis apresenta valores médios de 54% de NDT e 9% de PB (Agulhon et al., 2004; Benett et al, 2008).

Conforme o NRC (2000), para atender as exigências de vacas de corte com 454 kg de peso à maturidade, com produção média diária de leite de 6,64 kg/dia, a dieta deve conter valores de NDT de 53,33% da MS, em média, com o menor valor recomendado de 44,9% da MS, no momento da desmama, e 60,9% da MS durante a lactação.

Uma concentração mínima de 7% de PB (% MS) deve estar presente na forrageira para que ocorra atividade satisfatória de microrganismos no ambiente ruminal, possibilitando assim a utilização de componentes da fibra da forragem ingerida. Níveis inferiores ocasionariam decréscimos no consumo de forragem pelos animais refletindo em menores desempenhos (Poppi & McLennan, 1995).

As condições nutricionais oferecidas pela pastagem, associadas à capacidade de mobilização de reservas corporais em períodos de escassez de biomassa forrageira, permitiram que as vacas apresentassem desempenho e condições corporais (Tabela 2) que favorecessem a produção de leite (Tabela 3).

Vieira et al. (2005), em condições de oferta de massa forrageira acima de 2.000 kg de matéria seca/hectare, observaram que vacas Nelore apresentaram escore de condição corporal de 3,3 (compatíveis com os observados na Tabela 2), favorecendo a obtenção de elevados índices zootécnicos.

Tabela 2 Características corporais de vacas Nelore com progênies Nelore e Angus x Nelore em pastejo

Variável	**Grupo Genético do Bezerro**		**CV%**	**Valor - P**
	Nelore	Angus x Nelore		
Peso corporal médio da vaca, kg	438,7	427,9	9,94	0,4423
Peso corporal da vaca à desmama, kg	372,9	357,7	10,60	0,2801
Peso corporal do bezerro 205s, kg	166,9	202,5	7,13	<0,0001
ECC da vaca ao parto, 1 - 5	2,92	3,12	10,34	0,0637
ECC da vaca à desmama, 1 - 5	2,56	2,52	13,09	0,2700

Não foram observadas diferenças significativas entre o peso médio das vacas de progênies diferentes (P>0,05), permitindo inferir que as vacas Nelore, mães de bezerros de diferentes grupos genéticos, eram uniformes entre si. Apesar disto, vacas com crias cruzadas foram capazes de desmamar bezerros mais pesados (P<0,05). Os bezerros Nelore apresentaram, em média, peso à desmama 17,6% menor que os animais F1 Angus x Nelore.

Os pesos dos bezerros à desmama observados, são compatíveis com os descritos na literatura em condições de atendimento das exigências nutricionais, de 167,6 kg para bezerros Nelore (Silva et al., 2000), e 213,0 kg para bezerros cruzados (Albertini, 2006).

Essas observações estão ainda de acordo com as relatadas por Teixeira & Albuquerque (2005), que ao compararem a produção de bezerros ½ Angus x ½ Nelore e Nelore em sistema extensivo, atribuíram a superioridade dos bezerros F1 aos efeitos genéticos aditivos e à heterose.

No entanto, deve-se salientar que a expressão de maior potencial genético foi favorecida pela condição nutricional oferecida às matrizes e suas crias. Isso vem reforçar a premissa de que a utilização de genótipos superiores deve vir acompanhada de um manejo nutricional mais eficaz (NRC, 2000). De acordo com Restle et al. (2004), o uso de pastagens cultivadas e de bezerros F1 resulta em maiores pesos à desmama. Esses autores ressaltam que o cruzamento constitui uma importante ferramenta no incremento da eficiência produtiva de um sistema de ciclo completo.

Embora mais pesados, os bezerros F1 Angus x Nelore não promoveram maior mobilização tecidual em suas mães, já que a condição corporal das vacas Nelore no momento do nascimento dos bezerros e na desmama não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre os grupos avaliados (Tabela 2).

A variação de escore corporal observada nas fêmeas do nascimento até a desmama demonstra a mobilização de energia nos tecidos, como consequência do balanço energético negativo imposto pela fase de lactação. Nesse período, mesmo com dietas bem balanceadas, ocorre mobilização das reservas corporais em vacas, e a maior parte dos nutrientes disponibilizados são encaminhados à glândula mamária (Kozloski, 2009).

Estrategicamente, preparando-se para a fase de maior exigência, as matrizes bovinas devem apresentar ECC próximo de 3,00 ao nascimento dos bezerros (McManus et al., 2002),

para que tenham reservas satisfatórias neste momento, e os índices produtivos e reprodutivos não sejam impactados negativamente. As condições de manejo adotadas na propriedade avaliada permitiram que as matrizes de ambos os grupos avaliados apresentassem escore corporal ao parto próximo da recomendação citada (3,02, em média).

Essa observação é destacada também por Potter & Lobato (2004). Segundo esses autores o ajuste da carga animal de rebanhos de cria, mesmo em pastagens de baixa produtividade, é uma estratégia que permite que as vacas cheguem ao parto com condição corporal adequada.

Em relação à lactação, apesar de haver uma variação nas curvas de energia diária fornecida pelo leite entre os grupos (Figura 3), as matrizes com progênies Nelore e cruzadas não apresentaram diferenças significativas quanto à produção e composição do leite (P>0,05) (Tabela 3).

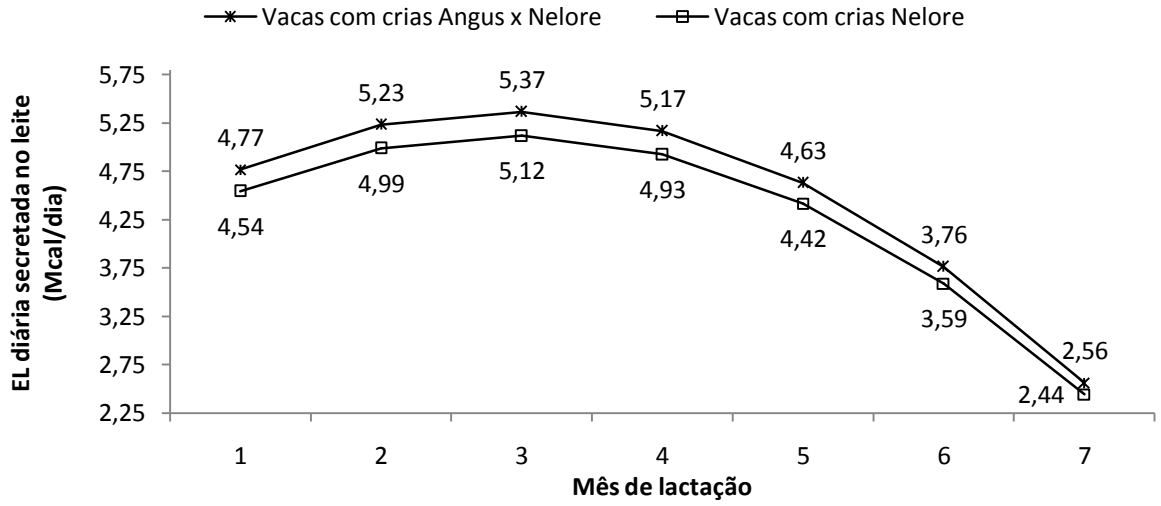

Figura 3 Estimativa da quantidade de energia líquida diária secretada no leite (Mcal/dia) das vacas com bezerros Angus x Nelore e bezerros Nelore ao pé durante o período de lactação

De maneira geral, as matrizes apresentaram produção de leite com bom aporte energético, o que possibilitou um bom desenvolvimento de suas crias. Restle et al. (2003) avaliando vacas Nelore em pastejo com oferta adequada de nutrientes observaram uma

produção média de 5,4 kg de leite/dia, com 3,88% de gordura, corroborando os resultados obtidos no presente trabalho.

Tabela 3 Características da lactação de vacas Nelore com progênies Nelore e Angus x Nelore em pastejo

Variável	Raça do Bezerro		CV%	Valor - P
	Nelore	Angus x Nelore		
Produção média de leite, kg/dia	6,13	5,63	29,68	0,8727
Teor de gordura, %	3,55	4,46	17,26	0,2038
EL do leite, Mcal/kg	0,70	0,80	9,03	0,2033
EL diária secretada no leite, Mcal/dia	4,29	4,50	31,86	0,9892

O cruzamento de animais zebuínos com genótipos de origem europeia, pode proporcionar, maior vigor de crescimento, e assim, levar à produção de bezerros de maior peso (Barcellos & Lobato, 1992), e, consequentemente, maior exigência (NRC, 2000).

Nesse contexto a produção de bezerros mais pesados poderia ter levado ao aumento das exigências das matrizes com bezerros F1 Angus x Nelore ao pé, porém, isso não foi observado (P>0,05) (Tabela 4), em parte devido à menor participação das exigências de lactação nas exigências energéticas diárias das matrizes.

Tabela 4 Partições de energia metabolizável (EM) de vacas Nelore com progênies Nelore e Angus x Nelore em pastejo

Variável	Raça do Bezerro		CV%	Valor - P
	Nelore	Angus x Nelore		
EM mantença, Mcal	4201,3	4128,1	7,53	0,4771
EM gestação, Mcal	827,5	838,2	10,80	0,7170
EM lactação, Mcal	1371,9	1457,5	4,76	0,0004
EM total no ano, Mcal	6400,7	6423,7	4,77	0,8181
Proporção energia mantença	0,655	0,642	3,44	0,0920
Proporção energia gestação	0,130	0,130	12,45	0,8986
Proporção energia lactação	0,215	0,227	6,08	0,0100

As exigências de EM de mantença das matrizes está diretamente relacionada ao peso corporal e à genética dos animais. Como ambos os grupos de vacas não apresentaram diferentes pesos médios, e são do mesmo genótipo, a energia de mantença entre estes também não diferiu (P>0,05). Por se tratarem de vacas do mesmo grupo genético, estas atingem a

maturidade no mesmo peso, e não apresentam variação nas exigências de mantença (Owens et al., 1993).

De modo similar, a energia despendida na geração das crias não diferiu entre os dois grupos de fêmeas Nelore (P>0,05). A demanda de energia para a gestação é dependente do peso do bezerro ao nascimento. Neste caso, o peso ao nascer semelhante de ambas as raças formadoras (Angus e Nelore) levou a exigências semelhantes (NRC, 2000).

Já em relação à energia destinada à lactação, houve diferença entre as vacas dos grupos avaliados (P<0,05), fazendo com que a proporção de energia destinada à lactação fosse maior para as vacas de crias F1 Angus x Nelore (0,227), em relação ao grupo de vacas de bezerros Nelore (0,215) (P<0,05).

Essa diferença observada, em torno de 5,8%, não promoveu a elevação significativa da energia total requerida durante o ano (P>0,05), permitindo afirmar que as matrizes Nelore com bezerros F1 Angus x Nelore produziram progênies mais pesadas à desmama (+35,6 kg) com a mesma quantidade de energia total exigida no ano (Mcal/ano), um aumento expressivo na produtividade, de aproximadamente 20%, que demonstra a alta capacidade produtiva dos bezerros Angus x Nelore, e salienta a versatilidade das vacas da raça Nelore no sistema de cria em pastejo.

Os resultados afetaram diretamente os índices de eficiência produtiva dos grupos de fêmeas bovinas, levando as vacas que desmamaram bezerros mestiços a se tornarem mais eficientes (P<0,05) do que as de bezerros Nelore (Tabela 5).

Tabela 5 Relação de desmama (RD) e índice de eficiência energética (IEE) de vacas Nelore com progênies Nelore e Angus x Nelore em pastejo

Variável	**Raça do Bezerro**		**CV%**	**Valor - P**
	Nelore	Angus x Nelore		
RD, kg bezerro/kg vaca	0,44	0,54	11,66	<0,0001
IEE, Mcal/kg	38,6	31,8	8,44	<0,0001

As condições de pastagem e manejo do presente estudo permitiram que os bezerros F1 Angus x Nelore expressassem maior vigor de crescimento, elevando a demanda de energia de

lactação de suas mães, sem, entretanto, que suas mães demandassem significativamente mais energia total durante o ano.

Dessa forma, o grupo de vacas com progênies cruzadas foi mais eficiente na utilização de energia (IEE de 31,8 Mcal/kg de bezerro desmamado), em comparação ao grupo de bezerros Nelore (IEE de 38,6 Mcal/kg de bezerro desmamado), demandando um consumo de 6,83 Mcal a menos de energia metabolizável pela matriz para cada kg de bezerro desmamado.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Fontes et al. (2008), que ao utilizarem dietas à base de volumoso, concluíram que os animais mestiços foram mais eficientes (17,5%), com IEE de 35,00 Mcal de EM/kg bezerro, enquanto o grupo Nelore apresentou IEE de 40,54 Mcal de EM/kg bezerro.

A relação de desmama também apresentou diferença significativa entre as matrizes avaliadas. Como as matrizes apresentaram pesos médios iguais ($P>0,05$), a relação de desmama foi diretamente influenciada pelo maior peso dos bezerros cruzados.

Os valores obtidos para RD são superiores aos descritos na literatura para vacas mestiças, que apresentaram valores de RD entre 0,41 e 0,47 (Euclides Filho et al., 1995; Fontes et al., 2008), sugerindo que a utilização de vacas Nelore, com bezerros cruzados, pode oferecer vantagens em relação ao uso de vacas mestiças. Isto pode estar associado ao fato de que as fêmeas zebuínas normalmente apresentam menor exigência de mantença (NRC, 2000).

As matrizes com bezerros Nelore, apresentaram relação de desmama compatível com os valores descritos para vacas Nelore com progênies da mesma raça. Em condições de pastejo, com adequada oferta de forragem, vacas Nelore apresentaram relação de desmama de 0,40 para matrizes apresentando peso corporal de 346,2 kg (Fontes et al., 2008). Similarmente, Braga Netto et al. (2012) ao avaliarem vacas Nelore em condições de satisfatória oferta de forragem com suplementação protéica no período de escassez, encontraram relação de desmama de 0,43.

A relação de desmama e o IEE apresentaram correlação alta e negativa (-0,91), o que aponta para que quanto menor o IEE, maior a RD (Figura 4), relação desejável pois demonstra que a RD também apresenta efetividade na identificação de animais energicamente mais eficientes (Tabela 6).

Tabela 6 Correlações de Pearson entre medidas de eficiência, peso dos animais e energia total no ano (ETA)

Variável	RD	PCV	P205s	ETA
Índice de eficiência energética (Mcal/kg)	-0,91*	0,35*	-0,92*	0,24
Relação de desmama (kg/kg)	-	-0,60*	0,76*	-0,44*
Peso corporal médio da vaca (PCV, kg)	-	-	0,01	0,94*
Peso corporal do bezerro 205s (P205s, kg)	-	-	-	0,15

*P<0,05.

Da mesma forma, ao avaliarem a relação desses indicadores em matrizes Nelore em pasto, Braga Netto et al. (2012) demonstraram haver correlação alta e negativa entre os índices.

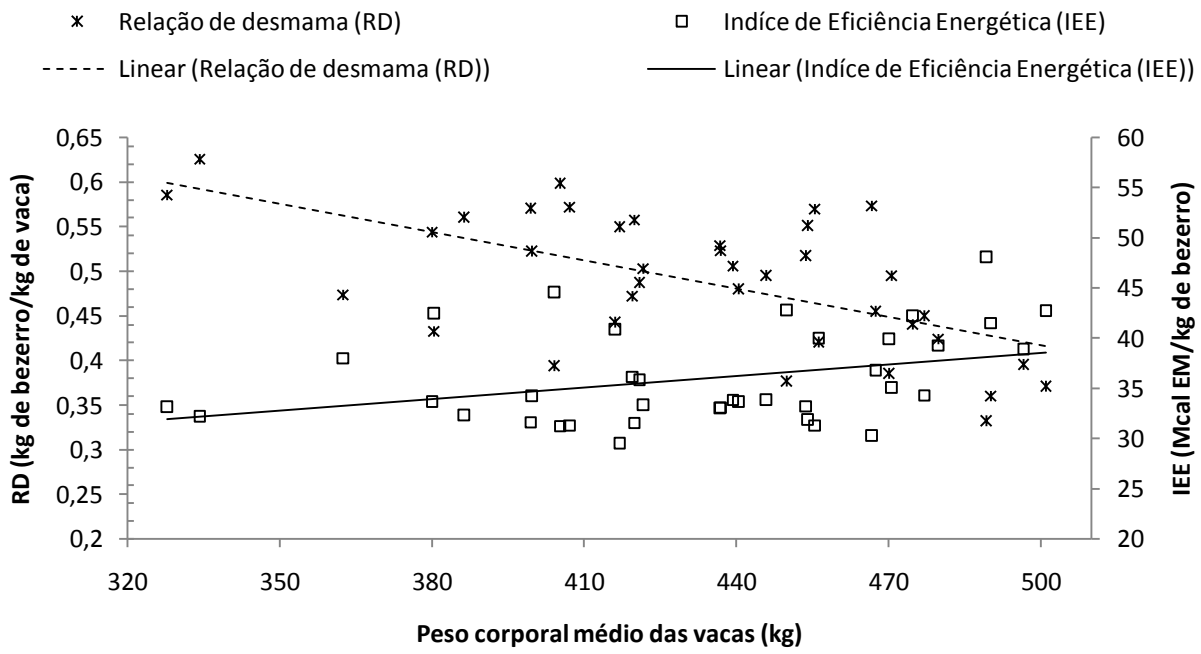

Figura 4 Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso corporal médio das vacas

Quando a relação entre os índices foi avaliada através da análise de correlação de ranking de Spearman, esta indicou uma correlação significativa (P<0,05) de -0,94, o que

significa dizer que as matrizes mais eficientes na utilização de energia, identificadas pelo IEE, na maior parte das vezes, também foram as mais eficientes pela RD.

Esse resultado demonstra haver uma semelhança na realização da seleção pelos dois índices: as vacas selecionadas por serem energeticamente mais eficientes também apresentaram maior peso relativo do bezerro em relação ao peso da vaca (maior RD).

Os índices avaliados apresentaram correlações altas e significativas com o peso do bezerro à desmama (Tabela 6, Figura 5). O IEE apresentou correlação baixa com o peso da vaca, e o RD correlação moderada, demonstrando que o bezerro desmamado é o maior determinante da eficiência do rebanho, mas que a utilização da relação de desmama favorece a diminuição do porte das matrizes de forma mais intensa.

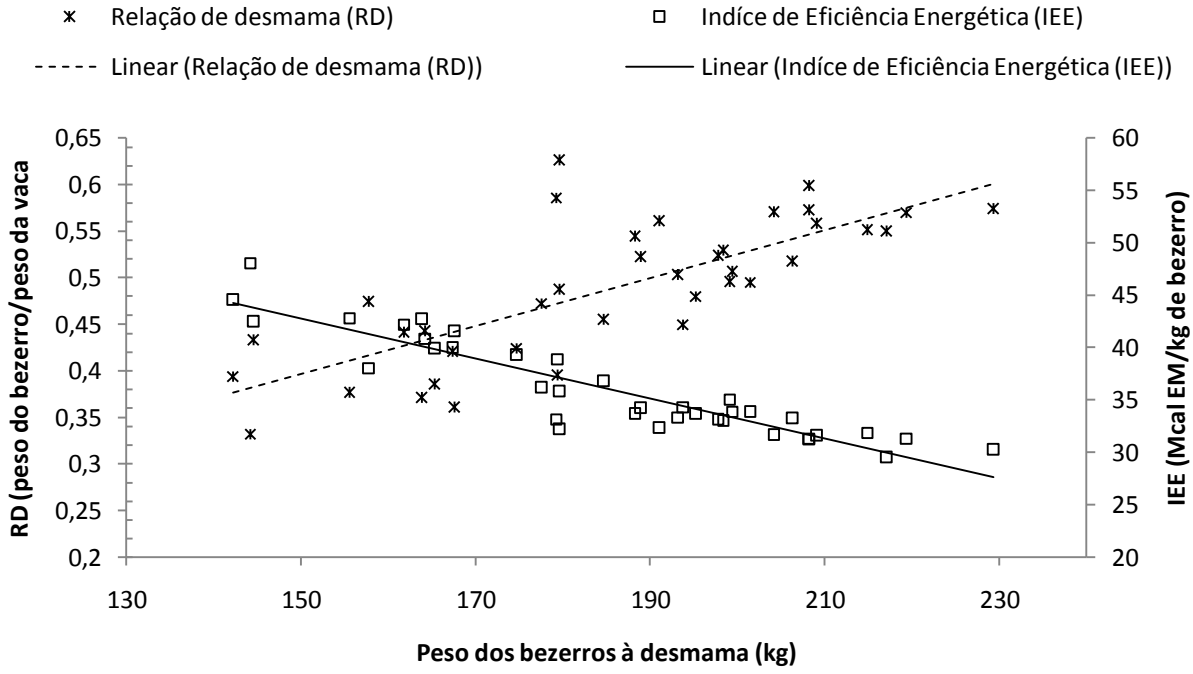

Figura 5 Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso dos bezerros à desmama

Utilizar índices de eficiência para seleção de rebanhos que apresentem mais correlação com o peso do bezerro é altamente desejável, o que permite direcionar a evolução do rebanho para melhores indicadores produtivos sem necessariamente elevar as exigências das matrizes.

Deve ser destacado que não houve correlação significativa do peso do bezerro à desmama com o peso médio da vaca (0,01) e com a energia total demandada no ano (0,15). Com isso, infere-se que a produção de bezerros mais pesados não depende de matrizes mais pesadas e tampouco de maiores demandas de energia do sistema.

A energia total demandada durante o ano apresentou alta correlação positiva com o peso da vaca, já que a energia de mantença tem relação direta com o peso corporal, e esta energia representa a maior parte de toda a energia utilizada no ano.

De maneira positiva, a energia total requerida no ano, demonstrou correlação moderada e negativa com a RD, e não apresentou correlação com o IEE. Isso permite que a adoção desses indicadores possa ser estabelecida com segurança como metodologia para melhoria da utilização de nutrientes pelos rebanhos de cria.

3.4 Conclusões

A utilização de bezerros cruzados nas condições de pastejo avaliadas permite que as vacas Nelore sejam mais eficientes.

As relações observadas entre os índices de eficiência, RD e IEE, e entre estes e as características dos animais, demonstram que esses indicadores podem ser empregados na seleção de rebanhos de cria em pastejo, com resposta direta na elevação do peso dos bezerros à desmama.

Referências

AGULHON, R. A.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F. Valor nutritivo da massa de forragem ofertada em uma pastagem de capim-Marandu (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Webster var. Marandu) sob pastejo no inverno. **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 2, p.265-272, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: AOAC International, 1990. 1117p.

BARCELLOS, J. O. J.; LOBATO, J. F. P. Efeitos da época no nascimento de bezerros Hereford e suas cruzas. II. Pesos ao desmame, ano e sobreano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.1, p.150–157, 1992.

BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S. et al. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.

BRAGA NETTO, A. L.; FERNANDES, H. J.; SOUZA, J. C. et al. Época de prenhez e ordem de parição sobre fêmeas Nelore à desmama. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Brasília, 2012. **Anais...** Brasília: RBZ, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Métodos analíticos físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Instrução Normativa 68, 2006. Brasília: Ministério da Agricultura, 2006.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de diferentes métodos para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.21, n.4, p.691-702, 1992.

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

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

FONTES, C. A. A.; OLIVEIRA, V. C.; SIQUEIRA, J. G. et al. Eficiência de utilização da energia alimentar para a produção de bezerros em vacas Nelore e mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.37, n.9, p.1650-1659, 2008.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2.ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2009. 44p.

LOWMAN, B. G.; SCOTT, N.; SOMERVILLE, S. **Condition scoring beef cattle**. Edinburgh: Scotland College of Agriculture, 1976. 8p.

McMANUS, C.; SAUERESSIG, M. G.; FALCÃO, R. A. et al. Componentes reprodutivos e produtivos no rebanho de corte da Embrapa Cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.648-657, 2002.

McMENIMAN, N. P. Methods of estimating intake of GRAZING ANIMALS. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.131-168.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p. 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**.7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 243p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 8.ed. Washington, DC National Academy Press, 2001, 14p.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science,** v.71, n.11, p.3138-3150, 1993.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; et al. Número de coletas da produção de leite na predição de modelos para estimativa da produção média diária de leite de vacas Nelore. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 146-156, 2009.

POPPI, D. P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journalof Animal Science**, v.73, n.1, p.278-290, 1995.

POTTER, B. A. A.; LOBATO, J. F. P. Efeitos de carga animal, pastagem melhorada e da idade de desmame no comportamento reprodutivo de vacas primíparas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.1, p.192-202, 2004.

RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; MOLETTA, J. L. et al. Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 585-597, 2003.

RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; PASCOAL, L. L. et al. Efeito da pastagem, da produção e da composição do leite no desempenho de bezerros de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, p.691-703, 2004.

ROCHA, J. C. M. C.; TONHATI, H.; ALENCAR, M. M.; et al. Componentes de variância para o período de gestação em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia,** v.57, n.6, p.784-791, 2005.

SILVA, J. A. V.; RAZOOK, A. G.; TONHATI, H. et al. Efeito da seleção para peso pós-desmama sobre indicadores da eficiência produtiva de vacas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1020-1027, 2000.

TEDESCHI, L. O., FOX, D. G.; BAKER, M. J. et al. **A model to evaluate beef cow efficiency**. In: Modeling Nutrient Utilization in Farm Animals. Cambridge: J. Dijkstra, 2005.

TEIXEIRA, L. G. ALBUQUERQUE, R. A. Heteroses materna e individual para ganho de peso pré-desmama em bovinos Nelore x Hereford e Nelore x Angus. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.518-523, 2005.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p. 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VIEIRA, A., LOBATO, J. F. P., CORREA, E. S. et al. Produtividade e eficiência de vacas Nelore em pastagem de *Brachiaria decumbens* stapf nos Cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1357-1365, 2005.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 61, 1999, **Proceedings**... Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

4. ARTIGO 3

Resumo

Produtividade e eficiência energética de vacas Nelore selecionadas para peso em pastagem

Objetivou-se avaliar a eficiência do uso de energia e a produtividade de vacas Nelore de diferentes portes em pastejo, e a utilização do índice de eficiência energética e da relação de desmama como características de seleção no melhoramento da raça. Foram utilizadas 52 vacas, acompanhadas de seus bezerros Nelore, sendo: 26 vacas Nelore comum, e 26 Nelore puro de origem (PO), selecionadas para peso. As vacas foram avaliadas durante um ano de produção, com a mensuração do peso corporal e o escore de condição corporal, e no momento da desmama os bezerros também foram pesados. As exigências de energia metabolizável de mantença, lactação e gestação, e suas distribuições proporcionais foram estimadas mensalmente. Com essas informações foram calculados a relação de desmama (RD, kg bezerro desmamado/kg de vaca) e o índice de eficiência energética (IEE, energia metabolizável total ano, Mcal/kg de bezerro desmamado). O efeito da seleção para peso foi avaliado segundo um delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se o teste T para comparação de médias ao nível de 5% de significância. Avaliou-se a correlação de Pearson entre a energia total no ano, IEE, RD, peso médio das matrizes e peso à desmama dos bezerros. Em relação às condições de pastejo, obteve-se uma quantidade média de 2198 kg de matéria seca/ha, e a pastagem selecionada pelos animais apresentou, em média, 56,9% da MS de NDT (nutrientes digestíveis totais), e 7,62% da MS de PB (proteína bruta). As vacas Nelore selecionadas apresentaram à desmama bezerros mais pesados ($P<0,05$), com elevação das exigências nutricionais ($P>0,05$), o que equilibrou os índices de eficiência nutricional entre os grupos avaliados ($P>0,05$). Os índices de eficiência, RD e IEE, apresentaram correlação negativa (-0,74), e foram bem correlacionados com os indicadores de produção, permitindo a utilização de ambos como características de seleção da raça, com a ressalva de que o uso da RD propicia à seleção de matrizes menores. O melhoramento genético para peso em vacas Nelore não afeta a eficiência nutricional dos animais, proporciona a produção de bezerros mais pesados, mas também eleva o peso corporal e as exigências dessas fêmeas.

Palavras-chave: melhoramento; bezerros; Nelore puro de origem; IEE; exigências.

Abstract

Productivity and energetic efficiency of selected Nelore cows for weight in pasture

Aimed with this study evaluate the energetic and productive efficiency of Nelore cows at grazing, in addition to evaluating the use of energy efficiency index (EEI) and weaning relation (WR) as characteristics in breeding. Fifty-two cows were used, with Nelore calves, being: 26 common Nelore cows, and 26 pure Nelore, selected for weight. The cows were evaluated during one year of production, with the measurement of the body weight and the body condition score, and at the time of weaning the calves were also weighed. The metabolizable energy requirements of maintenance, lactation and gestation, and their proportional distributions were estimated monthly. The weaning ratio (WR, kg calf/kg of cow) and the energy efficiency index (EEI, total metabolizable energy, Mcal/kg calf weaned) were calculated with this information. The effect of genetic selection was evaluated according to a completely randomized design, using the T test to compare means at the 5% level of significance. The Pearson correlation was evaluated between the total energy of the year, EEI, WR, average weight of cows and weaning weight of calves. In relation to the grazing conditions, was obtained 2198 kg of dry matter/ha, and the pasture selected by the animals showed, on average, 56.9% of TDN (total digestible nutrients), and 7.62% of CP (crude protein). Selected Nelore cows weaned heavier calves ($P<0.05$), with increased nutritional requirements ($P<0.05$), which balanced the indices of nutritional efficiency among the evaluated groups ($P> 0.05$). The efficiency indexes, WR and EEI, showed a negative correlation (-0.74), and well correlated with the production indicators, allowing the use of both as race selection characteristics, with the observation that the use of WR leads to selection of smaller cows. Genetic improvement in Nelore cows does not affect the nutritional efficiency, providing the production of heavier calves, but it also increase the requirements of these females.

Keywords: breeding; calves; Pure Nelore; EEI; requirements.

4.1 Introdução

A produção de bezerros brasileira, desde sua implantação, baseou-se na utilização de vacas zebuínas, em sua maioria da raça Nelore, de maior rusticidade e adaptabilidade às condições adversas, como escassez de alimentos, clima tropical e parasitismo (NRC, 2000), características presentes na atividade de cria no Brasil (Euclides et al., 2007).

No entanto, com a necessidade crescente de melhores índices produtivos (Euclides Filho et al., 2002), houve um incremento na busca por genótipos de maior potencial, e assim o melhoramento genético aplicado à raça Nelore na busca de animais mais produtivos se intensificou (Frias, 1996). Isso fez com que o peso corporal dos bovinos em diferentes fases passasse a ser amplamente utilizado nos programas de seleção pelos criadores de gado de corte (Alencar, 2003).

A seleção baseada em características de crescimento favorece o aumento de peso dos animais, e assim tende a elevar as exigências nutricionais, os cuidados em relação ao manejo sanitário e os custos de produção (NRC, 2000; Castilhos et al., 2010).

Em função disso, a utilização de genótipos de maior potencial deve vir acompanhada de investimentos relacionados à produtividade das forrageiras, como a aplicação de fertilizantes e a integração lavoura-pecuária, mais difundida recentemente (Rezende et al., 2015), mas nem sempre essa prática é implementada.

A falta de compatibilização entre a evolução do rebanho e a nutrição dos animais, traz implicações negativas, sendo essencial dimensionar os impactos do progresso genético para guiar as ações imediatas e futuras relacionadas aos rebanhos da raça (Fonseca et al., 2012; Santos et al., 2012).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a eficiência energética de vacas Nelore selecionadas para peso em sistema de pastejo contínuo, e a utilização do índice de eficiência

energética e da relação de desmama como características de seleção no melhoramento dos rebanhos de cria em pastagem.

4.2 Metodologia

As avaliações experimentais foram desenvolvidas na Fazenda Iguaçu, localizada no município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul, nas coordenadas geográficas latitude 19°56'47,7"S, longitude 55°47'27,4"O. O clima regional foi classificado como tropical semi-úmido, conforme classificação de Strahler, com chuvas no verão e seca no inverno, precipitação por volta de 1500 mm/ano, com temperaturas médias variando entre 20°C e 28°C.

Foram utilizadas 52 vacas, sendo 26 vacas Nelore comum, com peso inicial de 414,51 ± 27 kg, e 26 vacas Nelore puro de origem (PO) oriundas de um rebanho selecionado para peso por cerca de vinte anos, com peso inicial de 498,58 ± 83 kg, todas multíparas, com 6 anos de idade em média, acasaladas com touros Nelore (PO), com bezerros nascidos entre os dias 15 de janeiro e 24 de fevereiro de 2014, e desmamados em meados de agosto de 2014, aos 198 ± 10 dias de idade.

Os animais permaneceram durante o período experimental em duas áreas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sendo a primeira pastejada de setembro de 2013 a março de 2014, e a outra, de abril a agosto de 2014, com uma carga animal média de 407 kg/ha, com suplementação mineral à vontade, de acordo com o manejo nutricional adotado na fazenda.

Realizaram-se coletas mensais de pastagem, simulando manualmente o pastejo, durante o período de setembro de 2013 a agosto de 2014 para avaliação da composição bromatológica da pastagem (Euclides et al., 1992). Após homogeneização, retirava-se uma amostra composta que era encaminhada para análise. Simultaneamente, ocorriam avaliações mensais da quantidade de massa de forragem (kg MS/ha) através de vinte e cinco lançamentos

aleatórios de um quadrado metálico de 0,5m x 0,5m, seguido por corte rente ao solo de todo o material contido dentro do quadrado (McMeniman, 1997). Após a coleta, a amostra total era pesada e homogeneizada, e retirava-se uma amostra composta para avaliação do teor de MS.

As amostras de forragem foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMS, onde passaram por uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 55ºC por 72h e em seguida foram trituradas em moinho de faca, com peneira com crivo de 1 mm de diâmetro.

As determinações de matéria seca (MS), cinzas (C), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina (H_2SO_4 72%) (L) foram realizadas segundo as técnicas descritas pela AOAC (1990), e as de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp), segundo Van Soest (1991). Para a determinação de carboidratos não fibrosos (CNF) foi adotada a metodologia descrita por Weiss (1999) (Tabela 1).

Tabela 1 Composição bromatológica das amostras mensais de pastejo simulado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o ano experimental

Mês	Composição bromatológica (% MS)[1]							
	MS	C	PB	EE	FDNcp	CNF	L	PIDA
setembro/13	40,52	10,69	7,85	2,55	60,71	19,20	2,97	2,66
outubro/13	28,37	9,02	8,74	1,89	60,67	20,67	3,39	2,01
novembro/13	30,51	8,72	7,19	2,25	63,37	21,28	3,02	1,29
dezembro/13	31,56	8,10	5,39	2,53	63,83	21,14	2,55	0,53
janeiro/14	25,59	8,95	5,72	1,49	72,02	12,82	3,43	0,61
fevereiro/14	30,48	10,77	7,98	2,01	67,28	12,96	3,11	1,45
março/14	33,10	8,38	8,89	1,14	70,87	11,72	3,18	3,15
abril/14	28,20	9,79	7,62	1,94	70,09	11,55	3,03	2,39
maio/14	31,03	9,59	7,61	1,42	64,63	17,74	3,57	1,11
junho/14	31,89	9,95	7,73	0,99	71,46	10,87	3,60	3,03
julho/14	31,65	10,42	7,88	1,23	67,76	13,71	2,85	1,08
agosto/14	27,08	9,84	8,78	1,53	71,31	9,54	4,06	2,83

[1]MS: matéria seca, C: cinzas; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: carboidratos não fibrosos; L: lignina; PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido.

As estimativas do conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT) da forragem foram obtidas através da avaliação da composição químico-bromatológica mensal das amostras de

pastejo simulado por meio das equações do NRC (2001), considerando a digestibilidade verdadeira dos nutrientes (*dv*) (Equações [1-5]):

$$CNFdv = 0{,}98\ x\ (100 - [FDNcp + PB + AG + C])\ x\ FAP \quad [1]$$

$$PBdv = PB\ x\ exp(-1{,}2\ x\ [PIDA/PB]) \quad [2]$$

$$FDNdv = 0{,}75\ x\ (FDNcp - L)\ x\ (1 - [L/FDNcp]^{0{,}667}) \quad [3]$$

$$AGdv = EE - 1\ (se\ EE < 1, AGdv = 0) \quad [4]$$

$$NDT(\%) = CNFdv + PBdv + (EEdv\ x\ 2{,}25) + FDNdv - 7 \quad [5]$$

Onde: *CNFdv* = carboidratos não-fibrosos; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB*dv* = proteína bruta; AG*dv* = ácidos graxos; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; EE = extrato etéreo; C = cinzas; L = lignina; FAP = fator de ajuste de processamento (FAP forragem = 1).

As matrizes foram avaliadas a cada três meses durante um ano, entre setembro de 2013 e agosto de 2014. Em cada avaliação foi medido o peso corporal sem jejum (PC), e atribuído o escore de condição corporal das vacas (ECC), de acordo com uma escala de 1 a 5, utilizando a média de três avaliadores treinados, segundo metodologia de Lowman et al. (1976). Os bezerros foram identificados ao nascimento, sendo registradas as datas de parição, além da data de desmama, quando os bezerros foram pesados.

O peso das vacas em cada uma das avaliações foi utilizado para estimar o peso destas a cada mês, por interpolação destes dados. O peso médio das vacas a cada mês foi utilizado para se estimar as exigências de energia metabolizável para mantença (EMm) naquele mês (NRC, 2000) (Equação [6]).

$$EMm = \frac{0{,}077\ Mcal\ \ x\ (Peso\ corporal)^{0{,}75}}{0{,}64} \quad [6]$$

Para o cálculo das exigências de gestação utilizou-se um período de gestação de 294 dias, sugerido por Rocha et al. (2005) para vacas Nelore criadas a pasto. A data do parto foi utilizada para obtenção dos dias de gestação das matrizes em cada mês de avaliação (Equação [7]).

$$Dias\ de\ gestação(Dgest) = 294 - (Dp - Da) \quad [7]$$

Onde: *Dias de gest*ação, é o número de dias de gestação ao qual a vaca se encontra na data a ser avaliada (dias); *Dp*, é a data do parto (data); *Da*, é a data do dia que se deseja avaliar (data);

A partir dessas informações foram calculadas as exigências de energia metabolizável de gestação, de acordo com o NRC (2000) (Equação [8]).

$$EMgest = 30\ x\ (0{,}4504 - 0{,}000766\ x\ Dgest)\ x\ exp(0{,}03233 - 0{,}0000275\ x\ Dgest) \quad [8]$$

Onde: a constante *30* é a média de peso ao nascimento de bezerros de corte na fazenda.

Para se estimar a produção de leite e as exigências de energia para lactação, avaliaram-se 08 vacas, sendo 04 da raça Nelore comum, e 04 vacas Nelore puro de origem (PO) selecionadas para peso, com 92 dias de lactação em média (Pacheco et al., 2009).

Após a mamada de esgota, as vacas foram separadas dos bezerros ao final da tarde do dia anterior à ordenha, cerca de 12 horas antes do seu início. No dia seguinte, as vacas foram contidas em tronco de contenção individual, receberam 2,0 mL de ocitocina em concentração de 10 U.I./mL via intravenosa, e foram ordenhadas manualmente, esgotando-se os quatro quartos da glândula mamária. O horário de ordenha foi registrado, o leite produzido foi pesado, e a produção então ajustada para 24 horas (Equação [9]).

$$Produção\ de\ leite\ (\frac{litros}{dia}) = \frac{Produção\ de\ leite\ na\ ordenha\ x\ 60\ minutos\ x\ 24\ horas}{Tempo\ (minutos) entre\ aparte\ e\ ordenha} \quad [9]$$

Posteriormente, uma amostra (100 ml) de leite foi retirada e encaminhada ao laboratório para análise do teor de gordura, através da metodologia de determinação de lipídios em leite fluido pelo método de Gerber (BRASIL, 2006).

A partir da data do parto de cada vaca no ano avaliado, obteve-se o número de dias de lactação no momento da medição (Equação [10]).

$$Dias\ de\ lactação\ =\ Da - Dp \quad [10]$$

Onde: *Dias de lac*tação, é o número de dias de lactação da vaca a ser avaliada (dias); *Dp*, é a data do parto (data); *Da*, é a data do dia da medição (data);

Em seguida, estimou-se a produção projetada de leite para a data média de cada mês de lactação até a desmama (nos dias 15, 45, 75, 105, 135, 165, 195 da lactação), através da equação proposta por Restle et al. (2003) para vacas Nelore produzindo em pasto (Equação [11]).

$$Prod.proj. = 4{,}4908 + 0{,}0272\ x\ Dia\ a\ estimar\ - 0{,}000189\ x\ Dia\ a\ estimar^2 \quad [11]$$

A partir dessa mesma equação, obteve-se a produção projetada para o dia de lactação em que foi realizada a medição em cada vaca. A relação entre essa produção medida na vaca (kg) e as produções projetadas pela equação foi utilizada para a obtenção da produção diária de leite estimada em cada mês do período de lactação (Equação [12]).

$$Prod.\ Leite\ est.\left(\frac{kg}{dia}\right) = Prod.proj.dia\ \ (kg)\ x\ \frac{Prod.medida\ na\ vaca\ (kg)}{Prod.proj.dia\ da\ medida\ (kg)} \quad [12]$$

Onde: *Prod. leite est.* é a produção diária de leite da vaca estimada para uma das datas médias de cada mês, kg; *Prod. Proj. dia* é a produção projetada pela Equação [11] para o dia de lactação que se deseja estimar, kg; *Prod. medida na vaca* é a produção diária de leite observada na vaca na data da avaliação, kg; *Prod. proj. dia da medida* é a produção projetada pela Equação [11] para o dia de lactação em que se avaliou a vaca, kg.

A energia contida no leite (ELleite) foi estimada segundo a Equação [13] (NRC, 2000):

$$ELleite\ (\frac{Mcal}{kg}) = 0{,}097\ x\ gordura\ (\%) + 0{,}361 \qquad [13]$$

Onde: gordura é a quantidade de gordura presente no leite, %.

O total de energia líquida diária secretada no leite foi calculado como sendo a produção média diária de leite das vacas em cada mês do período de lactação (PMD), multiplicada pela ELleite (Equação [14]):

$$EL\ diária\ secretada\ no\ leite\ (\frac{Mcal}{dia}) = PMD\ x\ ELleite \qquad [14]$$

Onde: PMD é a produção média diária de leite das vacas em cada mês do período de lactação (kg/dia) e ELleite é a energia líquida contida no leite, Mcal/kg (Equação [13]).

A partir dessas informações foram então estimadas as exigências diárias de energia metabolizável para lactação em cada mês, conforme NRC (2000), utilizando-se a energia líquida diária secretada no leite, e considerando-se uma eficiência de utilização de 0,64 (Equação [15]).

$$EMl = \frac{EL\ diária\ secretada\ no\ leite\ (\frac{Mcal}{dia})}{0{,}64}\ x\ dias\ de\ lactação \qquad [15]$$

Os bezerros foram pesados sem jejum na desmama e os pesos foram então ajustados linearmente para os 205 dias de vida dos animais (Equação [16]).

$$P205 = \frac{(PD-30)}{idbez} x\ 205 + 30 \quad [16]$$

Onde: *P205* é o peso ajustado para os 205 dias de vida, kg; a constante *30* é a média de peso ao nascimento de bezerros de corte na fazenda; *PD* é o peso do bezerro à desmama, kg; *idbez* é a idade do bezerro à desmama, em dias, e; a constante 205 é a idade do bezerro para a qual se deseja ajustar o peso.

Os dados de peso ajustados foram então corrigidos para o efeito de sexo do bezerro pelo método dos quadrados mínimos (P205s).

A partir dos dados coletados foi calculado o consumo médio diário de energia metabolizável das vacas. O IEE foi estimado dividindo-se o consumo energético total das matrizes durante o ano pelo peso corrigido (P205s) dos bezerros desmamados (Tedeschi et al., 2005).

Já a relação de desmama (RD) foi estimada pela divisão do peso do bezerro corrigido à desmama pelo peso da matriz à desmama.

O efeito da seleção das vacas para peso sobre a eficiência energética e as variáveis de produção foi avaliado segundo um modelo inteiramente casualizado, utilizando-se o PROC GLM do software SAS University (Sas Institute Inc. Cary, CA, USA), e as médias comparadas aplicando-se o teste T.

Os índices de eficiência (IEE e RD) foram submetidos ainda a um estudo de correlação de ranking de Spearman. Avaliou-se também o coeficiente de correlação de Pearson entre a energia metabolizável total consumida no ano, o IEE, a RD, o peso médio das matrizes e o peso à desmama dos bezerros. Para isso adotou-se o PROC CORR do mesmo software. Em todos os procedimentos estatísticos adotou-se $\alpha = 0,05$.

4.3 Resultados e discussão

As avaliações realizadas nas áreas destinadas aos animais mostraram que a quantidade de massa de forragem variou sazonalmente (Figura 1). Em sistemas extensivos de cria, a pastagem ocupa papel determinante na produtividade, visto que a maior parte do suprimento de nutrientes demandado pelas vacas durante o ciclo produtivo é fornecido pela forrageira.

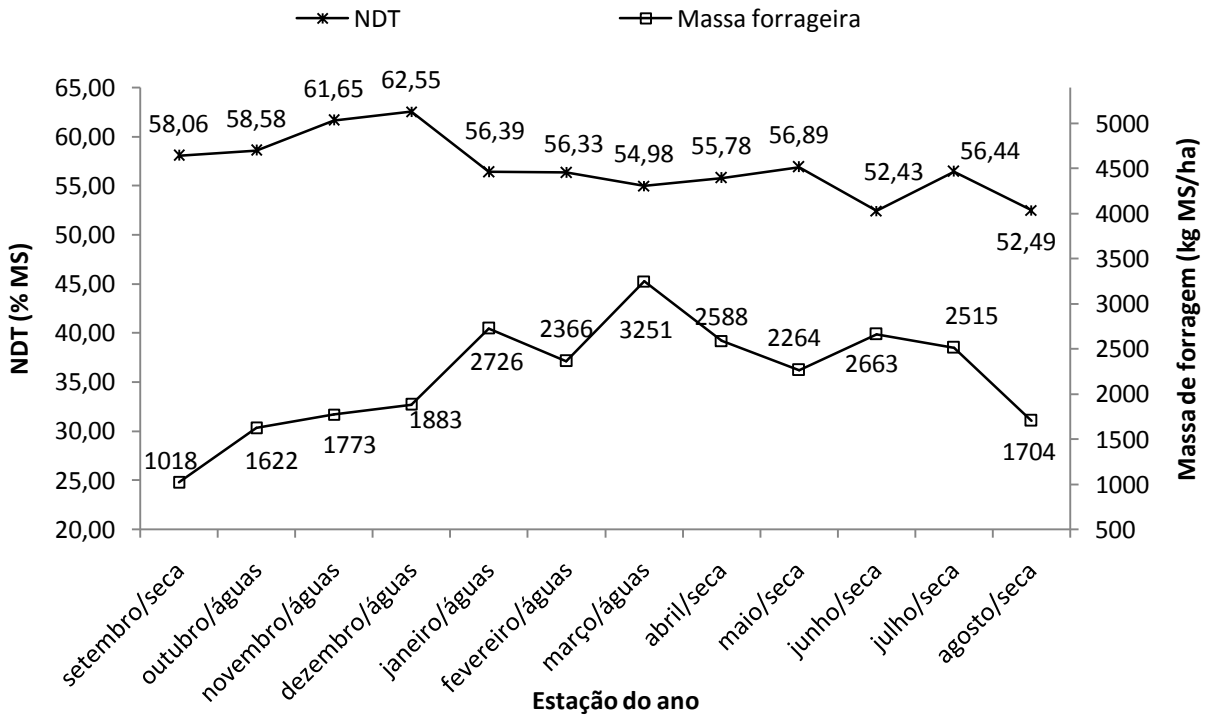

Figura 1 Variação da massa de forragem (kg de matéria seca/ha) e NDT (%MS) durante o ciclo de produção nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Os valores observados de massa de forragem durante os meses de avaliações ficaram próximos à recomendação mínima de 2000 kg de matéria seca (MS) por hectare, preconizados por Minson (1990) para que os animais não apresentem elevação no tempo de pastejo e não ocorram prejuízos no consumo de matéria seca.

A energia presente no material forrageiro selecionado pelos animais, na forma de nutrientes digestíveis totais (NDT) apresentou-se estável durante o ano (Figura 1), acima do nível de 50%. Segundo o NRC (2000), para matrizes bovinas de corte de 454 kg de peso à

maturidade, com produção média diária de leite de 6,64 kg/dia, a dieta deve conter durante o ciclo produtivo valores de NDT de 53,33%, em média, com o menor valor recomendado de 44,9%, no momento imediatamente após a desmama, e 60,9% durante o pico de lactação, onde as exigências são maiores.

No decorrer das estações de seca e águas, o teor de PB apresentou-se de forma adequada ao atendimento às exigências desse nutriente (Figura 2). O teor de nitrogênio, representado pela proteína bruta (PB), das pastagens tem influência no desempenho dos animais pela função que exerce na formação de proteína animal, e no caso de ruminantes, principalmente na produção de proteína microbiana no rúmen (Kozloski, 2009).

Segundo Poppi & McLennan (1995), os teores de PB acima de 7% não afetam negativamente o funcionamento da atividade microbiana ruminal, e assim permitem o atendimento mínimo das exigências desses nutrientes, desde que a oferta de alimentos não seja um fator limitante.

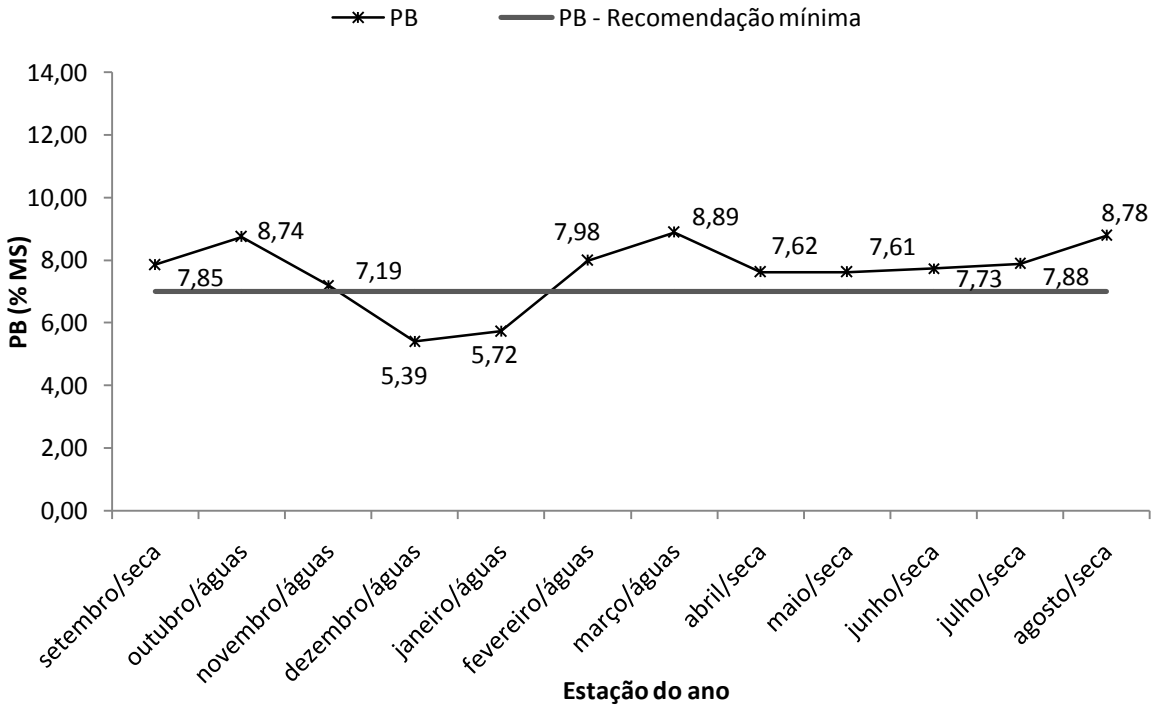

Figura 2 Variação da proteína bruta (%MS) durante o ciclo produtivo nas estações de águas e seca nas pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Nas condições de pastejo observadas as vacas de ambos os grupos apresentaram características produtivas (Tabela 2) em conformidade com o descrito por Vieira et al. (2005), que ao utilizarem pastagens cultivadas com massa forrageira acima de 2000 kg de matéria seca/hectare, observaram que vacas Nelore apresentaram em média 405,0 kg de PV e escore de condição corporal por volta de 3,0 (escala de 1 a 5).

Tabela 2 Características produtivas de vacas Nelore comum (NC) e Nelore PO selecionadas para peso em pastagem

Variável	**Grupo Genético**		**CV%**	**Valor - P**
	NC	PO		
Peso corporal médio da vaca, kg	431,3	509,7	11,37	<0,0001
Peso corporal da vaca à desmama, kg	393,2	459,5	12,49	<0,0001
Peso corporal do bezerro 205s, kg	164,2	181,4	10,40	0,0011
ECC da vaca ao parto	3,06	3,12	12,29	0,5724
ECC da vaca à desmama	2,91	2,75	16,54	0,1171

Vacas de cria em boas condições corporais no período pré-parto (ECC próximo a 3,0), favorecem a produção de bezerros mais eficientes, visto que na fase de lactação a demanda de energia é maior que a capacidade de consumo de MS (balanço energético negativo), e assim as reservas corporais representadas pelo ECC passam a ter maior representatividade no atendimento às exigências de lactação (Komaragiri et al., 1998).

Essa descrição está de acordo com os resultados observados, visto que os bezerros apresentaram peso aos 205 dias em conformidade com o descrito por Silveira et al. (2004), que em condições similares observaram peso à desmama para bezerros Nelore comum na ordem de 170 kg, em média.

Para que a produção obtida fosse alcançada, as matrizes de ambos os grupos apresentaram mobilização de energia corporal, observada pela redução do ECC durante a avaliação, sem diferença significativa entre os grupos em nenhum momento (P>0,05). A relação do escore de condição corporal (ECC) e a quantidade de reservas corporais retida no corpo do animal é descrita pelo NRC (2000), e reflete as reservas de gordura no corpo de vacas de cria, como demonstrado por Domecq et al. (1997).

As vacas selecionadas para peso apresentaram maior peso corporal médio e à desmama (P<0,05), o que era esperado, em função da seleção realizada ao longo dos anos. Segundo Frias (1996), a seleção aplicada à raça Nelore no Brasil, em busca de animais mais produtivos, favoreceu a seleção de bovinos com maiores tamanhos corporais à maturidade. Da mesma forma, Silva et al. (2000), ao avaliarem os impactos da seleção para peso na pós-desmama em rebanhos Nelore sobre o peso das vacas, relataram que as vacas selecionadas apresentaram em média 508,1 kg, enquanto as vacas controle, 468,1 kg, em média.

A seleção da raça Nelore baseada em características de crescimento e nos pesos pós-desmama (P205, P365, P550), se mostra eficiente, visto a evolução das mesmas dentro dos rebanhos avaliados (Santos et al., 2012).

Em relação ao peso dos bezerros dos grupos avaliados, observou-se diferença significativa (P<0,05), mostrando que a seleção de vacas Nelore para a característica de peso corporal também elevou o peso à desmama das progênies (Tabela 2).

Esses resultados estão de acordo com os descritos por Castilhos et al. (2010), onde bezerros Nelore, em rebanhos selecionados para peso, apresentaram aos 267 dias de idade, maior peso corporal (217 kg), em relação aos bezerros Nelore controle (179 kg). Segundo Silva et al. (2000), a seleção para peso pós-desmama, além de promover maior peso das vacas de cria, proporcionou ganho genético no peso à desmama dos bezerros, onde os bezerros selecionados apresentaram 192,3 kg aos 210 dias de idade, enquanto os não selecionados, 167,6 kg.

Animais de maior tamanho adulto geralmente produzem bezerros mais pesados à desmama, no entanto, em sistemas de baixa oferta de alimentos, estas matrizes podem tornar-se ineficientes (Davis et al., 1983). Já em condições de atendimento das exigências nutricionais, as raças maiores ou com maior produção de leite produzem mais quilos de bezerros por ano (Jenkins & Ferrel, 1994).

A relação entre a produção de leite e o desenvolvimento do bezerro também é destacada por Fontes et al. (2008). Entretanto, neste estudo não foi observada diferença significativa entre a produção de leite dos grupos avaliados (P>0,05) (Tabela 3), apesar da diferença entre os pesos dos bezerros.

Tabela 3 Características da lactação de vacas Nelore comum (NC) e Nelore PO selecionadas para peso em pastagem

Variável	**Grupo Genético**		**CV%**	**Valor - P**
	NC	PO		
Produção média de leite, kg/dia	5,12	6,31	21,96	0,1716
Teor de gordura, %	4,41	3,43	17,22	0,0573
EL do leite, Mcal/kg	0,79	0,69	8,94	0,0572
EL diária secretada no leite, Mcal/dia	4,04	4,35	21,35	0,5584

As vacas Nelore PO não apresentaram maior produção de leite, nem secreção de energia superior via leite em relação às Nelore comum (P>0,05), mas a combinação das diferenças numéricas destas duas características contribuiu para uma maior exigência de lactação das vacas PO (P<0,05) (Tabela 4). Outro ponto a ser destacado, é a variação entre as curvas de lactação (Figura 3) dos grupos avaliados

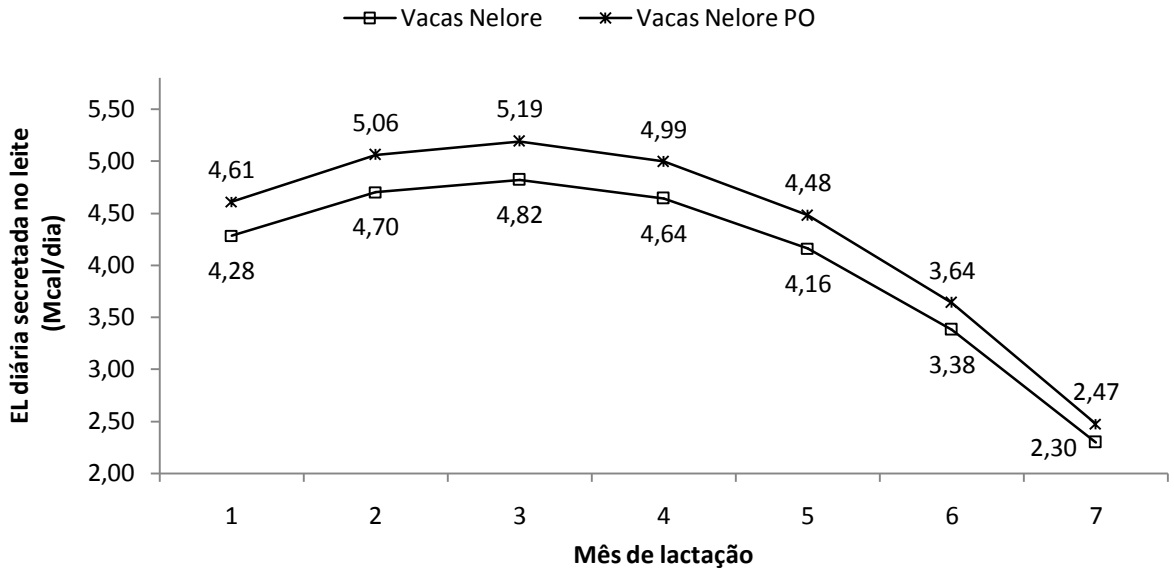

Figura 3 Estimativa da quantidade de energia líquida diária secretada no leite (Mcal/dia) das vacas Nelore comum e Nelore PO durante o período de lactação

A seleção genética proporcionou um maior potencial produtivo às vacas Nelore (PO), permitindo assim que destinasse uma maior quantidade de energia para a lactação em relação às vacas Nelore comum.

De forma geral, animais *Bos indicus* apresentam menor tamanho dos órgãos internos, o que está associado à maior rusticidade das raças zebuínas, conferindo maior adaptabilidade a condições adversas, como escassez de alimentos, clima tropical e parasitismo (NRC, 2000). Entretanto, com o aprimoramento da capacidade de produção desses animais, e o aumento do tamanho corporal à maturidade, através do melhoramento genético, essa condição tende a mudar, com o aumento nas exigências nutricionais dos animais (Tabela 4).

Tabela 4 Partições de energia metabolizável (EM) de vacas Nelore comum (NC) e Nelore PO selecionadas para peso em pastagem

Variável	**Grupo Genético**		**CV%**	**Valor - P**
	NC	PO		
EM mantença, Mcal	4151,7	4701,5	8,45	<0,0001
EM gestação, Mcal	817,3	808,5	7,17	0,5893
EM lactação, Mcal	1365,9	1486,3	6,71	<0,0001
EM total no ano, Mcal	6334,9	6996,3	5,44	<0,0001
Proporção energia mantença	0,655	0,671	3,59	0,0226
Proporção energia gestação	0,129	0,116	8,83	<0,0001
Proporção energia lactação	0,215	0,213	8,30	0,6198

As vacas selecionadas para maior peso corporal apresentaram maiores valores de energia de mantença e lactação (P<0,05), e, consequentemente maior demanda de energia total no ano (P<0,05) (Tabela 4). A maior energia de mantença observada está relacionada com o maior peso corporal das vacas selecionadas, relação que está de acordo com a descrição de Taylor & Young (1968), que associaram as variações nessa partição de energia ao porte dos animais. Bovinos de portes diferentes atingem a maturidade em pesos distintos, e assim apresentam variação nas exigências absolutas de mantença (Owens et al., 1993; NRC 2000).

O incremento na energia de mantença das vacas Nelore PO foi de 13% em relação às Nelore comum, demonstrando que a seleção para peso elevou o requerimento de mantença ao

patamar de animais taurinos. Segundo o NRC (2000), bovinos taurinos tendem a requererem 10% mais energia para mantença que animais zebuínos. Bovinos Nelore selecionados para peso apresentam maior consumo de MS, além de melhor desempenho, em relação aos Nelore controle (Castilhos et al., 2010).

A alteração dessas relações deve ser levada em consideração para a adoção do uso de animais melhorados no sistema de cria, visto que essa atividade é realizada em sua totalidade sob condições de pastejo, e as pastagens, utilizadas para a produção de bezerros, geralmente são aquelas menos produtivas, o que associado à sazonalidade leva a baixa oferta de nutrientes (Euclides et al., 2007).

As condições de manejo de pastejo apresentadas neste estudo possibilitaram o atendimento das exigências de ambos os grupos avaliados, e permitiram, como já discutido, a desmama de bezerros com pesos satisfatórios.

A incompatibilidade do *status* nutricional com o genótipo, favorece a ocorrência de resultados como os descritos por Mendonça et al. (2003), que ao avaliarem a eficiência nutricional de vacas *Bos taurus* manejadas em pastagens naturais encontraram valores de peso dos bezerros, aos 205 dias, de 148 kg, em média. Os autores atribuíram os baixos índices zootécnicos e a baixa produção de leite à limitação nutricional.

Dessa forma, pode-se afirmar que a utilização de vacas Nelore selecionadas, de maior tamanho à maturidade, em substituição às Nelore comum deve ser avaliada, levando-se em consideração, entre outros fatores, o status nutricional a ser utilizado. A adequação da oferta de nutrientes (quantidade e qualidade) à fase fisiológica das vacas e às suas exigências é essencial para que se obtenha uma boa eficiência nutricional (Fonseca et al., 2012).

Os índices de eficiência dos grupos de vacas avaliados demonstraram que o maior tamanho corporal não afetou a eficiência na utilização de nutrientes nas condições de pastejo adotadas ($P>0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5 Relação de desmama (RD) e índice de eficiência energética (IEE) de vacas Nelore comum (NC) e Nelore PO selecionadas para peso em pastagem

Variável	Grupos Genéticos		CV%	Valor - P
	NC	PO		
RD, kg bezerro/kg vaca	0,42	0,41	14,06	0,1526
IEE, Mcal/kg	38,9	39,0	10,35	0,9350

As vacas Nelore PO, apresentaram-se mais produtivas, com bezerros mais pesados, mas para isso demandaram maior quantidade de forragem, dada pelas maiores exigências estimadas, o que equiparou a eficiência nutricional entre os genótipos avaliados (P>0,05).

Conforme Castilhos et al. (2010), a seleção para peso em bovinos Nelore, aplicada ao longo de 29 anos, não impactou a eficiência alimentar do gado Nelore, já que apesar de melhorar o desempenho dos animais em 26,4%, também aumentou o consumo de matéria seca em 19,4%. Os animais que apresentaram maior potencial de crescimento, foram aqueles que consumiram mais alimentos, e assim apresentaram exigências nutricionais mais elevadas (Tedeschi et al., 2006).

Nesse contexto, o grupo de vacas selecionadas para peso apresentou um requerimento maior de energia total no ano, se aproximando dos valores descritos para animais taurinos, contudo, os valores observados nos índices de eficiência mantiveram-se no patamar de vacas Nelore comum (Tabela 5).

Segundo Fontes et al. (2008), vacas Nelore recebendo dieta à base de volumoso, apresentaram RD de 0,40 e IEE de 40,6 Mcal/kg, enquanto as vacas mestiças RD de 0,47, com IEE de 35,0 Mcal/kg. Da mesma forma, ao avaliarem vacas Nelore comum em condições de boa oferta de forragem e suplementação proteica no período de escassez, Braga Netto et al. (2012) encontraram relação de desmama de 0,43. Esses relatos reforçam a afirmação de que as vacas PO do presente estudo não apresentaram alteração nas eficiências energética e produtiva, e apresentaram valores compatíveis com o descrito na literatura.

A relação entre os índices foi avaliada, inicialmente, através da análise de correlação de ranking de Spearman, e o coeficiente de correlação foi significativo de -0,69 (P<0,05), permitindo afirmar que as matrizes mais eficientes pela RD também foram as mais eficientes na utilização de energia pelo IEE.

Para que esses índices (IEE e RD) possam ser recomendados na seleção de vacas de corte Nelore em pastejo deve-se avaliar a relação que os mesmos têm com as principais características de produção dos rebanhos de cria, e assim determinar os possíveis impactos de sua adoção (Tabela 6).

Tabela 6 Correlações de Pearson entre medidas de eficiência, peso dos animais e energia total no ano (ETA)

Variável	**RD**	**PCV**	**P205s**	**ETA**
Índice de eficiência energética (Mcal/kg)	-0,74*	-0,02	-0,76*	-0,01
Relação de desmama (kg/kg)	-	-0,46*	0,29*	-0,41*
Peso corporal médio da vaca (PCV, kg)	-	-	0,65*	0,97*
Peso corporal do bezerro 205s (P205s, kg)	-	-	-	0,65*

*P<0,05.

A correlação entre o IEE e RD (-0,74) demonstrou que as vacas energeticamente mais eficientes também apresentaram maior peso relativo do bezerro em relação ao peso da vaca, em conformidade com o relatado por Braga Netto e et al. (2012).

A característica que apresentou maior influência sobre índice de eficiência energética (IEE) foi o peso do bezerro à desmama (P205s), visto que a correlação foi alta e negativa (Tabela 6, Figura 4), e não houve relação do IEE com o peso da vaca, o que é positivo em termos de aproveitamento de nutrientes.

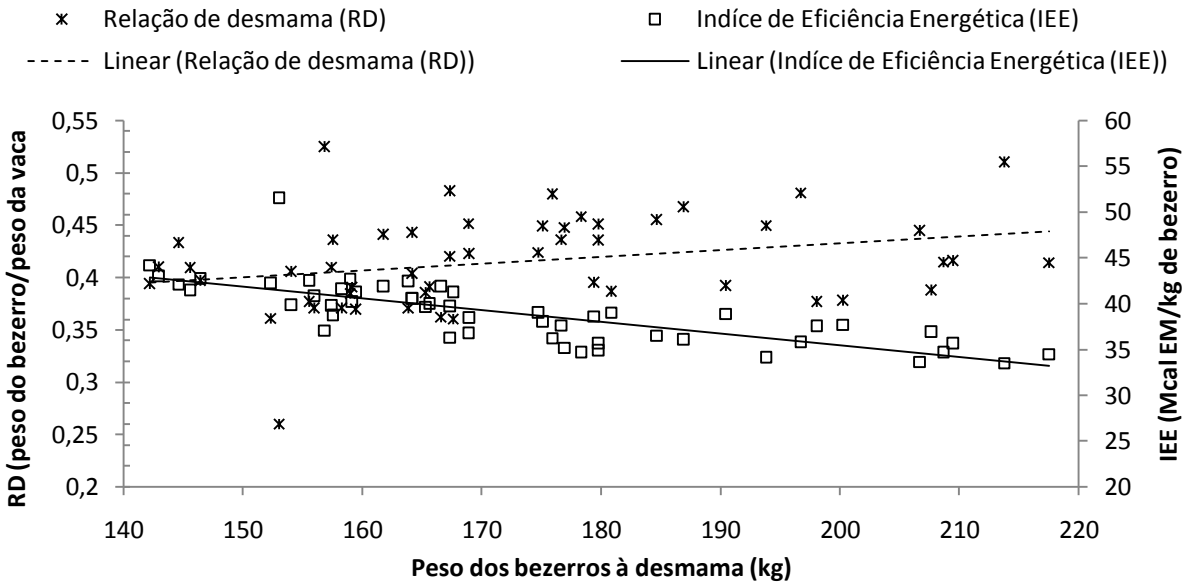

Figura 4 Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso dos bezerros à desmama

Já a RD apresentou maior influência do peso da vaca (Figura 5). Observou-se correlação negativa moderada com o peso médio da vaca e o peso do bezerro à desmama (Tabela 6).

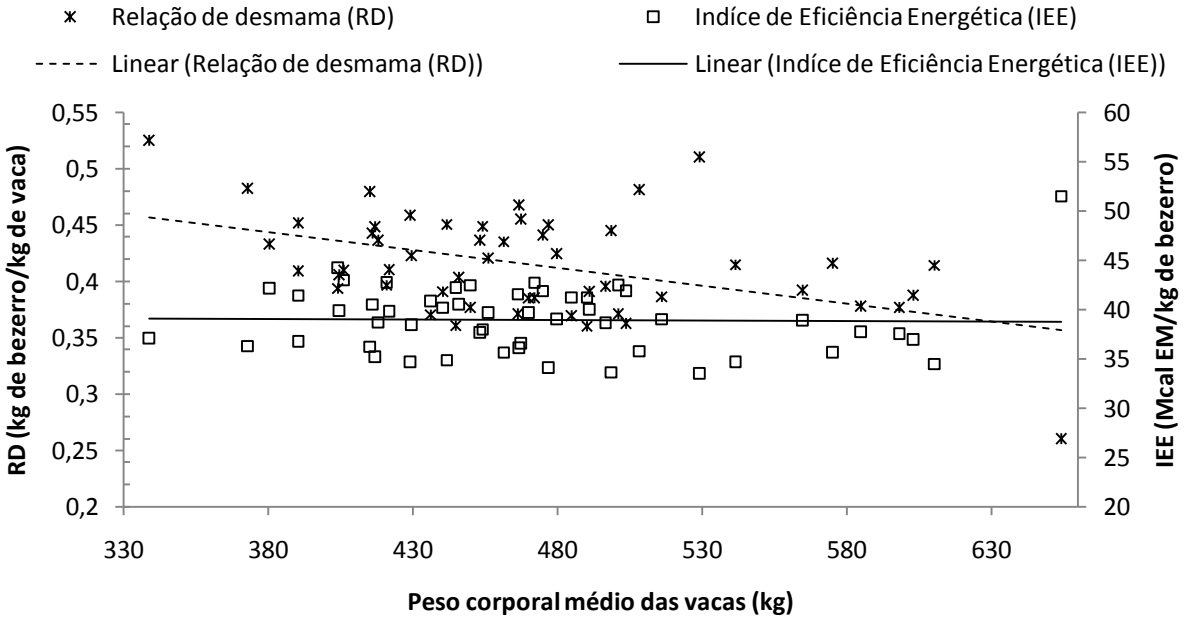

Figura 5 Relação entre o índice de eficiência energética (IEE), relação de desmama (RD) e peso médio das vacas

Isso demonstra que as vacas de maior porte e de bezerros mais leves apresentaram pior relação de desmama, demonstrando que a utilização da RD favorece a seleção de vacas menores.

Pode-se afirmar que a desmama de bezerros de maior peso corporal esteve associada às vacas mais pesadas, em função da correlação moderada e positiva que essas características apresentaram. Em função da maior energia demandada por essas fêmeas, o peso dos bezerros à desmama apresentou correlação moderada e positiva com a energia total consumida no ano pelas vacas, o que pode trazer implicações negativas.

Esse resultado está relacionado com o observado em relação às vacas PO, reforçando que a seleção genética realizada para aumento de peso favoreceu uma produção de bezerros maiores, mas acompanhada de aumento na demanda de energia pelas vacas.

A energia total requerida no ano apresentou correlação moderada negativa com a RD, e sem relação com o IEE. Isso demonstra que a seleção de animais mais eficientes, por esses dois índices, não propiciará o aumento na demanda de energia durante o ano pelas vacas, permitindo que a relação observada, entre o peso do bezerro e a energia demandada pela vaca, possa ser melhorada nos animais puros.

4.4 Conclusões

A seleção para peso em vacas Nelore não altera as eficiências energética e produtiva das matrizes, proporciona a produção de bezerros mais pesados, mas também eleva o peso corporal e as exigências nutricionais dessas matrizes.

Os índices de eficiência avaliados podem ser utilizados como características de seleção em vacas Nelore em pastejo sem causar efeitos negativos sobre o sistema de produção, com ressalva para a RD, que favorece a seleção de vacas de menor peso corporal.

Referências

ALENCAR, M. M. Critérios de seleção em bovinos de corte. In: IX CURSO DE MELHORAMENTO DE GADO DE CORTE DA EMBRAPA – GENEPLUS, 9, 2003. **Anais**... Campo Grande, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: AOAC International, 1990. 1117p.

BRAGA NETTO, A. L.; FERNANDES, H. J.; SOUZA, J. C. et al. Época de prenhez e ordem de parição sobre fêmeas Nelore à desmama. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Brasília, 2012. **Anais...** Brasília: RBZ, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Métodos analíticos físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Instrução Normativa 68, 2006. Brasília: Ministério da Agricultura, 2006.

CASTILHOS, A. M.; BRANCO, R. H.; CORVINO, T. L. S. et al. Feed efficiency of Nellore cattle selected for postweaning weight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2486-2493, 2010.

DAVIS, M. E., RUTLEDGE, J. J, CUNDIFF, L. V. et al. Life cycle efficiency of beef production: II. Relationship of cow efficiency ratios to traits of the dam and progeny weaned. **Journal of Animal Science,** v.57, p.852-866, 1983.

DOMECQ, J. J.; SKIDMORE, A. L.; LOID, J.W. et al. Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.2308-2313, 1997.

EUCLIDES FILHO, K.; CORRÊA, E.S.; EUCLIDES, V.P.B. **Boas práticas na produção de bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002. 25p. (Documentos/Embrapa Gado de Corte, 12).

FONSECA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T. et al. Exigências nutricionais de vacas Nelores primíparas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.41, n.5, p.1222-1230, 2012.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de diferentes métodos para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.21, n.4, p.691-702, 1992.

FONTES, C. A. A.; OLIVEIRA, V. C.; SIQUEIRA, J. G. et al. Eficiência de utilização da energia alimentar para a produção de bezerros em vacas Nelore e mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.37, n.9, p.1650-1659, 2008.

FRIAS, L. A. 1996. Precocidade, Precocidade, Precocidade. **Revista Corte**, 1996. 22p.

JENKINS, T. G., FERREL, C. L. Productivity trough weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. **Journal of Animal Science**, v.72, n.11, p.2787-2797, 1994.

KOMARAGIRI, M. V. S.; CASPER, D. P.; ERDMAN, R. A. Factors affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows. 2. Effect of dietary fat on mobilization of body fat and protein. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.169-175, 1998.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2.ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2009. 44p.

LOWMAN, B. G.; SCOTT, N.; SOMERVILLE, S. **Condition scoring beef cattle**. Edinburgh: Scotland College of Agriculture, 1976. 8p.

MENDONÇA, G.; PIMENTEL, M. A.; CARDELLINO, R, A. et al. Época de nascimento, genótipo e sexo de terneiros cruzas taurinos e zebuínos sobre o peso ao nascer, à desmama e eficiência individual de primíparas Hereford**. Ciência Rural**, v.33, n.6, p.1117-1121, 2003.

Mc MENIMAN, N. P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.131-168.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**.7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 243p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 8.ed. Washington, DC National Academy Press, 2001, 14p.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science,** v.71, n.11, p.3138-3150, 1993.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; et al. Número de coletas da produção de leite na predição de modelos para estimativa da produção média diária de leite de vacas Nelore. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 146-156, 2009.

POPPI, D. P.; McLENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, n.1, p.278-290, 1995.

RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; MOLETTA, J. L. et al. Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 585-597, 2003.

REZENDE, A. V.; RABELO, F. H. S.; RABELO, C. H. S. et al. Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1507-1518, 2015.

ROCHA, J. C. M. C.; TONHATI, H.; ALENCAR, M. M.; et al. Componentes de variância para o período de gestação em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia,** v.57, n.6, p.784-791, 2005.

SANTOS, G. C. J.; LOPES, F. B.; MARQUES, E. G. et al. Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos Nelore da região norte do Brasil. **Acta Scientiarum**, v.34, n.1, p.97-101, 2012.

SILVA, J. A. V.; RAZOOK, A. G.; TONHATI, H. et al. Efeito da seleção para peso pós-desmama sobre indicadores da eficiência produtiva de vacas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1020-1027, 2000.

SILVEIRA, J. C.; MC MANUS, C.; MASCIOLI, A. S. et al. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.6, p.1432-1444, 2004.

TAYLOR, C. S.; YOUNG, G. B. Equilibrium weight in relation to food intake and genotype in twin cattle. **Animal Production**, v.10, n.3, p.393-412, 1968.

TEDESCHI, L. O., FOX, D. G.; BAKER, M. J. et al**. A model to evaluate beef cow efficiency**. In: Modeling Nutrient Utilization in Farm Animals. Cambridge: J. Dijkstra, 2005.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; BAKER, M.J. et al. Identifying differences in feed efficiency among group-fed cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, p.767-776, 2006.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VIEIRA, A., LOBATO, J. F. P., CORREA, E. S. et al. Produtividade e eficiência de vacas Nelore em pastagem de *Brachiaria decumbens* stapf nos Cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1357-1365, 2005.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proceedings**... Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições experimentais estudadas, a biomassa da forrageira a ser selecionada pelas matrizes em sistemas de cria se apresentou com adequado teor de NDT e de PB na maior parte do ano, mesmo nos períodos de seca. A quantidade de massa forrageira disponível atuou como o principal fator nutricional limitante.

Em condições de baixa oferta de nutrientes a utilização de matrizes Brangus, de maior exigência, não proporcionou maior eficiência do sistema de produção.

Nas condições de pastejo apresentadas, a utilização de vacas Nelore com progênies cruzadas permitiu a produção de bezerros mais pesados de forma mais eficiente, sem elevar a demanda de energia.

A seleção para peso em vacas Nelore permitiu uma produção de bezerros mais pesados, com aumento da energia demandada no ano, sem afetar a eficiência energética das vacas.

Os índices de eficiência produtiva e energética avaliados, RD e IEE, se mostraram eficazes para utilização no acompanhamento de rebanhos de cria. Esses índices apresentaram alta correlação negativa entre eles, o que possibilita o uso dos mesmos para seleção de matrizes mais eficientes a pasto, favorecendo assim a produção de bezerros de forma mais sustentável. No entanto, a utilização da relação de desmama, por não considerar as exigências dos animais, induz a seleção de vacas de menor porte.