

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA SELEÇÃO PARA CRESCIMENTO EM
DIFERENTES IDADES SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA
EM ANIMAIS DA RAÇA NELORE**

Iara Del Pilar Solar Diaz
Zootecnista

JABOTICABAL - SP - BRASIL
2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

EFEITO DA SELEÇÃO PARA CRESCIMENTO EM
DIFERENTES IDADES SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA
EM ANIMAIS DA RAÇA NELORE

Iara Del Pilar Solar Diaz

Orientador: **Henrique Nunes de Oliveira**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento Animal

JABOTICABAL – SP
julho de 2012

D542e **Diaz, Iara Del Pilar Solar**
Efeito da seleção para crescimento em diferentes idades sobre o consumo de energia em animais da raça Nelore / Iara Del Pilar Solar Diaz. – Jaboticabal, 2012
x, 97 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientador: Henrique Nunes de Oliveira

Banca examinadora: Lucia Galvão de Albuquerque, Danísio Prado Munari, Maria Eugênia Zerlotti Mercadante, Joslaine Noely dos Santos Gonçalves Cyrillo

Bibliografia

1. Energia líquida. 2. Peso adulto. 3. Seleção. 4. Sistemas de produção. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2..636.082

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação - Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

IARA DEL PILAR SOLAR DIAZ - nascida em 30 de agosto de 1984, na cidade de São Bernardo do Campo – SP, filha de Pilar Del Carmen Diaz Moya e Guillermo Nolberto Solar Lagos. Em dezembro de 2006 obteve o título de zootecnista pela Universidade de Marília (UNIMAR) e em agosto de 2007 ingressou no Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus Jaboticabal – SP, como bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, obtendo o grau de mestre em 22 de julho de 2009, sob orientação do Prof. Dr. Henrique Nunes de Oliveira. Em agosto de 2009 ingressou no mesmo programa na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus Jaboticabal – SP, como bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, obtendo o grau de doutora em 11 de julho de 2012, sob orientação também do Prof. Dr. Henrique Nunes de Oliveira.

***"Só existem dois dias no ano que nada pode ser feito.
Um se chama ontem e o outro se chama amanhã, portanto,
hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e
principalmente viver."***

(Tenzin Gyatso, 14º Dalai Lama)

Aos meus pais, Pilar e Guillermo por me amarem tão intensamente,

Ao meu irmão Leonardo, pela força, amor e proteção que representa na minha vida,

A todos os meus amigos e familiares

Dedico e Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus, por nunca me deixar sentir sozinha, por ter me dado saúde para enfrentar os obstáculos e ter me dado fé para acreditar que eles tinham um propósito.

À minha mãe, Pilar Del Carmen, por ser a luz dos meus dias, por ser minha amiga, companheira e me proporcionar dias de esperança e alívio.

Ao meu irmão, Leonardo, por sempre me mostrar que tudo podia se resolver com muita calma, por ser um lutador e me inspirar todo dia. Te amo demais!

Ao meu pai, Guillermo Nolberto, por me amar tão intensamente, que mesmo longe sempre esteve presente, me fazendo sorrir e alegrando meus dias com incontáveis e-mails e palavras de amor.

Aos meus avós, Lidia e Luis, por serem minha inspiração de vida, por terem me ensinado que o sacrifício aliado a honestidade sempre tem sua recompensa.

À minha tia, Lidia Diaz, por ser um exemplo, de pessoa, de mulher, de honestidade, de trabalho, de amor.

À minha amiga e conselheira, Bel Karrano, por ter me dado forças nos momentos mais importantes da minha vida, por ter sido compreensível, paciente, amiga e amorosa. Através de seus ensinamentos consegui e consigo ver e compreender as coisas de uma forma simples, que me ensina a viver todo dia! Que Deus te ilumine e obrigado por tudo minha Bel amiga!

Ao meu amigo, Tiago Tavares, pela amizade verdadeira e sincera de tantos anos, pelos incontáveis dias de muitas conversas e apoio que fizeram valer a

pena. Por ter sempre me aconselhado, me ajudado, me animado e por sempre estar aí quando precisava. Obrigado por tudo Tavares!

Ao meu amigo, Marco Dib, por ter me acompanhado e me ajudado o tempo todo que estive nos Estados Unidos. Por me fazer rir em momentos que queria desistir e sempre me apoiar com sua personalidade peculiar e crítica, mas que jamais esquecerei. Obrigado por tudo mesmo!

Aos meus amigos, Sandra, Sebastian, Ana, Ester, Karina, Denise, Rodrigo, Raphael, Gregório, Valdeci, Arione, Marina, Thiago, Fabio, Alexandre, Francisco, Talita, Matilde, Diogo, Luciana, Lola, Pedro, Milene, Emma, Miranda, Brian e Xi, por serem o motivo de tantas alegrias e ótimas recordações, momentos de companheirismo e ajuda. Amo vocês!

Ao meu orientador Henrique Nunes de Oliveira, por ter acreditado em mim, pela valiosa amizade, por ser um professor e profissional admirável, por sempre conseguir me acalmar com apenas um sorriso em muitos momentos de nervosismo, por ser uma pessoa transparente e despertar em todas as pessoas, um infinito carisma. Muito obrigado professor!

Ao professor Denny Crews, que me recebeu na Universidade do Colorado durante meu doutorado sanduíche nos Estados Unidos, por ter me aceitado, acreditado em mim e ter me proporcionado grandes conhecimentos que levarei comigo sempre.

Ao professor Milt Thomas, da Universidade do Colorado, pelos inúmeros conselhos e muitas conversas que me ajudaram a observar o melhoramento genético por outra perspectiva.

Aos componentes da banca examinadora, Dra. Lucia Galvão de Albuquerque, Dr. Danisio Prado Murani, Dra. Maria Eugênia Zerlotti Mercadante e Joslaine Noely dos Santos Gonçalves Cyrillo, pela disponibilidade e valiosas sugestões para aprimorar este trabalho.

À UNESP e ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento Animal, pela oportunidade de crescimento científico que me proporcionaram.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro.

À Associação Brasileira de Criadores e Pesquisadores, pela concessão das informações utilizadas nesse trabalho.

Aos queridos colegas de Pós-graduação, por sempre me ajudarem quando mais precisava e, sempre estarem presente em todos os melhores momentos da minha vida!

À vocês todos, muito obrigado por tudo!

**“Às vezes aparecem em nossas vidas
Momentos difíceis;
Momentos que tiram as nossas forças,
Junto de nossa coragem.
Parecem ser momentos muito fortes,
Momentos incombateis...
Mas poucas pessoas sabem,
Que o coração do ser humano, guarda segredos...
Um de seus segredos,
É uma força que combate qualquer momento...
Essa força se chama FÉ!
Ela é imensamente forte...
Ela é a certeza, e o sorriso junto da paz
Ela é o alimento da alma
O alimento que nos dá força.
Faça de cada lágrima de dor,
Uma gotinha de coragem em busca pela felicidade!
E tenha sempre em mente o Amor de Deus.
Deus mora em sua vida
Não tenha dúvidas,
Confie Nele!
Ele não coloca desafios que você não possa enfrentar;
Ele coloca desafios para que você cresça no amor
E na vontade de viver...
E que “Momentos”
São apenas momentos,
E que a FÉ
É um Segredo Eterno.”**

(Autor Desconhecido)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
<i>Objetivos Gerais</i>	<i>4</i>
<i>Revisão de Literatura</i>	<i>4</i>
<i>Referências Bibliográficas</i>	<i>13</i>
CAPÍTULO 2- EFEITO DA SELEÇÃO NAS EXIGÊNCIAS DE ENERGIA DE MACHOS NELORE EM UM CICLO DE PRODUÇÃO COMPLETO E DE CRIA.	21
<i>Introdução</i>	<i>22</i>
<i>Material e Métodos</i>	<i>24</i>
<i>Resultados e Discussão</i>	<i>33</i>
<i>Conclusões</i>	<i>41</i>
<i>Referências Bibliográficas</i>	<i>41</i>
CAPÍTULO 3- EFEITO DA SELEÇÃO NAS EXIGÊNCIAS DE ENERGIA DE FÊMEAS NELORE NA FASE REPRODUTIVA	44
<i>Introdução</i>	<i>44</i>
<i>Material e Métodos</i>	<i>46</i>
<i>Resultados e Discussão</i>	<i>50</i>
<i>Conclusões</i>	<i>58</i>
<i>Referências Bibliográficas</i>	<i>59</i>
CAPÍTULO 4- EFEITO DA SELEÇÃO NAS EXIGÊNCIAS DE ENERGIA DE ANIMAIS NELORE EM UM CICLO DE CRIA, RECRIA E ENGORDA	62
<i>Introdução</i>	<i>63</i>
<i>Material e métodos</i>	<i>64</i>
<i>Resultados e Discussão</i>	<i>68</i>
<i>Conclusões</i>	<i>79</i>
<i>Referências Bibliográficas</i>	<i>79</i>
CAPÍTULO 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS	84

EFEITO DA SELEÇÃO PARA CRESCIMENTO EM DIFERENTES IDADES SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA EM ANIMAIS DA RAÇA NELORE

RESUMO- Foi avaliado o efeito da seleção para crescimento, usando como critério o peso em diferentes idades, ganhos de pesos e índices de seleção, sobre o consumo de energia de animais Nelore, usando um procedimento determinístico. Para o cálculo da resposta à seleção direta e correlacionada, foram estimados parâmetros genéticos por meio de modelos de regressão aleatória. O arquivo de dados, provenientes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN), continha registros de peso dos 120 dias até a idade adulta (seis anos de idade) dos animais. A exigência de energia foi calculada por meio de um procedimento determinístico, antes e após a seleção, utilizando os pesos e ganhos de pesos dos animais em equações modificadas do NRC. O efeito da seleção foi avaliado para todos os pesos padrões e ganhos de pesos usualmente utilizados, assim como para 10 tipos de índices de seleção (IND1 a IND10), os quais diferiram entre si pela ponderação dada nos pesos até o abate (positivos) e no peso adulto (PA) (negativos). Adicionalmente, utilizando como parâmetros os índices reprodutivos e de mortalidade para a raça Nelore e, utilizando os dados médios de peso por idade dos animais dos rebanhos estudados como base, foram criados rebanhos simulados, numericamente estáveis. Utilizando-se desses dados, foi possível comparar a quantidade de energia total exigida com o total de quilogramas de carne produzidos para três sistemas de produção: cria, recria e engorda para diferentes categorias animais, antes e após a seleção. O cálculo foi realizado para machos em sistema de produção de cria e completo; fêmeas na fase reprodutiva e para todos os animais em um sistema de cria, recria e engorda. O modelo de regressão aleatória definido como o mais adequado, foi o que considerou os efeitos genéticos aditivos diretos e maternos e de ambiente permanente do animal e materno ajustados com coeficientes de ordem quadrática, quadrática, quártica e quadrática, respectivamente, considerando cinco classes de variâncias para

modelar o resíduo. Avaliando apenas os machos, a seleção para o peso aos 365 dias de idade foi a melhor opção em um sistema de produção completo, produzindo animais pesados ao abate com menor consumo de energia, enquanto que o peso aos 120 dias de idade foi a melhor opção num sistema de cria. O índice 1 (com maior ênfase nas características de crescimento até os 450 dias de idade e valor negativo para o PA) se mostrou ser a melhor opção para os dois ciclos com maior eficiência nos dois parâmetros avaliados (menor exigência de energia, maior produção de quilogramas de carcaça). Considerando as fêmeas adultas e todos os animais conjuntamente, em um ciclo de produção de recria e completo, o peso aos 210 dias de idade e o IND7 e IND10 (com ênfase negativa para o peso adulto e positivo moderado no peso aos 730 dias - P730) foram, de maneira geral, os melhores critérios de seleção para todas as fases reprodutivas, quando o objetivo foi redução da exigência de energia e maior produção de quilogramas no abate e de bezerros.

Palavras-chave: energia líquida, peso adulto, seleção, sistemas de produção

SELECTION EFFECT FOR GROWTH IN DIFFERENT AGES ON ENERGY REQUIREMENT IN NELORE ANIMALS

ABSTRACT – The selection effect for growth on energy requirement of Nelore animals was evaluated using a deterministic process. The evaluation was made considering weights at different ages and also different selection indices. To calculate direct and correlated response of selection, the genetic parameters were obtained by random regression models. The complete data, from Nelore Cattle Breeding Program (NCBP) had ages from 120 days to mature weight of animals (six years old). The energy requirement was calculated by a deterministic process, before and after selection using weights and weights gains of animals in modified NRC equations. The selection effect was assessed considering all the weights and weights gains usually used in a breeding program and using ten different selection indices (IND1 to IND10) as well, which were different from each other by the sign of the weight, positive for weights until slaughtering and negative for mature weight (MW). Besides, a stable herd was calculated considering reproductive and mortality values of Nelore cattle, and also using the average weight in each age of all the animals. With this information a comparison was possible among the total energy consumption and kilos of meet produced, in three systems of production: cow-calf; growth and slaughtering considering different animals category before and after selection. The evaluation was done for males in a complete and cow-calf system of production; females in a reproduction stage and for all the animals in a complete system of production. The regression model that was considered the most appropriate, was defined as direct and maternal genetic effects, animal and maternal permanent environmental effects adjusted by an order of quadratic, quadratic, quartic and quadratic polynomials, respectively, and modeled by 5 classes of residual variances. Evaluating only males, the selection for weight at 365 days of age was the best option considering a whole production system, producing heaviest animals at slaughter with lower energy requirements whereas for a cow-calf system, weight at 120 days of age was the best option when it

comes of heavier calves with lower energy requirement. The selection index 1 (highest weights at growth traits until 450 days of age and negative weight for MW) had the best results for both systems and evaluated parameters. Considering adult females and all the animals together in a growth and complete system of production, weight at 210, and IND7 and IND10 (with highest negative weight to mature weight and positive to weight at 730 days of age) were generally the best choice of for all the reproduction cycles and reproductive stages when the objective was reduction of energy requirements with heavier animals and high production of kilos of meet.

Keywords: mature weight, net energy, selection, system of production

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

Dentro de um ciclo de produção, a obtenção de animais mais pesados ao abate proporciona maior retorno econômico e nesse contexto, os melhoristas têm se preocupado em aumentar o peso dos animais, aperfeiçoando sua composição genética. Entretanto, a genética não é o único fator que influencia na expressão do fenótipo do animal, que por sua vez também é determinado pelo ambiente e, quando consideramos o sistema de produção como um todo, esse fator se torna mais complexo. Como todos os fatores agem em conjunto, é normal que a modificação de um deles tenha efeito direto ou indireto nos outros.

No caso do melhoramento, a seleção para características de crescimento, que vem sendo realizada há vários anos, tem recentemente preocupado vários pesquisadores em razão de seus efeitos tanto no tamanho adulto da vaca, com possíveis consequências na eficiência reprodutiva, quanto no aumento de consumo de energia que os animais de maior peso apresentam, onerando o sistema de produção. Para SCHWENGBER (2001), as avaliações genéticas dos animais para características ponderais contribuem para o aumento da produtividade dos rebanhos, porém, a seleção para peso poderá levar apenas ao aumento do peso adulto, refletindo em maiores exigências de manutenção e originando, no futuro, desequilíbrio fisiológico capaz de alterar os mecanismos de adaptação ao meio ambiente.

De acordo com PITCHFORD et al. (2002), as principais razões para a ineficiência da produção de carne são o maior tamanho relativo, acompanhado de uma nutrição deficiente, lenta maturidade e baixas taxas reprodutivas dos bovinos. Dentre esses fatores, a nutrição, principalmente o consumo de energia, tem sido um dos principais fatores a serem considerados, uma vez que é diretamente relacionado com a manutenção, reprodução e produção que, por sua vez dependem do tamanho e peso do animal.

No sistema de produção de bovinos de corte, 70 a 75% da energia dietética total é utilizada para manutenção dos animais, principalmente das vacas utilizadas como matrizes (FERRELL & JENKINS, 1984; NRC 2001), sendo que apenas 5% do total da energia consumida é usada para deposição de proteína. Portanto, animais de maior peso necessitam maiores requerimentos nutricionais para manutenção e, conseqüentemente, para produção (FERRELL & JENKINS, 1984; NRC 2000).

Considerando que no Brasil, a maioria dos sistemas de produção não consegue oferecer um sistema de suplementação, a expressão do potencial genético de animais melhorados geneticamente acaba sendo prejudicada. A solução então seria procurar cada vez mais proporcionar alimentos com alto aproveitamento e animais que fossem mais eficientes nesse processo. Segundo BRANCO & RUGGIERI (2008), a eficiência alimentar tem sido considerada como um meio de reduzir os custos de produção da indústria da carne bovina.

Selecionar animais mais eficientes em aproveitar a energia e com menos exigências de manutenção parece ser um caminho a ser seguido, uma vez que a variabilidade genética nas exigências energéticas de manutenção de bovinos de corte apresenta herdabilidade variando de moderada à alta magnitude (0,22 a 0,71) (BRANCO & RUGGIERI, 2008). A seleção direta para redução das exigências de manutenção, apesar de ter se tornado mais comum nos dias atuais, ainda é mais difícil de ser praticada, em função do seu alto custo, pois parâmetros de eficiência precisam ser identificados a partir da obtenção de consumo individual, o que onera o processo.

Uma alternativa a ser considerada para avaliar a redução nas exigências de manutenção dos animais, mantendo o nível de produtividade, são as análises de respostas correlacionadas à seleção, as quais avaliam a relação existente entre a seleção para maior peso e seu efeito na exigência de energia e com isso se verificaria um ponto de equilíbrio entre essas duas características. Vários trabalhos têm avaliado a resposta direta à seleção e resposta correlacionada envolvendo características de interesse econômico (CYRILLO et al., 2000; SILVA

et al., 2000; RAZOOK et al., 2001; KNACKFUSS et al., 2006 e PEREIRA et al. 2007), entretanto não há na literatura trabalhos que relacionem a resposta à seleção com a exigência de energia para todas as fases de crescimento dos animais assim como seu efeito no ciclo de produção.

Para avaliar todas essas fases de crescimento conjuntamente, são necessários os parâmetros genéticos de características que podem ser mensuradas repetidamente ao longo da vida do animal (características repetidas ou longitudinais) e, para tal, são utilizados os modelos multi-características ou modelos de regressão aleatória.

Os modelos de regressão aleatória estão sendo amplamente utilizados para análise de dados de medidas repetidas ao longo do tempo ou da escala contínua (MEYER, 1995). A utilização de modelos de regressão aleatória possibilita obter valores genéticos para toda a curva de crescimento do animal, por meio dos coeficientes de regressão aleatórios de uma determinada função, além de descrever, detalhadamente, os efeitos ambientais que interferem em tais medidas.

Para o desenvolvimento de funções do peso, que permitam a seleção para alterar a forma da curva de crescimento, é preciso estimar as funções de covariância incluindo os pesos do nascimento até a idade adulta. Com isso será possível, por exemplo, a seleção de animais de menores pesos ao nascer e à maturidade, mas com alto peso ao sobreano, e se poderá observar, através da resposta correlacionada à seleção, o efeito em toda curva de crescimento e prever a implicação disto na exigência de energia ao longo da vida dos animais.

A seleção utilizando todos os pesos e ganhos de pesos fornecerá um equilíbrio entre a mais adequada característica a ser selecionada e a menor exigência de energia requerida pelos animais de acordo com o objetivo de seleção, podendo fornecer subsídios para aumentar significativamente a produtividade animal.

Frente a essas considerações, nota-se que a nutrição deve ser avaliada conjuntamente com o melhoramento animal, uma vez que a segunda influi na

primeira. Assim, tão importante quanto considerar as condições ambientais em que o animal é criado (nutrição, sanidade, manejo, entre outros), é conhecer qual a consequência da seleção para determinadas características em relação a outras existentes e sua implicação na exigência de energia destes animais.

Objetivos Gerais

Os objetivos do presente trabalho foram:

- Estimar, pelo uso da regressão aleatória, considerando dados desde os 120 dias até o descarte do rebanho de animais da raça Nelore, os parâmetros genéticos necessários para calcular a resposta direta e correlacionada e verificar o impacto da seleção para crescimento (pesos ou ganhos de peso) em vários pontos da curva, sobre pesos em outras idades, inclusive no peso médio do rebanho de vacas.
- Quantificar, usando um procedimento determinístico, o aumento na exigência de energia decorrente do aumento de peso para cada categoria animal no rebanho, e verificar, mediante a simulação de rebanhos, o resultado da seleção em cada idade considerada, sobre a produção de carne e o consumo de energia do rebanho.
- Verificar a possibilidade de apontar critérios de seleção para características de crescimento que permitam aumentar a eficiência biológica de produção do rebanho, melhorando a relação entre a produção de carne e o custo com alimentação (consumo de energia) do rebanho.

Revisão de Literatura

1. Impacto do melhoramento genético nos sistemas de produção

Ao longo dos anos, os fatores que influenciam na escolha dos critérios de seleção em um programa de melhoramento animal, não têm se alterado, uma

vez que muitos desses fatores têm sido comuns ao tempo. Publicações mais antigas (ASCHMAN, 1965; VRIES, 1968; CARTWRIGHT, 1970; DICKERSON, 1970; ALLEN, 1972 e HILL, 1972) demonstram que a preocupação dos pesquisadores não tem sido apenas em aumentar a produtividade e sim no “ajuste” da produtividade ao contexto atual em que vivem. Isso envolve situações momentâneas de mercado que com a globalização, tem tornado os objetivos cada vez mais complexos. Tal “ajuste” dos objetivos de seleção foi amplamente discutido por DONALD em 1973, e denominado pelo autor como sendo a “eficiência biológica” definida como um termo elástico (adaptável) às condições atuais que permite a comparação em diferentes situações, de alguns aspectos do desempenho individual dos animais ou em nível de rebanho.

Mais recentemente, a preocupação do melhoramento genético em função da eficiência biológica envolve também a rentabilidade e sustentabilidade da atividade, e repousa na utilização eficaz dos recursos disponíveis (OLESEN et al., 2000; NIELSEN et al., 2005, 2006). O melhoramento então tem voltado a sua atenção à correta definição dos critérios de seleção, na busca das principais características a serem selecionadas e de um genótipo agregado que posteriormente possa ser traduzido em um índice de seleção.

Em bovinos de corte, características como o peso e ganho de peso em diferentes idades, têm sido as principais características selecionadas ao longo dos anos, uma vez que possuem estimativas de média a alta herdabilidade e são de fácil medição. Contudo, o mercado atual tem exigido não somente quantidade, mas também qualidade da carne produzida. Então, características relacionadas com a maciez, com a gordura e fibras musculares, entre outras, foram adicionadas aos objetivos de seleção. Da mesma forma, tem se dado mais ênfase as características reprodutivas e, principalmente, à relação existente entre essas características e àquelas ligadas ao crescimento do animal.

CREWS (2005) comenta que nos últimos anos, características que medem de alguma forma o custo-benefício em um sistema de produção tem ganhado grande enfoque como, por exemplo, a eficiência alimentar. O mesmo autor ainda

chama a atenção ao fato de que a maior parte do foco da seleção tem sido no aumento dos “outputs” (que tem tido resposta positiva), mas muito pouco foco tem se dado aos chamados “inputs” e em como reduzi-los, como é o caso, por exemplo, do custo com alimentação, considerado o maior custo não fixo em um sistema de produção de carne.

A característica eficiência alimentar tem sido avaliada de diversas formas (conversão alimentar, consumo alimentar, consumo residual, eficiência parcial de crescimento, entre outras) com o principal objetivo de conseguir obter animais mais eficientes, uma vez que além de reduzir os custos com alimentação ainda reduz o tempo que o animal permanece no rebanho, refletindo indiretamente nos outros custos existentes (ARTHUR et al., 2005). A tendência a ser seguida é que todas as características envolvidas em um objetivo de seleção devam se ajustar ao binômio: custo e lucro.

Atualmente, o foco é mais na redução do custo do que propriamente no aumento do lucro do sistema econômico. Nesse contexto, os critérios de seleção tendem a ser reavaliados, uma vez que o aumento exagerado do peso dos animais está trazendo consequências diretas no custo da atividade econômica. CREWS (2006), em um amplo estudo envolvendo características de eficiência alimentar, se refere a essa preocupação, mostrando que a melhora em características que diminuem o custo, tem um impacto econômico quatro vezes maior que melhorar características que propiciam o aumento do lucro, como o peso, por exemplo. O mesmo autor afirma que, em média, custa 50 dólares a menos alimentar um animal eficiente (com menor consumo e maior ganho de peso), quando comparado a um não eficiente.

Apesar da principal meta dos melhoristas ser compatibilizar os desempenhos reprodutivos em condições extensivas, combinando com maiores taxas de crescimento e redução de idade de abate, na prática esse equilíbrio não tem acontecido. Os produtores recebem pelo peso da carcaça dos animais e, portanto o maior peso ao abate parece ser o único objetivo a ser alcançado, dessa maneira a seleção sobre pesos e ganhos de pesos definidos em certas

idades tem sido a mais utilizada, uma vez que são características de fácil mensuração e apresentam de média a alta correlação genética com outros pesos e características (LIRA et al., 2008; GARNERO et al., 2010). Entretanto, a seleção somente para aumento de peso tem levado a diferentes consequências diretas e indiretas, em outras características dentro do sistema de produção.

Nesse sentido, diversos autores têm estudado a relação entre a seleção sobre o peso e suas respostas correlacionadas em Nelore. (MACHADO et al., 1999; LÔBO et al., 2000; GARNERO et al., 2001; GUNSKI et al., 2001) encontrando alguns resultados como o aumento na incidência de distocias, por exemplo, causada pelo aumento do peso ao nascimento como consequência pela seleção em características correlacionadas. Outros resultados são em relação à seleção sobre o peso a desmama, tendo como objetivo o aumento na produção de leite das vacas. Segundo LÔBO et al. (2000) e GUNSKI et al. (2001) selecionando para o peso a desmama uma maior produção de leite pode exigir um maior tamanho corporal do animal, requerendo assim uma maior exigência de energia para a sua manutenção.

SILVA et al. (2000b) avaliaram a eficiência produtiva das vacas quando selecionadas para pesos pré e pós-desmama e, obtiveram menor peso das vacas e maior peso nos bezerros quando a seleção era feita pelos pesos pós-desmama. Segundo os autores, como a eficiência produtiva reflete a rentabilidade do rebanho, ao selecionar pelos pesos pós-desmama em um sistema que apenas objetiva a produção de bezerros, a lucratividade será maior. Assim, o aumento do número e peso dos bezerros causa redução dos custos por bezerro, pois dilui os custos de manutenção (principalmente das vacas) pela produção de um número maior de indivíduos. Isso demonstra claramente que a seleção para as características de importância econômica, deve ser aliada aos custos requeridos em todo o processo de produção.

Também avaliando o retorno econômico de uma maneira indireta, BONILHA et al. (2007) avaliaram o efeito da seleção para pesos pós-desmame na composição de carcaça dos animais e, apesar da seleção ter alterado o potencial

de crescimento dos animais, a composição de gordura e proteína não foi afetada. Isto mostra a importância da avaliação não somente na quantidade, mas também na qualidade da carne, o que influencia diretamente o retorno econômico da atividade.

Muitos trabalhos têm relatado que a seleção para maiores pesos e/ou ganhos em peso em idades jovens pode resultar em aumento no tamanho adulto dos animais (CARTWRIGHT, 1970; BULLOCK et al., 1993; ROSA et al., 1999; SILVA et al., 2000). Tanto criadores como pesquisadores têm discutido a respeito das consequências do aumento indiscriminado do tamanho da vaca sobre a produtividade do rebanho. Uma preocupação importante é o fato de que a energia necessária para atingir e manter o peso adulto da vaca representa o maior custo no sistema de produção de carne (FERRELL & JENKINS, 1985; MONTAÑO-BERMUDEZ et al., 1990).

Nesse sentido, avaliando de que forma o aumento de peso influencia no requerimento nutricional de um animal, em um sistema somente de cria e em sistema de cria, recria e engorda, BITTENCOURT et al. (2006) relataram que o aumento de 1 kg no consumo de matéria seca de pasto provoca a redução de cerca de 4,4 dólares no lucro e isso para todas as categorias de animais.

JORGE JR. et al. (2007) ao realizarem uma análise econômica de algumas características em bovinos de corte, relataram que a característica consumo alimentar, tanto no confinamento quanto na pastagem, tem um relevante impacto econômico e deveria ser considerada em objetivos de seleção para gado de corte. Porém, trata-se de uma característica de difícil avaliação em larga escala que talvez seja melhor avaliada por métodos alternativos, como por meio de respostas correlacionadas que a mediriam indiretamente.

Frente a essas considerações e esses resultados, parece que um ponto de equilíbrio deve ser alcançado entre a maior produção (aumento de peso ou produção de leite) e o custo requerido para manter tal produtividade. Como a produtividade se traduz pelo desempenho dos animais, então o objetivo seria avaliar o requerimento energético que esses animais precisam para se manter,

pois, segundo JENKINS & FERRELL (1994), o desempenho produtivo de animais de diferentes tamanhos está diretamente relacionado com as condições de alimentação nas quais os mesmos são criados.

Assim, não se nega a importância do melhoramento genético no aumento da produtividade ao longo dos anos, o que se procura agora é conseguir um ótimo entre produtividade e custo de produção, principalmente quando existem diferentes objetivos na atividade.

No Brasil, é necessário que os custos com a manutenção dos animais permaneçam relativamente baixos e que o aumento da produção não se dê a expensas do aumento das exigências nutricionais e do consumo. Para que se monitore o efeito do aumento das demais características sobre os custos de produção, mais especificamente, o custo com alimentação, incluiu-se o requerimento energético entre os objetivos de seleção.

2- Exigências de energia

A energia, capacidade de realizar trabalho (KLEIBER, 1975), é essencial para todos os processos vitais e sua deficiência manifesta-se na falta de crescimento, nas falhas na reprodução e na perda de reservas corporais, reduzindo o desempenho animal. É o componente que mais limita a produtividade, de modo que sua utilização pelos seres vivos tem sido alvo de inúmeros estudos importantes na zootecnia. Entre os animais de interesse zootécnico, os ruminantes são os que apresentam menor eficiência de utilização da energia do alimento para a produção de carne (PHILIPS, 2001).

No cálculo de exigência de energia requerida pelos animais, normalmente são realizados procedimentos experimentais que objetivam encontrar a energia bruta contida nos alimentos e a partir daí pela mensuração das perdas de energia, pelos animais, através das fezes, urina, metabolismo basal e ações dinâmico-específicas se consegue chegar à energia digestível, metabolizável e, por fim, na energia utilizável ou energia líquida (EL). A energia líquida constitui a

fração da energia ingerida disponível para o animal e pode ser utilizada para atividades de manutenção e produção (crescimento corporal, reprodução e produção de leite).

No caso dos bovinos destinados à produção de carne, as exigências de energia para manutenção podem corresponder a 70% das exigências totais de energia (NRC, 2000), de modo que esta energia envolve os gastos com manutenção da homeotermia, da pressão sanguínea, do tônus muscular, da atividade cardíaca, da transmissão de impulsos nervosos, do transporte de íons através de membranas, da ingestão de alimentos, da locomoção, etc. O restante da energia líquida é utilizado para a síntese de tecidos, proteína e gordura denominada energia líquida de ganho.

As exigências de energia líquida para manutenção e para ganho variam de acordo com cada fase de crescimento do animal, e se não forem atendidas corretamente, toda a curva de crescimento pode ser comprometida. De acordo com FREITAS (2004), a curva de crescimento do animal pode ser dividida em duas fases de comportamentos bastante distintos. A primeira fase, o qual compreende o nascimento à maturidade sexual, apresenta inclinação crescente até o ponto correspondente à puberdade. Esta fase é caracterizada pela elevada velocidade de crescimento corporal predominando o acúmulo de tecido muscular. Na primeira fase o crescimento é acelerado e rápido, à custa do desenvolvimento do tecido ósseo e muscular, ativados pela liberação de hormônios proteicos de crescimento. Na segunda fase, por ocasião da puberdade, os esteroides substituem os hormônios proteicos e intensifica-se a deposição do tecido adiposo, diminuindo a intensidade do crescimento. Deste modo, grande parte da composição do ganho nesta fase corresponde à deposição de tecido adiposo.

Observando o desenvolvimento do animal de acordo com sua idade, se consegue delinear o fornecimento de nutrientes necessários para cada fase. Adicionalmente outros fatores também devem ser considerados, como os fatores individuais, estágio fisiológico do animal, peso metabólico, condições ambientais

(temperatura, umidade relativa, velocidade do vento), regime de alimentação (pastejo ou confinamento) e também o tipo de ração fornecida aos animais.

Muitos pesquisadores têm se preocupado não somente com a quantidade de energia que um animal precisa para se manter e produzir, mas também com a eficiência de utilização dessa energia, uma vez que a deposição de proteína e gordura varia de acordo com a idade do animal. Assim, animais mais velhos (com maior grau de maturidade fisiológica) apresentam maior eficiência de ganho para síntese de gordura que animais mais novos, os quais apresentam eficiência de ganho para síntese de proteína.

FREITAS et al. (2006), mencionam que a eficiência de utilização da energia para produção nos animais consiste em como a energia contida nos alimentos é retida na forma de produto animal (carne, gordura, leite e etc.). Essa eficiência pode variar conforme a composição da ração, a composição do ganho de peso (taxa de deposição de proteína e gordura), o grupo genético, a taxa de ganho, o ambiente e o estágio de crescimento dos animais.

A eficiência e a exigência de energia têm sido amplamente estudadas no Brasil desde a década de 80 para as raças e condições ambientais prevalentes, com o principal objetivo de obter exigências para as condições brasileiras (LANA et al., 1992; ESTRADA et al., 1997; ARAÚJO et al., 1998; FERREIRA et al., 1999; SIGNORETTI et al., 1998; FREITAS et al., 2000; VÉRAS et al., 2000; BERNDT et al., 2002; TEDESCHI et al., 2002; SILVA et al., 2002; VALADARES et al., 2006; SALES et al., 2009; MORAES et al., 2009; MARCONDES et al., 2011), uma vez que a principal fonte de obtenção para os cálculos de tais exigências é baseada no NRC e este é formulado para animais de clima temperado. NOLLER & MOE (1995) comentam que as publicações do NRC podem servir como base na formulação de rações, entretanto devem ser feitas modificações nas exigências nutricionais de acordo com cada condição. Desse modo, deve-se ter cautela ao adotar o valor preconizado pelo NRC para estimar as exigências de energia nutricionais para animais zebuínos nos trópicos, onde as condições ambientais são distintas das encontradas em países de clima temperado.

PAULINO et al. (1999) em pesquisa conduzida com bovinos Zebu, machos não castrados de quatro grupos genéticos, com peso variando de 300 a 500 kg, verificaram redução nos teores de proteína corporal e elevação nos teores de gordura e energia corporal com o aumento do peso do corpo vazio (PCV). Constatou-se decréscimo no teor de proteína na ordem de 9,3% (183 para 165g de proteína/kg PCV) ao passo que para o teor de gordura verificou-se elevação de 110% (114 para 240 g/ kg PCV). De acordo com os autores essas proporções na composição corporal dos animais são as responsáveis pelas diferenças nas exigências de energia.

Segundo o NRC (2000), o peso é um importante fator que pode influenciar a composição corporal dos bovinos. A maior parte das variações na composição corporal dos animais pode ser explicada pelas variações no peso. Tais modificações no peso dos animais, ao longo do tempo, quase sempre estão relacionadas a variações nas exigências nutricionais.

Para FREITAS (2004), o Nelore por ser um gado mais tardio possui maior exigência líquida de ganho, uma vez que animais de maturidade tardia apresentam maiores exigências em proteína para ganho que animais de maturidade precoce. Além disso, o aumento exagerado do peso agrava a situação. Animais mais pesados exigem muito mais para manutenção e, conseqüentemente, para conseguir chegar a fase reprodutiva, tornando esses animais mais tardios e mais exigentes, prejudicando o sistema de produção por não reproduzirem mais precocemente.

Nota-se que muitos fatores estão envolvidos na obtenção da quantidade de energia exigida pelo animal e, quando fornecidos tais requerimentos, ainda há a preocupação sobre a forma como essa energia está sendo utilizada. A preocupação se torna ainda maior quando avaliamos as condições de alimentação prevalentes nos rebanhos existentes no Brasil. CREWS (2006) apontou a necessidade de incluir nos programas de melhoramento genético, formas ou variáveis que consigam medir os custos de "inputs" nos sistemas de produção em cada condição em que são avaliadas. Segundo PENDLEY (2010),

avaliar os “inputs” alimentares em sistemas de produção de larga escala e à pasto, é muito mais complexo quando comparados a sistemas extensivos como os de confinamentos, por exemplo.

Referências Bibliográficas

ALLEN, G.R. Phasing into the Common Market: the challenges and the opportunities. **Scottish Agriculture Development Council**, p.60-69, 1972.

ARAÚJO, G.G.L., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C., CAMPOS, O.F., CECON, P.R., SIGNORETTI, R.D., TURCO, S.H.N. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros alimentados com diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1013-1022,1998.

ARTHUR, P.F., HERD, R.M., WILKINS, J.F., ARCHER, J.A. Residual feed intake. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v.45, p.985-993, 2005.

ASCHMAN, H. Comments on the Symposium. Man, culture and animals, **Am. Ass. Adv. Sci. Washington**, v.78, p.258-282, 1965.

BERNDT, A., HENRIQUE, W., LEME, P.R., ALLEONI, G.F., LANNA, D.P.D. Exigências Líquidas de Proteína e Energia Para Crescimento de Tourinhos Santa Gertrudis em Dietas com Alto Teor de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2098-2104, 2002.

BITTENCOURT, T.C.C., LÔBO, R.B., BEZERRA, L.A.F. Objetivos de seleção para sistemas de produção de gado de corte em pasto: ponderadores econômicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.196-204, 2006.

BONILHA, S.F.M., PACKER, I.U., FIGUEIREDO, L.A., RESENDE, F.D., ALLEONI, G.F., RAZOOK, A.G. Efeito da seleção para peso pós-desmame sobre

a composição corporal de Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1282-1287, 2007.

BRANCO, R.H., RUGGIERI, A.C. Eficiência alimentar e Consumo alimentar residual – Conceitos aliados ao melhoramento de bovinos de corte – **Instituto de Zootecnia**. 2008. Disponível em: www.iz.sp.gov.br/artigo. Acesso em 26/10/2010.

BULLOCK, K.D., BERTRAND, J.K., BENYSHERK, L.L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1737-1741, 1993.

CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef cattle for the future. **Journal of Animal Science**, v.30, p.706-711, 1970.

CREWS, D. H. Genetic Gains – **Genetic evaluation of feed efficiency – are EPDs on the way?**. Angus Beef Bulletin, v.81, 2005.

CREWS, D.H. Residual Feed Intake (Net Feed Efficiency) in Beef Cattle. **Practical Information for Alberta's Agriculture Industry**. v.42, p.1-11, 2006.

CYRILLO, J.N. DOS S., RAZOOK, A.G., FIGUEIREDO, L.A., NETO, BONILHA, L.M., RUGGIERI, A.C., TONHATI, H. Efeitos da Seleção para Peso Pós-desmame sobre Medidas Corporais e Perímetro Escrotal de Machos Nelore de Sertãozinho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.403-412, 2000.

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

DONALD, H.P. Animal Breeding: Contributions to the Efficiency of Livestock Production Philosophical Transactions of the Royal Society of London. A Discussion on Agricultural Productivity in the 1980's. **Series B, Biological Sciences**, v.267, p.131-144, 1973.

ESTRADA, L.H.C., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M., MARTINS, M., FREITAS, J.A., QUEIROZ, A.C. Exigências nutricionais de bovinos não castrados em

confinamento. 1. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.26, p.575-584, 1997.

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

FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F., PAULINO, M.F., VALADARES, R.F.D., CECON, P.R. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, p.352-361,1999.

FREITAS, J.A., FONTES, C.A.A., SOARES, J.E., JORGE, A.M., ESTRADA, L.H.C. Composição corporal exigências de energia para manutenção de bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não castrados, em confinamento. **Arquivo de Ciência Veterinária Zootecnia**, v.3, p.19-29, 2000.

FREITAS, J.A. **Exigências nutricionais de energia e proteína e eficiência líquida de utilização da energia metabolizável para bovinos de diferentes grupos genéticos, em confinamento**. Viçosa, 1999, 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

FREITAS, J.A., QUEIROZ, A.C., DUTRA, A.R., VIEIRA, R.A., LANA, R.P., LEONEL, F.P., HENRIQUE, D.S., LIMA, A.V., SOUZA, J.C. Eficiência de utilização da energia metabolizável em bovinos Nelores puros e cruzados submetidos a quatro níveis de concentrado na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.894-901, 2006.

GARNERO, A. DEL V., LÔBO, R.B., BEZERRA, L.F., OLIVEIRA, H.N. Comparação entre Alguns Critérios de Seleção para Crescimento na Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.714-718, 2001.

GARNERO, A. DEL V., MUÑOZ, M.C.C.D., MARCONDES, C.R., LÔBO, R.B., LIRA, T. GUNSKI, R.J. Estimação de Parâmetros Genéticos entre Pesos Pré e Pós-Desmama na Raça Nelore. **Archivo de Zootecnia**, v.5, p.307-310. 2010.

GUNSKI, R.J., GARNERA, A. DEL V., BORJAS, A.R., BEZERRA, L.A.F., LÔBO, R.B. Estimativas de parâmetros genéticos para características incluídas em critérios de seleção em gado nelore. **Ciência Rural**, v.31, 2001.

HILL, W.G. Estimation of genetic change. I. General theory and design of control populations. **Animal Breeding Abstracts**, v.40, p.1-15, 1972.

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

JORGE JR., CARDOSO, V.L., ALBUQUERQUE L.G. Objetivos de seleção e valores econômicos em sistemas de produção de gado de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1549-1558, 2007.

KLEIBER, M. **The fire of life an introduction to animal energetics**. 2.ed. New York: Robert E. Krieger Publishing Company, 1975. 453p.

KNACKFUSS, F.B., RAZOOK, A.G., MERCADANTE, M.E.Z., CYRILLO, J. N. S., FIGUEIREDO, L.A., TONHATI, H. Seleção para peso pós-desmama em um rebanho Gir. 1. Resposta direta e correlacionada em 21 anos de seleção. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, p.715-725, 2006.

LANA, R.P., FONTES, C.A.A., PERON, A.J., QUEIROZ, A.C., SILVA, D.J., PAULINO, M.F. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais. I Conteúdo corporal e do ganho de peso em gordura, proteína e energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.21, p.518-527, 1992.

LIRA, T., ROSA, E.M., GARNERO, A.V. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte. (Revisão). **Ciência Animal Brasileira**, v.9, p.1-22, 2008.

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

MARCONDES, M.I., VALADARES FILHO, S.C., OLIVEIRA, I.M., PAULINO, M.F., PAULINO, P.V.R., DETMANN, COSTA E SILVA, L.F. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.872-882, 2011.

MEYER, K. Random Regression models for analyses of longitudinal data in animal breeding. **Animal Genetics and Breeding Unit**, p.1-24, 1995.

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

MORAES, E.H.B.K., PAULINO, M.F., MORAES, K.A.K., FIGUEIREDO, D.M., VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, P.V., COUTO, V.R.M. Exigências de energia de bovinos de corte em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.933-940, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NUTRIENTS OF REQUIREMENTS FOR BEEF CATTLE, 7th edição: Update 2000. **National Academic Press**, Washington, D.C. 249 p. 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NUTRIENTS OF REQUIREMENTS FOR DAIRY CATTLE, 7th edição. **National Academic Press**, Washington, D.C. 381 p. 2001.

NIELSEN, H.M., CHRISTENSEN, L.G., GROEN, A.F. Derivation of sustainable breeding goals for dairy cattle using selection index theory. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.1882–1890, 2005.

NIELSEN, H.M., CHRISTENSEN, L.G., ODEGARD, J. A method to define breeding goals for sustainable dairy cattle production. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.3615–3625, 2006.

NOLLER, C.H., MOE, P.W. Determination of NRC energy and protein requirements for ruminants In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, **Anais...Viçosa**: UFV, 1995, p.457-465.

OLESEN, I., GROEN, A.F., GJERDE, B. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. **Journal of Animal Science**, v.78, p.570–582, 2000.

PEREIRA, V. M. DE C., ALENCAR, M. M., BARBOSA, R. T. Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e indireto à seleção para características reprodutivas e de crescimento em um rebanho da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1029-1036, 2007.

PENDLEY, C. **Genetic Parameter Estimation and Dry Matter Intake Calculation as it applies to feed utilization in Beef Cattle**. 2010. 54p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento genético) – Colorado State University, Colorado, 2010.

PITCHFORD, W.S., FENTON, M.L., KISTER, A.J. ET. QTL for feed intake and associated traits. In: WORLD CONGRESS GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002. **Proceedings...** Montpellier: 2002. CD-ROM.

RAZOOK, A.G., FIGUEIREDO, L.A., NARDON, R.F., CYRILLO, J.N.S.G., RUGGIERI, A.C. Efeitos de Raça e da Seleção para Peso Pós-Desmame sobre Características de Confinamento e de Carcaça da 15ª Progenie dos Rebanhos Zebu e Caracu de Sertãozinho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.115-124, 2001.

ROSA, A.N. **Variabilidade fenotípica e genética do peso adulto e da produtividade acumulada de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1999. 113p. Tese (Doutorado em Genética), Universidade de São Paulo, 1999.

SALES, M.F.L., PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, P.V.R., PORTO, M.O., COUTO, V.R.M. Composição corporal e requisito energéticos de

bovinos de corte sob suplementação em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p.1355-1362, 2009.

SCHWENGBER, E.B. **Produtividade Acumulada e Peso Adulto como Características Alternativas na Seleção de Fêmeas da Raça Nelore**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2001, 200p. Tese (Doutorado em Melhoramento Genético) – Universidade de São Paulo, 2001.

SIGNORETTI, R.D., TURCO, S.H.N. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros alimentados com diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1013-1022, 1998.

SILVA, A.M., ALENCAR, M.M., FREITAS, A.R., BARBOSA, R.T., BARBOSA, P.F., OLIVEIRA, M.C.S., CORREA, L.A., NOVAES, A.P., TULLIO, R.R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2223-2230, 2000a.

SILVA, J.A. DE V., RAZOOK, A.G., TONHATI, H., FIGUEIREDO, L.A. 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, 2000b.

SILVA, F.F., VALADARES FILHO, S.C., ÍTAVO, L.C.V., VELOSO, C.M., VALADARES, R.F.D., CECON, P.R., PAULINO, P.V.R., MORAES, E.B.K. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de Nelore, não castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.503-513, 2002.

TEDESCHI, L.O., BOIN,C., FOX, D.G., LEME, P.R., ALLEONI, G.F., LANNA, D.P.D. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1671-1682, 2002.

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. PAULINO, M.F., CECON, P.R., VALADARES, R.F.D., FERREIRA, M.A., OLIVEIRA, S.R.,

PAULINO, P.V.R. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2379-2390, 2000.

VRIES, E. World population, food demand, and agricultural sciences during the last fifty years. **Misc. Papers**, v.3, p.11-24, 1968.

CAPÍTULO 2- EFEITO DA SELEÇÃO NAS EXIGÊNCIAS DE ENERGIA DE MACHOS NELORE EM UM CICLO DE PRODUÇÃO COMPLETO E DE CRIA.

RESUMO- A partir de parâmetros genéticos estimados com dados de 77.372 mensurações de animais da raça Nelore, foram avaliados os efeitos da seleção para crescimento sobre a exigência de energia em machos em um ciclo de produção completo e de cria. Os parâmetros necessários para avaliar o efeito da seleção sobre a curva de crescimento foram obtidos em análises de regressão aleatória utilizando polinômios ortogonais de Legendre. O modelo de regressão aleatória definido como o mais adequado para o cálculo do ganho genético foi o que considerou os efeitos genético aditivo direto, materno, de ambiente permanente do animal e materno ajustados como polinômios de ordem quadrática, quadrática, quártica e quadrática, respectivamente, considerando cinco classes de variâncias para modelar o resíduo. O efeito da seleção foi avaliado selecionando para peso aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450), 550 (P550) e 730 (P730) dias e ganhos de pesos entre essas idades. Também se avaliou a seleção utilizando 10 tipos diferentes de índices os quais variaram de acordo com a ponderação dada a cada característica presente no índice buscando aumentar o peso até o abate e controlar o peso adulto (PA). A exigência de energia requerida em cada fase de crescimento foi calculada antes e após a seleção, adotando um procedimento determinístico. Posteriormente, o custo com alimentação foi calculado para as fases de cria, recria e engorda para todos os machos no rebanho. A seleção para o P365 apresentou o melhor resultado para o ciclo de produção completo, apresentando animais mais pesados ao abate com menor gasto de energia em todo o ciclo. Quando considerado o ciclo de cria apenas, o P120 apresentou o melhor equilíbrio entre menor exigência de energia e maior produção de quilogramas de bezerras. O índice 1 (IND1), com maior ênfase nas características de crescimento até os 450 dias de idade e valor negativo para o PA, se mostrou ser a melhor opção para os dois ciclos com maior

eficiência nos dois parâmetros avaliados (exigência de energia e produção de quilogramas de carcaça).

Palavras-chave: bovino de corte, cria, engorda, peso ao abate, recria

Introdução

A tendência do mercado nos últimos anos tem sido buscar animais com maior velocidade de crescimento, pois estes permanecem menos tempo nas pastagens ou confinamentos, encurtando o ciclo de produção, o que possibilita maior retorno econômico. Assim, a seleção de animais que apresentam maiores pesos em idades jovens é uma prática comum nos programas de melhoramento de bovinos de corte. Entretanto, nos dias atuais, tem se procurado alcançar estes resultados buscando minimizar o custo, ao invés de maximizar a receita. A nutrição tem se tornado o principal foco quando o objetivo é a redução dos custos de um sistema de produção, principalmente em se tratando de animais melhorados geneticamente, os quais exigem mais para manutenção. Quando consideramos as condições de criação prevalentes no Brasil que, são na sua maioria sistemas de produção a pasto, a obtenção de um ótimo, entre custo com alimentação e maior ganho de peso, se faz necessário.

O consumo de energia, especificamente, tem sido um dos principais fatores a serem considerados, uma vez que é diretamente relacionado com a manutenção, reprodução e produção que, por sua vez dependem do tamanho e peso do animal. Machos precoces e mais pesados ao abate representam maior lucratividade no sistema quando comparado com as fêmeas, entretanto pouco se sabe até que ponto o aumento da produção nos machos compensa o aumento das exigências energéticas e de consumo em todo o sistema. O mesmo se aplica a um sistema de cria, que apesar de se constituir na atividade de menor rentabilidade na pecuária de corte, é importante por sustentar toda a estrutura subsequente e, portanto, toda inversão que nela se fizer, e resultar em aumento de eficiência na utilização da energia, resultará em benefício de toda a cadeia produtiva da carne bovina (EUCLIDES FILHO, 2000).

Características que de alguma forma são aliadas ao custo com alimentação, tem recebido considerável atenção. CREWS (2006), em um amplo estudo envolvendo características de eficiência alimentar, se refere a essa preocupação

mostrando que, a melhora em características que diminuem o custo, tem um impacto econômico quatro vezes maior que melhorar características que propiciam o aumento do lucro, como o peso, por exemplo. O mesmo autor afirma que essa proporção se torna ainda mais interessante quando um equilíbrio entre essas duas características é alcançado.

Os objetivos do presente estudo foram estimar o efeito do aumento do peso pela seleção nas exigências de energia de machos em dois sistemas de produção considerando pesos e ganhos de pesos, assim como diferentes índices de seleção com o intuito de obter um equilíbrio entre produção de quilogramas de carcaça e custo com alimentação em todo o ciclo considerado e apontar a melhor estratégia de seleção a ser utilizada.

Material e Métodos

Neste estudo as análises foram divididas em três partes: na primeira foi realizada a estimação dos parâmetros necessários para o cálculo do efeito da seleção por meio de modelos de regressão aleatória; em seguida foram calculadas as exigências de energia antes e após realizar a seleção em cada fase de crescimento do animal e, posteriormente, tais exigências e produção de quilogramas de carne foram obtidas envolvendo todos os animais em um rebanho estável em cada sistema de produção.

Estimação dos parâmetros necessários para o cálculo do efeito da seleção

Dados

No cálculo de efeito da seleção, foram utilizados os coeficientes do melhor modelo obtido em análises de regressão aleatória. Nestas análises, foram utilizadas 296.138 mensurações de pesos de 90.258 animais da raça Nelore

nascidos entre 1975 até 2008. Os dados continham pesagens dos 120 dias até o peso adulto (cerca de 7 a 8 anos de idade) em machos e fêmeas. Do total, 5.888 machos e 26.372 fêmeas possuíram peso a idade adulta. Após a consistência, foi obtido um total de 77.372 mensurações de pesos de 16.725 animais (Figura 1).

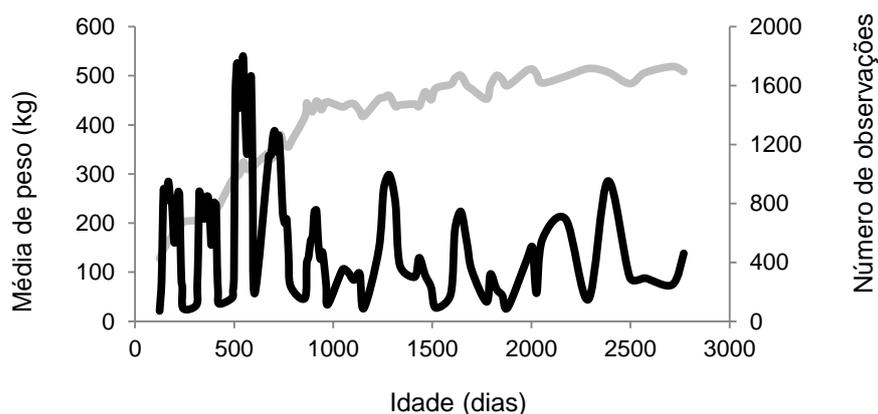


Figura 1 - Número de observações (linha preta) e média de peso (linha cinza) considerando a idade do animal.

Os coeficientes do modelo (M3353_5) que considerou polinômios de Legendre de terceira ordem para os efeitos genético aditivo direto e materno, e de quinta ordem e terceira ordem para os efeitos de ambiente permanente de animal e materno, respectivamente, foram os utilizados no processo de seleção.

Cálculo do efeito da seleção

O processo do cálculo de efeito da seleção foi realizado no pacote computacional R (2009). Neste processo foram utilizados os coeficientes de regressão aleatória do modelo M3353_5. Assim, foram obtidos os ganhos genéticos para todas as idades selecionando para pesos padronizados: aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450), 550 (P550), e 730 (P730) dias de

idade e ganhos de pesos entre as idades (GP1, GP2, GP3, GP4, GP5 e GP6). O ganho de peso 6 (GP6) envolveu a fase entre o P730 até os 4 anos de idade do animal.

Os coeficientes de regressão aleatória também foram empregados no cálculo dos valores genéticos utilizados na composição dos índices de seleção envolvendo as características: P210, P365, P450, P730 e o peso adulto (PA). Dez tipos de índices (Tabela 1) foram construídos tentando reduzir ou estabilizar o tamanho adulto e aumentar o crescimento até o abate com o intuito de avaliar o efeito desses índices na produção de carne e consumo de energia.

Tabela 1 - Classificação dos índices (IND) de seleção de acordo com os ponderadores para as características P210, P365, P450, P730 e peso adulto (PA).

Classificação	
IND1	$(P210 \times 0,3) + (P365 \times 0,2) + (P450 \times 0,1) + (P730 \times 0,1) - (0,3 \times PA)$
IND2	$(P210 \times 0,3) + (P365 \times 0,3) + (P450 \times 0,1) + (P730 \times 0,1) - (0,2 \times PA)$
IND3	$(P210 \times 0,1) + (P365 \times 0,1) + (P450 \times 0,1) + (P730 \times 0,3) - (0,4 \times PA)$
IND4	$(P210 \times 0,1) + (P365 \times 0,1) + (P450 \times 0,1) + (P730 \times 0,4) - (0,3 \times PA)$
IND5	$(P210 \times 0,2) + (P365 \times 0,1) + (P450 \times 0,2) + (P730 \times 0,4) - (0,1 \times PA)$
IND6	$(P210 \times 0,4) + (P365 \times 0,2) + (P450 \times 0,1) + (P730 \times 0,1) - (0,2 \times PA)$
IND7	$(P210 \times 0,1) + (P365 \times 0,1) + (P450 \times 0,1) + (P730 \times 0,2) - (0,5 \times PA)$
IND8	$(P210 \times 0,2) + (P365 \times 0,4) + (P450 \times 0,1) + (P730 \times 0,1) - (0,2 \times PA)$
IND9	$(P210 \times 0,2) + (P365 \times 0,1) + (P450 \times 0,4) + (P730 \times 0,1) - (0,2 \times PA)$
IND10	$(P210 \times 0,1) + (P365 \times 0,1) + (P450 \times 0,2) + (P730 \times 0,1) - (0,5 \times PA)$

Os índices diferiram entre si na variação dos ponderadores (positivos) para características até o abate e (negativos) para o peso adulto. Os índices foram classificados de acordo com a ponderação a eles dada. Maior ponderação positiva até um ano de idade: IND1, IND2, IND6 e IND8. Maior ponderação

positiva no sobreano: IND9. Maior ponderação positiva aos 730 dias de idade: IND4, e IND5. Maior ponderação negativa no peso adulto: IND3, IND7 e IND10.

A seleção foi praticada nos pesos, ganhos de peso e nos índices por uma geração com intensidade média de 1,76 udp (unidade de desvio padrão). A estimativa das correlações genéticas necessárias para o cálculo do ganho genético, quando utilizados os ganhos de pesos e os índices de seleção como critérios, foi obtida através da propriedade das somas das variâncias.

Neste estudo, a variância da característica ganho de peso (GPX) foi obtida pela subtração das variâncias das características que a compunham. Desta forma, assumiu-se que:

$$GPX = Z - Y;$$

Portanto, a variância de GPX foi obtida pela subtração da variância de $Z - Y$. Em termos de esperança:

$$\begin{aligned} Var(GPX) &= E(Z - Y)^2 = E(Z^2 - 2 \times Z \times Y + Y^2) \\ \therefore E(Z^2) - 2 \times E(Z \times Y) + E(Y^2) &= Var(Z) - 2 \times Cov(Z, Y) + Var(Y) \end{aligned}$$

A covariância de uma característica composta (ganho de peso) com outra não composta, foi obtida por:

$$\begin{aligned} Cov(GPX, Y) &= E(Z - Y, Y); \\ \therefore Cov(Z, Y) - Cov(Y, Y) &= Cov(Z, Y) - Var(Y) \end{aligned}$$

O mesmo procedimento da obtenção das variâncias e covariâncias foi considerado para os índices de seleção.

Quando utilizados os pesos como critérios de seleção, a média das estimativas de herdabilidade e correlações genéticas (Tabela 2) obtidas pelo modelo M3353_5, foram as utilizadas na equação do ganho genético.

Tabela 2 - Estimativas de herdabilidade (diagonal), de correlação genética aditiva direta (acima da diagonal) e materna (abaixo da diagonal) para pesos do nascimento à idade adulta, para o modelo M3353_5.

Pesos	P120	P210	P365	P450	P550	P730	P1095	P1460	P1825	P2190	P2770
P120	0,20	0,95	0,80	0,74	0,68	0,61	0,54	0,52	0,51	0,50	0,46
P210	0,98	0,25	0,95	0,91	0,87	0,82	0,77	0,74	0,72	0,70	0,56
P365	0,91	0,96	0,30	0,95	0,94	0,83	0,81	0,79	0,74	0,67	0,64
P450	0,83	0,90	0,98	0,33	0,98	0,90	0,88	0,86	0,80	0,76	0,66
P550	0,74	0,83	0,95	0,98	0,40	0,95	0,90	0,86	0,84	0,82	0,67
P730	0,56	0,67	0,85	0,92	0,97	0,37	0,98	0,90	0,86	0,83	0,68
P1095	0,31	0,44	0,67	0,77	0,86	0,96	0,33	0,97	0,95	0,86	0,71
P1460	0,20	0,33	0,57	0,69	0,79	0,91	0,98	0,37	0,99	0,89	0,76
P1825	0,16	0,29	0,53	0,65	0,75	0,88	0,97	0,87	0,40	0,98	0,83
P2190	0,17	0,30	0,52	0,63	0,73	0,85	0,94	0,79	0,90	0,42	0,91
P2770	0,27	0,37	0,54	0,62	0,70	0,78	0,84	0,87	0,91	0,92	0,39

peso aos 120 (P120), 210 (P240), 365 (P365), 450 (P450), 550 (P550), 730 (P730), 1095 (P1095), 1460 (P1460), 1825 (P1825), 2190 (P2190), e aos 2770 (P2770) dias de idade

A seleção foi praticada sobre os pesos médios dos animais. Desta forma, através do banco de dados original foram estimados os pesos médios por idade dentro de cada categoria: bezerros pré-desmama, da desmama até um ano, de ano até 18 meses, de 18 meses até 24 meses e até fase de terminação com aproximadamente três anos de idade. Na categoria bezerros pré-desmama, os pesos médios dos animais variavam dos 120 até 210 dias de idade. Na categoria: da desmama até um ano, a idade variou de 211 dias até 365 dias. Desta forma, para cada categoria, havia um valor (peso médio) por cada idade.

Com o intuito de que os pesos médios dentro de cada categoria seguissem uma curva de crescimento, se utilizou o procedimento NLIN do (SAS, 2008) para obter os pesos preditos. O modelo matemático não linear utilizado para obter os pesos preditos e o padrão médio de crescimento foi o de Von Bertalanffy, $Y_t = A(1 - B(e^{-kt}))^3$ (BERTALANFFY, 1957). Onde Y_t representa o peso do animal a uma determinada idade (t); A é o valor assintótico de Y (peso médio na maturidade); B é a constante de integração dos pesos relacionada com os pesos iniciais (grau de maturidade do animal ao nascimento), k é a taxa de variação da função exponencial (velocidade com a que o animal se aproxima ao tamanho adulto); e é o logaritmo em base natural. Para A , B e k foram utilizados os valores estimados por OLIVEIRA (1995), de 1129; 0,56; 0,005 respectivamente, para os machos.

Após a obtenção de tais pesos para cada categoria, foram calculados os ganhos genéticos diretos e correlacionados selecionando para os pesos e ganhos de pesos e índices através dos coeficientes de regressão aleatórios obtidos.

Cálculo da exigência de energia

A exigência de energia foi calculada, antes da seleção, e depois da obtenção de novos pesos e ganhos de pesos, após a seleção. Para o cálculo das exigências de energia (Mcal/dia), se utilizaram os ganhos médios diários de cada fase de crescimento obtidos pela regressão dos pesos preditos em função da idade. Tais valores foram empregados nas equações de predição do NRC (2000)

modificadas para as condições tropicais e gado Nelore. Neste estudo, o cálculo utilizando as equações de predição, seguiu um procedimento determinístico, uma vez que a variação individual não foi considerada, assim foram obtidas soluções únicas para cada categoria animal. A exigência de energia foi avaliada pela energia líquida total (EL) o qual foi obtida pela soma da energia de manutenção, atividade e crescimento. As equações usadas estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Equações do NRC (2000) utilizadas neste estudo.

Tipo	Equação
Energia líquida de manutenção	$= PV^{0,75} * (a_1 * ER * L * COMP)$
Energia líquida de atividade	$= ((0,006 * pI * (0,9 * (NDT_p / 100))) + (0,05 * TERRAIN / ((0,002471 * pDISP) + 3))) * PV / 4,184$
Energia retida para crescimento	$= 0,0635 * (EQPCV^{0,75}) * (GCV^{1,097})$
Total Energia disponível no leite	$TotalE = E * PL$ $E = 0,092 * CG + 0,049 * CNG - 0,039$ $PL = -7 / (a * k) * ((D * \exp^{-kD}) + ((1/k) * \exp^{-kD}) - (1/k))$ $k = 1 / T$

PCV = peso do corpo vazio; a_1 = valor de requerimento para manter a temperatura corpórea (Mcal/dia/PCV^{0,75}); ER = efeito da raça; L = efeito da lactação; COMP = efeito do plano de nutrição prévio, pl = ingestão de matéria seca, kg/dia; NDT_p = conteúdo de nutrientes digestíveis totais presente no pasto %; TERRAIN = efeito de relevo do terreno em que o animal foi criado; pDISP = quantidade de pasto disponível para pastagem; PV = peso vivo do animal; EQPCV = equivalente ao peso do corpo vazio, kg; GCV = ganho do corpo vazio; E = energia contida no leite em Mcal/kg; CG = composição de gordura no leite (%); CNG = composição dos sólidos não gordurosos; PL = produção na lactação; a e k = taxas constantes intermediárias que modelam a curva de lactação; D = duração da lactação em semanas; T = semana do pico de lactação.

No sistema de produção de cria, ainda foi adicionado a quantidade exigida pela mãe do bezerro, para produção de leite requerida para o crescimento do bezerro.

Cálculo do custo com alimentação e receita dos sistemas de produção avaliados

Depois do cálculo da energia líquida, um rebanho estável a partir de 1.000 vacas foi simulado a fim de obter um número estável de animais produzidos a cada ano no final do ciclo. A simulação foi realizada no pacote computacional R (2009) onde se utilizaram os índices zootécnicos (Tabela 4) publicados pela ANUALPEC (2011).

Tabela 4 – Índices zootécnicos utilizados no processo de simulação.

Descrição	Taxas utilizadas
Taxa de Fertilidade (vacas prenhes)	84,7% (Vacas prenhes)
Taxa de Infertilidade (vacas vazias)	15,3% (Vacas vazias)
Probabilidade de não engravidar na primeira vez	40%
Probabilidade de não engravidar na segunda vez	60%
Natalidade	85%
Mortalidade até a desmama	3%
Taxa de desmama	55%
Mortalidade pós-desmama	2%
Idade a primeira cria	3 anos
Intervalo entre partos	365 dias
Taxa de descarte	10%
Idade média de abate	3 anos

Na simulação, as taxas e os índices foram aplicados em um sistema de matriz de transição, adotando um procedimento de cadeias de Markov pelo Método de Monte Carlo. Basicamente o estado anterior da matriz foi atualizado, pelos índices, para chegar ao estado atual, e assim foi feito ciclicamente até chegar à estabilidade do rebanho.

O número total de animais obtido (Tabela 5) foi posteriormente multiplicado pelo peso médio resultante da seleção pelos pesos, ganhos de pesos e índices, com o objetivo de se obter um total de carne produzida, no ciclo completo e, obter um total de quilogramas de bezerras desmamadas (sistema de cria) e comparar com o total de energia requerida para todos os animais.

Tabela 5 – Quantidade de machos obtidos em cada fase de crescimento no processo de simulação

Fases de crescimento	Número total de machos
Até a desmama	340
Desmama até ano	336
De ano até sobreano	333
Dos 18 meses até 24 meses	329
Dos 24 até 36 meses	326

Para ambos os ciclos produtivos, o custo com a alimentação foi calculado considerando a quantidade necessária que o animal precisa para atingir seus requerimentos energéticos. Para este cálculo foi considerado a energia líquida disponibilizada pela *Brachiaria decumbens*, a qual foi calculada utilizando os parâmetros obtidos de VALADARES FILHO et al. (2006) e MAGALHÃES (2007). Tais valores foram aplicados na fórmula para obtenção teores de proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos, lignina e nitrogênio insolúvel em detergente ácido retirados de WEISS et al. (1992) e NRC (2001).

O custo com alimentação foi calculado pela ingestão de matéria seca da *Brachiaria decumbens* (2,64% do PV) e foi assumido que para cada quilograma de matéria seca ingerida há um custo de R\$ 0,04. Neste estudo apenas foi considerado o custo com alimentação, nenhum outro custo foi considerado, uma vez que nosso objetivo foi focar na energia líquida.

O lucro de cada sistema de produção foi obtido pela subtração da receita (produção de quilogramas de carcaça) pelo custo (com alimentação).

Resultados e Discussão

As exigências de energia encontradas neste estudo (Figura 2), antes e após a seleção, estão de acordo com os resultados encontrados na literatura (SILVA et al., 2002; ALBERTINI, 2006; VALADARES et al., 2006; SALES et al., 2009; MORAES et al., 2009; MARCONDES et al., 2011), o qual variaram de 4,3 a 8,8 Mcal/dia, para pesquisas envolvendo experimentos a campo em zebuínos, o que demonstra que este estudo foi capaz de estimar tais exigências nos animais de uma maneira indireta.

Como neste estudo foram utilizadas equações de predição ajustadas por coeficientes encontrados em estudos específicos para gado zebuíno em condições tropicais, então de certa forma se esperava que houvesse essa concordância dos resultados em relação à estudos de experimento a campo. Entretanto, como nesta análise foram utilizados dados de cerca de 17 mil animais, então a interpretação das estimativas pode ser feita a nível populacional, o que torna o processo de estimação de exigências de energia mais interessante.

Pelos resultados encontrados (Figura 2), avaliando cada fase de crescimento separadamente, podemos de uma maneira geral separar dois grupos que apresentam comportamentos distintos. Um grupo selecionado na fase até a desmama e outro na fase pós-desmama. Ao se selecionar para P120 e P210 dias, os pesos obtidos são superiores aos obtidos pela seleção em qualquer outra idade, mantendo baixos níveis de consumo de energia em toda a fase até a desmama, sendo mais evidente quando a seleção se faz pelo P120. A menor energia líquida total obtida se deve a menor energia líquida de crescimento nessa fase, isso em parte pode ser explicado pelo fato de que o animal demonstra melhor o seu desempenho de crescimento somente após a desmama, uma vez que não há mais a influência materna (SILVA et al., 2004).

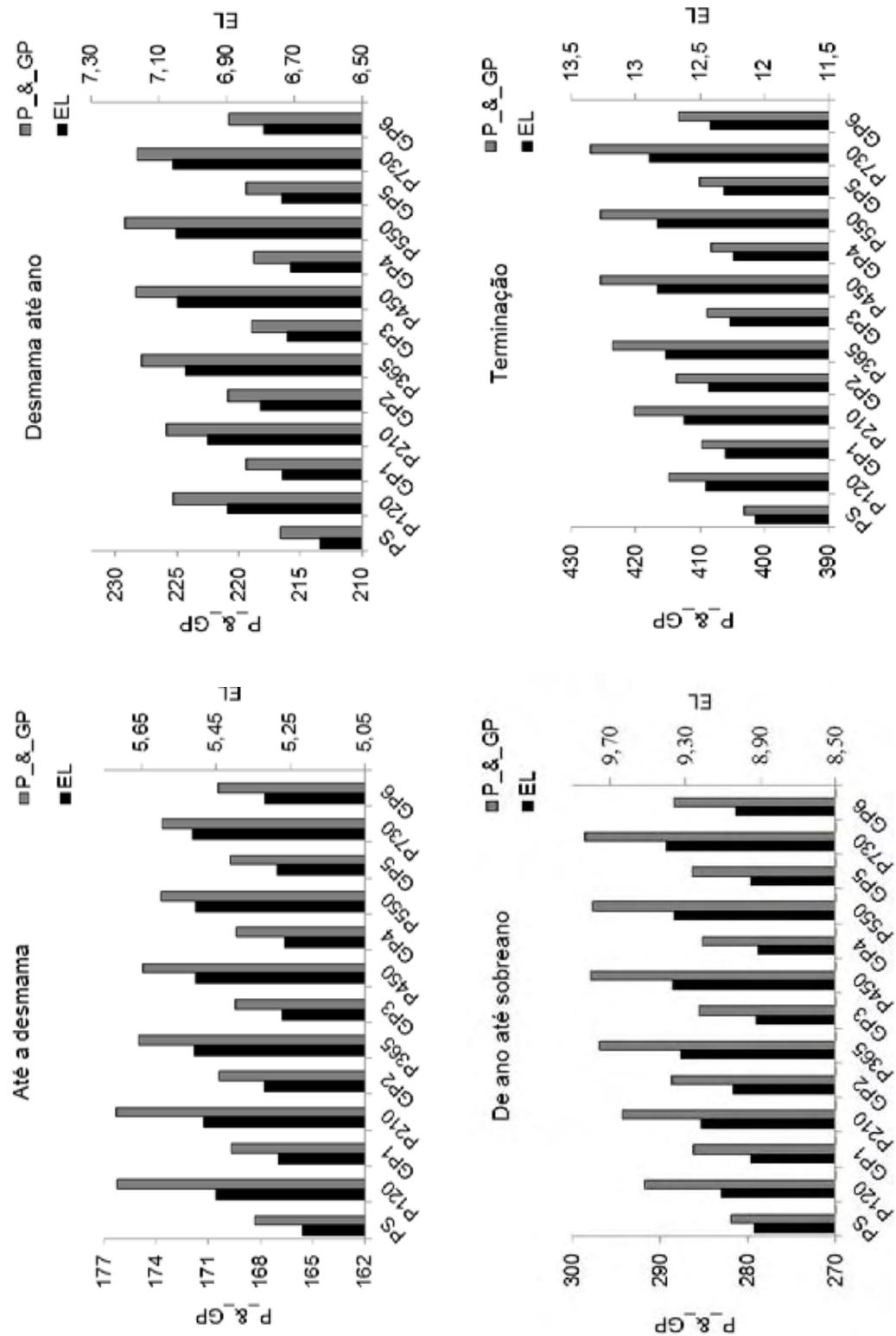


Figura 2 - Médias de pesos, ganhos de pesos kg (P_&_GP) (eixo esquerdo) - e energia líquida (EL) (Mcal/dia) (eixo direito) dos animais em cada fase de crescimento na pré-seleção (PS) e após a seleção em várias idades (P120; P210; P365, P450, P550; P730) e ganhos de pesos (GP1; GP2; GP3; GP4; GP5; GP6).

Outra possível justificativa pode ser dada ao fato que neste estudo as mensurações dos pesos começam aos 120 dias de idade, portanto os animais entram com maior peso na avaliação, mostrando assim, superior resposta quando o peso a ser utilizado para seleção é o aos 120 dias de idade.

Para a fase pós-desmama, a seleção pelo P365 parece ser a melhor opção uma vez que, houve um equilíbrio entre maior produção e menor exigência de energia em toda a fase, ou seja, animais pesados ao abate com menor exigência de energia líquida. Apesar da seleção para os pesos P450, P550 e P730 obterem pesos superiores ao abate, o requerimento de energia dos animais em toda a fase também é superior.

Quando comparamos o efeito da seleção na fase até a desmama e após a desmama, devemos levar em consideração o objetivo de produção de cada rebanho.

Considerando apenas a exigência dos próprios indivíduos, os rebanhos que objetivam a produção de bezerros (cria), devem optar por selecionar pelo P120, pois bezerros mais pesados e menos exigentes no período de 120 a 210 dias aumentarão essa produtividade. Entretanto, deve-se avaliar conjuntamente o consumo das vacas para desmamar esses bezerros, uma vez que os resultados estão traduzindo apenas as exigências dos machos e bezerros e, como nessa fase a maior parte dos nutrientes é proveniente da amamentação então, a baixa exigência de energia apresentada por esses animais pode ser contrabalançada pela alta energia exigida pelas mães no processo de produção de leite para amamentação (LÓPEZ DE TORRE et al., 1992; ARANGO & VAN VLECK, 2002).

A avaliação da produção em ciclos completos, considerando todos os animais presentes no rebanho (Figura 3) se torna necessária para obtenção de uma visão ampla do tanto que se está obtendo de lucro, aliado ao requerimento de energia líquida (custo com alimentação) e o tanto produzido, traduzido pelos quilogramas de bezerros (em um sistema de cria) e pelos quilogramas de carcaça produzidos na terminação.

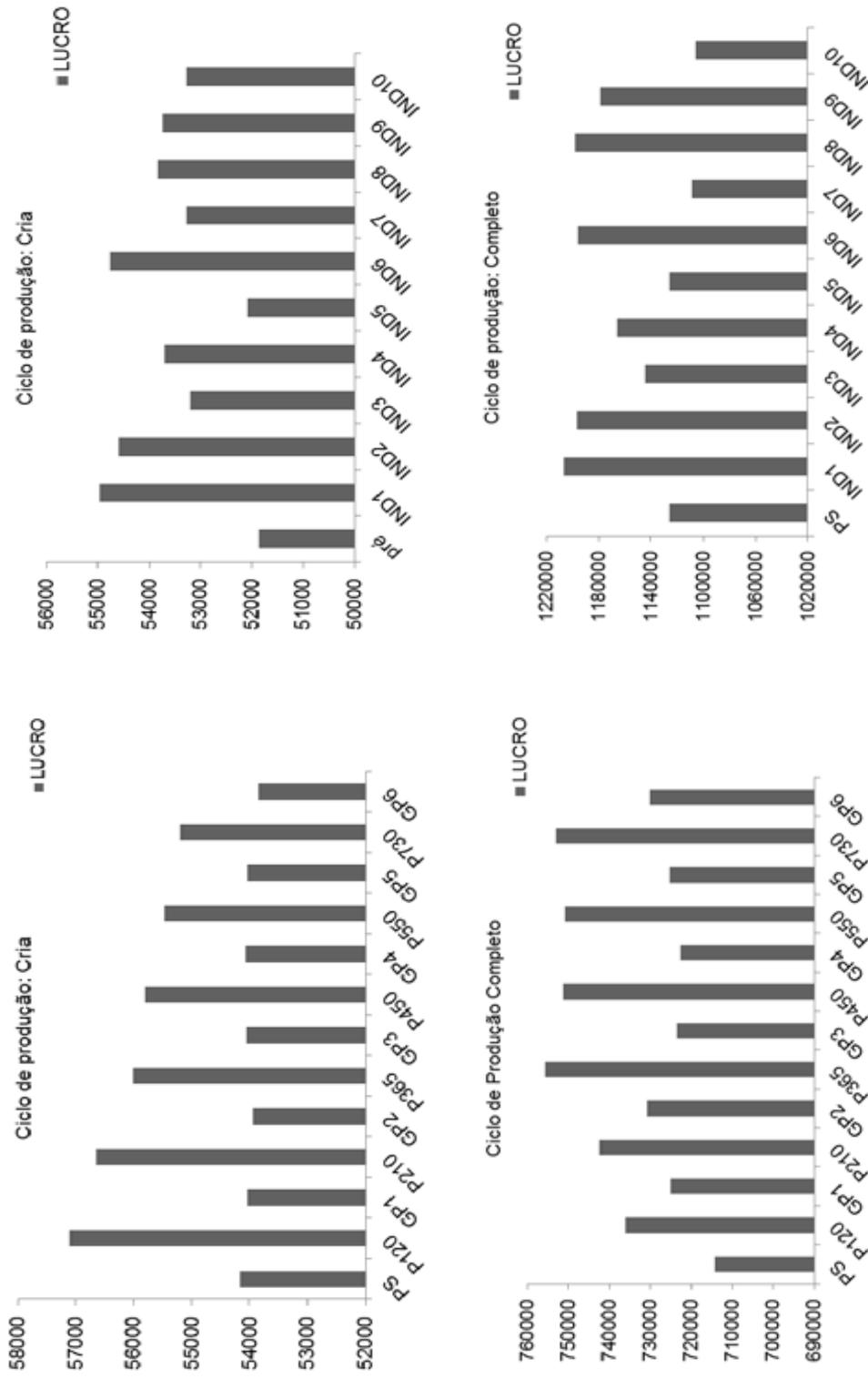


Figura 3 – LUCRO = Receita (Total de quilogramas produzidos (R\$)) menos o custo (custo com alimentação (R\$)), para o período antes da seleção (PS) e selecionando para (P120; P210; P365, P450, P550; P730); ganhos de pesos (GP1; GP2; GP3; GP4; GP5; GP6) e índices (IND1-10).

Quando o objetivo do criador é apenas a venda de bezerros, podemos observar que a seleção para o peso aos 120 dias de idade (Figura 3) é a melhor opção a ser seguida uma vez que proporciona o maior lucro, aliado ao menor custo com alimentação. Segundo ARCHER et al. (1999), traduzir o custo com alimentação na fase de cria traduz diretamente a eficiência do par vaca/bezerro, onde para avaliar essa eficiência, o total de alimento ingerido durante o ciclo ou parte dele é comparado com o peso dos bezerros desmamados assim, a avaliação dessa fase pode ser correlacionada com a eficiência de produção real de propriedades rurais tanto em termos biológicos, como econômicos.

Quando analisamos o ciclo completo de produção, a seleção para o P365 se mostra ser a mais eficiente (maior lucro) e também a mais interessante quando consideramos que ao selecionar a um ano de idade a avaliação do animal será antecipada e, portanto poderá ser possível diminuir o tempo de permanência desses animais nos rebanhos de seleção.

Há de se ressaltar que todas essas conclusões devem ser reavaliadas quando são consideradas em conjunto com as exigências demandadas pelos rebanhos na fase reprodutiva, uma vez que a seleção para P365 tem demonstrado aumento no peso adulto de fêmeas, então ainda se faz necessário que se avalie um equilíbrio entre esses dois ciclos de produção. Contudo, se o rebanho for apenas de engorda, a seleção para o P365 é a melhor opção a ser seguida.

Comparando a seleção para peso com ganho de peso, todos os critérios de seleção de pesos tiveram desempenho superior em relação aos critérios de seleção de ganhos, os quais foram bem similares no ciclo de cria. Considerando apenas a seleção para ganho, num ciclo de produção completo, o GP2 obteve resultados superiores. Isso se deve ao fato que é nesse período (210-365 dias) que o animal apresenta maior velocidade de crescimento, sendo assim mais evidente a sua expressão. Não se observou variação importante na relação receita/custo quando a seleção foi feita pelos ganhos de pesos, não permitindo

conclusão notória sobre qual ganho de peso seria a melhor opção a ser utilizada na seleção.

Os resultados considerando os índices (Figura 3) mostram para o ciclo de cria, o IND1, IND2 e IND6 como as melhores opções visando o lucro. Esses três índices possuem em comum maior ponderação positiva até os 365 dias, baixa ponderação nos pesos próximos ao abate aliado a alta ponderação negativa no peso adulto. O melhor desempenho do IND6 em relação ao IND2 se deve a maior ponderação positiva no P210, o que faz diferença em um ciclo de cria, aumentando a receita (produção de quilogramas de bezerros a desmama) e consequentemente o lucro.

No caso do ciclo de produção de cria, o lucro está mais aliado à redução do custo com alimentação das fêmeas mães dos bezerros, que pode ser controlado pela ponderação no peso adulto, do que propriamente na receita, aliada a maior produção de quilogramas de bezerros desmamados. Isso é corroborado quando observamos o desempenho do IND5, que obteve o menor lucro. Nota-se que mesmo que o IND5 possua ponderação positiva nos pesos até o abate, a menor ponderação negativa no peso adulto aumenta o custo de alimentação dos animais, diminuindo o lucro.

Se observarmos os índices 3, 7, 8, 9 e 10, apesar de terem tido menor lucro quando comparado com o IND2, por exemplo, ainda assim foram melhores que o IND5, uma vez que estes índices possuem maior ponderação negativa no peso adulto. O índice 4, por exemplo, possui menor lucro que o IND1 apesar de apresentarem ponderações semelhantes, e isso se deve ao maior custo com alimentação aliado a maior ponderação positiva dada para a característica P730, o que comprova o fato de que seleção para peso próximo ao abate aumenta o peso adulto das vacas, consequentemente aumentando o custo com alimentação. Esta conclusão pode ser feita uma vez que estamos avaliando o sistema de cria o qual envolve na sua maior parte a exigência das vacas.

Esta conclusão é corroborada quando se utiliza o IND5 para seleção. Este índice também possui o maior ponderador no P730, mas comparado com o IND4

o ponderador negativo do peso adulto é bem menor. Em outras palavras, isso significa dizer que a seleção para um maior peso ao abate, sem controle do peso adulto, acaba sendo oneroso e se sobrepondo ao lucro obtido pela venda dos bezerros.

Grande parte da produção em um sistema de cria depende do desempenho das vacas e, se estas forem muito grandes, a exigência para mantê-las será maior e, desmamar um bezerro pesado será mais oneroso. Alguns autores já comentaram o problema aliado à fase de cria, em que não necessariamente o aumento da taxa de crescimento dos bezerros compensa o elevado peso das vacas no período de amamentação (LÓPEZ DE TORRE et al., 1992; ARANGO & VAN VLECK, 2002).

No caso do ciclo de produção completo, os índices que apresentaram maior desempenho (maior lucro), foram aqueles que apresentaram maior ponderação positiva até os 365 dias aliado a maior ponderação negativa no peso adulto (IND1, IND2, IND6 e IND8), comprovando a importância do controle do peso adulto mantendo o nível de produtividade na fase de crescimento dos animais.

Apesar do IND1 ter sido a melhor opção de seleção para os dois ciclos de produção, ainda assim se faz necessário avaliar qual seria a melhor opção considerando conjuntamente as vacas em todas as fases reprodutivas existentes dentro do rebanho, para que a lucratividade e produção sejam avaliadas de uma maneira mais ampla.

Desta forma, considerando somente esta primeira fase (de cria) ao avaliar a eficiência dos índices em produção de energia disponível do leite em relação ao ganho de peso obtido pelos bezerros (Tabela 6), o IND1 comprovou ser a melhor opção por ser mais eficiente em produzir maior peso dos bezerros através de menor energia disponível no leite, o que pode ser aliado ao fato de que como o ponderador no PA é negativo, a seleção será frequentemente aliada a fêmeas menores e, conseqüentemente mais eficientes em produção. Entretanto, deve-se considerar que a eficiência do bezerro em aproveitar a energia disponível no leite, depende de muitos outros fatores, como composição do leite, por exemplo.

ALBERTINI (2006) ao avaliar vacas e bezerros cruzados Nelores, encontraram correlação fenotípica forte e negativa (-0,72) entre ingestão de energia do leite e a eficiência do bezerro em aproveitar tal energia, indicando que vacas que secretam mais energia no leite durante a lactação produzem bezerros com menor capacidade de conversão dessa energia em tecido.

Tabela 6 – Eficiência energética disponível no leite (EL) pela seleção dos diferentes índices de seleção em relação ao ganho de peso dos bezerros na fase de cria classificados pela eficiência

Índices	Mcal EL Disp. Leite/dia	Ganho de peso (g/dia)	Eficiência (g GP/Mcal EL leite)
IND5	14,44	0,6728	0,0465
IND9	14,23	0,6731	0,0472
IND8	14,19	0,6732	0,0474
IND2	14,16	0,6732	0,0475
IND6	14,12	0,6733	0,0476
IND4	13,95	0,6747	0,0483
PS	13,34	0,6812	0,0510
IND10	13,24	0,6778	0,0511
IND3	12,78	0,6816	0,0533
IND7	12,22	0,6866	0,0561
IND1	12,19	0,6869	0,0563

IND1 à IND10 = índice de seleção 1 até 10; PS = pré-seleção

Como o objetivo deste estudo não é avaliar animais eficientes e sim apontar uma estratégia de equilíbrio entre seleção para maior peso e menor custo com energia, o IND1 se apresenta como a melhor alternativa.

Conclusões

A seleção para P120 e P365 mostrou ser a melhor opção para maior produção de peso, com menor exigência de energia em um sistema de cria e completo, respectivamente. O índice 1 (IND1) é a melhor estratégia de seleção por abranger maiores pesos ao abate, aliado a menores pesos adultos e, ainda assim obter o melhor equilíbrio entre produção e gasto energético (maior lucro) para os dois ciclos de produção.

Referências Bibliográficas

- ALBERTINI, T.Z. **Consumo, eficiência alimentar e exigências nutricionais de vacas de corte na lactação e terminação**. 2006. 76p. Dissertação (Mestre em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.
- ANUALPEC 2011. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP - 2011. 335p.
- ARANGO, J.A., VAN VLECK, L.D. Size of beef cows: early ideas, new developments. **Genetics and Molecular Research**, v.1, p.51-63, 2002.
- ARCHER, J.A., RICHARDSON, E.C., HERD, R.M., ARTHUR, P.F. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, p.147-161, 1999.
- BERTALANFFY, L. VON. Quantitative laws in metabolism and growth. *The Quarterly Review of Biology*, v.32, p.217-231, 1957.
- BOZDOGAN, H. Akaike's information criterion and recent developments in information complexity. **Journal of Mathematical Psychology**, v.44, p.62-91, 2000.

CREWS, D.H. Residual Feed Intake (Net Feed Efficiency) in Beef Cattle. **Practical Information for Alberta's Agriculture Industry**. Agdex 420/11-1, 2006.

EUCLIDES FILHO, K. Produção de bovino de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado, 2000. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc85/index.html>. Acesso em 28/03/2012.

MAGALHÃES, K.A., **Tabelas Brasileiras de Composição de alimentos de terminação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos**. 2007. 263p. Tese (Doutorado em Nutrição) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MARCONDES, M.I., VALADARES FILHO, S.C., OLIVEIRA, I.M., PAULINO, M.F., PAULINO, P.V.R., DETMANN, E., COSTA E SILVA, L.F. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.872-882, 2011.

MEYER, K. WOMBAT – A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by REML, J. Zhejiang Uni. **Science B** 8: 815–821. [doi:10.1631/jzus.2007.B0815], 2007.

MORAES, E.H.B.K., PAULINO, M.F., MORAES, K.A.K., FIGUEIREDO, D.M., VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, P.V., COUTO, V.R.M. Exigências de energia de bovinos de corte em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.933-940, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Nutrients of Requirements for beef Cattle**, 7th edição: Update 2000. National Academic Press, Washington, D.C. 249p. 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Nutrients of Requirements for dairy Cattle**, 7th edição. National Academic Press, Washington, D.C. 381p. 2001.

OLIVEIRA, H.N. **Análise genético-quantitativa da curva de crescimento de fêmeas da raça Guzerá**. 1995. 73p. Tese (Doutor em Genética) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 1995.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna**, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.Rproject.org>, 2009.

SALES, M.F.L., PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, P.V.R., PORTO, M.O., COUTO, V.R.M. Composição corporal e requisito energéticos de bovinos de corte sob suplementação em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1355-1362, 2009.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of the model. **The Annual of Statistics**, n.6, p.127-132, 1998.

SILVA, F.F., VALADARES FILHO, S.C., ÍTAVO, L.C.V., VELOSO, C.M., VALADARES, R.F.D., CECON, P.R., PAULINO, P.V.R., MORAES, E.B.K. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de Nelore, não castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.503-513, 2002.

SILVA, N.A.M, AQUINO, L.H. SILVA, F.F, OLIVEIRA, A.I.G. Growth curves and non-genetic factors affecting growth rate of Nelore cattle. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.647-654, 2004.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS - SAS. User's guide: Version 6.11 ed. Cary: 2008.

VALADARES FILHO, S.C., PAULINO, P.V.R., MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 1ed. Viçosa, MG – Suprema, 141p. 2006.

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

CAPÍTULO 3- EFEITO DA SELEÇÃO NAS EXIGÊNCIAS DE ENERGIA DE FÊMEAS NELORE NA FASE REPRODUTIVA

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da seleção para características de crescimento sobre a exigência de energia em fêmeas na fase reprodutiva em diferentes níveis produtivos. Foram utilizados os pesos médios na fase reprodutiva (depois dos 730 dias de idade) de 19.718 fêmeas da raça Nelore. Nessa fase, foi calculada a média de dias que as fêmeas permanecem em cada categoria (prenhes e lactantes, lactantes não prenhes, prenhes não lactantes e vazias e secas) considerando o período de um ano de produção e intervalo de partos de 365 (N1), 450 (N2) e 550 dias (N3), com o objetivo de calcular a exigência de energia que cada nível demanda para cada critério utilizado na seleção. A exigência de energia foi medida pela energia líquida total dada pela soma da energia líquida de manutenção, atividade, prenhes e lactação. O cálculo para tal estimativa foi realizado pelas equações de predição do NRC seguindo um procedimento determinístico, ou seja, sem variação individual nas estimativas. O efeito da seleção foi avaliado selecionando para peso aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450), 550 (P550) e 730 (P730) dias e ganhos de pesos entre essas idades (GP1, GP2, GP3, GP4, GP5 e GP6). Também se avaliou a seleção utilizando 10 tipos diferentes de índices (IND1 a IND10), os quais variaram de acordo com a ponderação dada a cada característica presente no índice tentando aumentar o desempenho próximo ao abate e reduzir o peso adulto (PA). O peso aos 120, GP3 (fase entre 365 e 450 dias) e o IND7 foram, de maneira geral, os melhores critérios de seleção para todos os níveis produtivos para todas as fases reprodutivas quando o objetivo foi redução da exigência de energia. Os índices de seleção com ponderação negativa para o PA se apresentaram como a forma mais prática de seleção quando avaliada apenas fêmeas em reprodução.

Palavras-chave: ciclo de produção, peso adulto, situação reprodutiva

Introdução

Nos últimos anos, a seleção para maiores pesos, ou ganhos em peso, em idades jovens, tem sido questionada com argumento de que este critério pode trazer, como consequência, o aumento do peso adulto dos animais, acarretando maiores custos de manutenção das matrizes, o que poderia reduzir as vantagens econômicas obtidas pelo aumento de peso dos animais de abate (BULLOCK et al., 1993). Considerando ainda o tamanho populacional de bovinos de corte existente no Brasil, o qual segundo dados publicados pelo USDA (2010), possui um rebanho de cerca de 84 milhões de vacas, que produziram 50 milhões de bezerros nos últimos anos, avaliar a importância dessa consequência se torna ainda maior.

ALBERTINI (2006) comenta sobre a importância do setor que envolve a fase reprodutiva das fêmeas na eficiência de produção de bovinos de corte, o qual tem sido subestimado principalmente em relação aos custos com alimentação que chega a representar a maior proporção de custos nesse sistema. FERRELL & JENKINS (1985) já haviam mencionado que o par vaca/bezerro, o qual é diretamente influenciado por essas fases, consome aproximadamente 72% da energia metabolizável equivalente ao período de concepção ao abate.

O complexo processo biológico envolvido na utilização da energia (alimento) pelos animais e sua interação com o meio ambiente precisa ser mesmo que em parte entendido e avaliado, principalmente na fase reprodutiva das fêmeas uma vez que qualquer ganho conseguido irá traduzir diretamente no retorno econômico da atividade. Segundo PERES et al. (2008), para se obter uma considerável avaliação do efeito do aumento do peso sobre o consumo de energia das vacas, se faz necessário que o status reprodutivo, padrão de maturidade, lactação, manutenção, composição corporal, prenhes entre outros, sejam avaliados, sem deixar de contabilizar o peso e o nível de produção das mesmas.

De acordo com ALBERTINI (2006), existe uma extensa revisão sobre a variação de eficiência energética entre animais jovens. Contudo, existe pouca informação disponível sobre essa eficiência em vacas de corte adultas e envolvendo o efeito do aumento do peso adulto (pela seleção) principalmente na fase reprodutiva. Assim, sabendo que a eficiência reprodutiva da vaca está relacionada ao seu potencial genético, sendo extremamente sensível aos fatores ambientais aos quais está exposta, a avaliação dos dois fatores pela seleção e consumo de energia parece ser uma alternativa quando o objetivo é obter uma idéia ampla das consequências do aumento da exigência de energia em diversos sistemas reprodutivos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da seleção em três níveis de produção, representados pelo desempenho reprodutivo das fêmeas, sobre o consumo de energia em cada situação prevalente no rebanho e tentar apontar um equilíbrio entre esses dois parâmetros.

Material e Métodos

Foram utilizadas informações de 77.372 mensurações de pesos Nelores a partir de dois anos de idade, provenientes da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) nos anos de 1975 até 2008. A fim de predizer os parâmetros genéticos e fenotípicos necessários para avaliar o efeito da seleção, foram utilizados como critérios os pesos aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450), 550 (P550), 730 (P730) dias de idade e ganhos de pesos entre esses períodos (GP1, GP2, GP3, GP4, GP5 e GP6) assim como diferentes composições de índices de seleção (IND1-IND10). O ganho de peso 6 (GP6) compreendeu a fase entre os 730 dias e 4 anos de idade.

O requerimento de energia foi avaliado nas seguintes situações das fêmeas: prenhe, lactante, vazia, prenhe e lactante, considerando o período de um ano de produção e intervalo de partos de 365 (N1), 450 (N2) e 550 dias (N3). No total, 19.718 fêmeas Nelores possuíam idade adulta (sete anos de idade).

Para a predição dos parâmetros genéticos, utilizados no cálculo do efeito da seleção, foram utilizados os coeficientes provenientes dos modelos de regressão aleatória. O procedimento geral foi descrito no capítulo 2.

Para avaliar o efeito da seleção nos pesos em todas as idades, foram calculados os pesos preditos em todas as situações das vacas. O modelo matemático não linear utilizado para obter os pesos preditos e o padrão médio de crescimento foi o de Von Bertalanffy, $Y_t = A(1 - B(e^{-kt}))^3$ (BERTALANFFY, 1957). Onde Y representa o peso do animal a uma determinada idade (t); A é o valor assintótico de Y_t (peso médio na maturidade); B é a constante de integração dos pesos relacionada com os pesos iniciais (grau de maturidade do animal ao nascimento), K é a taxa de variação da função exponencial (velocidade com a que o animal se aproxima ao tamanho adulto); e é o logaritmo em base natural. Foi utilizado o procedimento NLIN do (SAS, 2008) para obtenção das estimativas dos parâmetros. Para A, B e k foram utilizados os valores estimados por OLIVEIRA (1995) de 589; 0,56; 0,005, respectivamente. Para o cálculo das exigências de energia, considerou-se a média de dias em que todo o rebanho (considerado como fixo) permaneceu em cada situação, em todos os anos conjuntamente, em cada nível produtivo (Tabela 1).

Tabela 1 - Média de dias que as vacas permanecem em cada situação

Níveis	Situação das vacas no rebanho			
	Lactando	Prenhes	Vazias	Prenhes e lactando
N1	75	155	-	135
N2	130	195	-	40
N3	139	193	33	-

Intervalo de partos de 365 (N1), 450 (N2) e 550 dias (N3), respectivamente.

No cálculo das exigências de energia, antes e após a seleção, as equações de predição do NRC (Tabela 2) foram modificadas. As modificações foram de acordo com o objetivo do estudo para: a raça Nelore; criação exclusivamente a

pasto (*Brachiaria decumbens*); condição corporal da vaca ao entrar em reprodução – (variou-se de 1 a 9 o escore); clima tropical; terreno de pastejo plano; produção no pico de lactação de 8,0 kg de leite por dia; 8,5 como sendo a semana do pico de lactação; média de idade das vacas de quatro anos e peso médio do bezerro ao nascer de 32 kg. O consumo de energia foi medido pela energia líquida, sendo calculadas as energias líquidas de manutenção, de atividade, prenhes e lactação.

Tabela 3 – Equações do NRC (2000) utilizadas neste estudo

Tipo	Equação
Energia líquida de manutenção	$= PV^{0,75} * (a_1 * ER * L * COMP)$
Energia líquida de atividade	$= ((0,006 * pI * (0,9 * (NDT_p / 100))) + (0,05 * TERRAIN / ((0,002471 * pDISP) + 3))) * PV / 4,184$
Energia líquida - prenhes	$= PEB * (km / 0,13) * (0,05855 - 0,0000996t) * \exp^{((0,03233 - 0,0000275) * t)}$
Total Energia disponível no leite	$TotalE = E * PL$ $E = 0,092 * CG + 0,049 * CNG - 0,039$ $PL = -7 / (a * k) * ((D * \exp^{(-kD)}) + ((1/k) * \exp^{(-kD)}) - (1/k))$ $k = 1 / T$

PCV = peso do corpo vazio; a_1 = valor de requerimento para manter a temperatura corpórea (Mcal/dia/PCV^{0,75}); ER = efeito da raça; L = efeito da lactação; COMP = efeito do plano de nutrição prévio, pI = ingestão de matéria seca, kg/dia; NDT_p = conteúdo de nutrientes digestíveis totais presente no pasto %; TERRAIN = efeito de relevo do terreno em que o animal foi criado; pDISP = quantidade de pasto disponível para pastagem; PV = peso vivo do animal; PEB = peso esperado do bezerro ao nascer; km = 0,576 (dado pelo NRC); t = dias de gestação; E = energia contida no leite em Mcal/kg; CG = composição de gordura no leite (%); CNG = composição dos sólidos não gordurosos; PL = produção na lactação; a e k = taxas constantes intermediárias que modelam a curva de lactação; D = duração da lactação em semanas; T = semana do pico de lactação.

As equações de predição foram calculadas seguindo o procedimento determinístico, uma vez que a variação individual não foi considerada sendo

assim obtida uma solução única para todas as fêmeas de acordo com cada categoria avaliada. Depois do cálculo da energia líquida, um rebanho estável a partir de 1.000 vacas foi simulado a fim de obter um número estável de animais produzidos (Tabela 3) a cada ano no final do ciclo. Este processo foi realizado pelo programa computacional R (2009) e, esta descrito em detalhes no capítulo 2.

Tabela 3 – Número de fêmeas obtidas em cada situação no processo de simulação

Situação no rebanho	Número total de fêmeas
Secas e vazias	49
Prenhes	272
Lactantes e vazias	272
Lactantes e prenhes	407

Tabela 4 – Índices zootécnicos utilizados no processo de simulação.

Descrição	Taxas utilizadas
Taxa de Fertilidade (vacas prenhes)	84,7% (Vacas prenhes)
Taxa de Infertilidade (vacas vazias)	15,3% (Vacas vazias)
Probabilidade de não emprenhar na primeira vez	40%
Probabilidade de não emprenhar na segunda vez	60%
Natalidade	85%
Mortalidade até a desmama	3%
Taxa de desmama	55%
Mortalidade pós-desmama	2%
Idade a primeira cria	3 anos
Intervalo entre partos	365 dias
Taxa de descarte	10%
Idade média de abate	3 anos

O valor total de animais obtido foi posteriormente multiplicado pelo peso médio resultante da seleção pelos pesos, ganhos de pesos e índices com o

objetivo de se obter um total de energia requerida para todas as fêmeas e comparar os três níveis produtivos.

Para os três níveis (N1, N2 e N3), o custo com a alimentação foi calculado considerando a quantidade necessária que o animal precisa para atingir seus requerimentos energéticos. Para este cálculo foi considerado a energia líquida disponibilizada pela *Brachiaria decumbens* o qual foi calculada utilizando os parâmetros obtidos por **VALADARES FILHO et al. (2006) e MAGALHÃES (2007)** aplicados na fórmula para obtenção teores de proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos, lignina e nitrogênio insolúvel em detergente ácido retirados de **WEISS et al. (1992) e NRC (2001)**. O custo com alimentação foi calculado pela ingestão de matéria seca da *Brachiaria decumbens* (2,64% do PV) e foi assumido que a cada quilograma de matéria seca ingerida há um custo de R\$ 0,04. Neste estudo apenas foi considerado o custo com alimentação, uma vez que nosso objetivo foi focar na energia líquida.

Resultados e Discussão

Os resultados relacionados às exigências de energia, obtidas para as fêmeas, apresentaram padrões diferentes (Figura 1). A variação nos resultados se deve ao diferente número de dias em que as vacas permanecem no rebanho em cada situação reprodutiva e de acordo com o número de vacas em cada situação, presentes num rebanho com nível reprodutivo ideal (intervalo de partos de 365 dias).

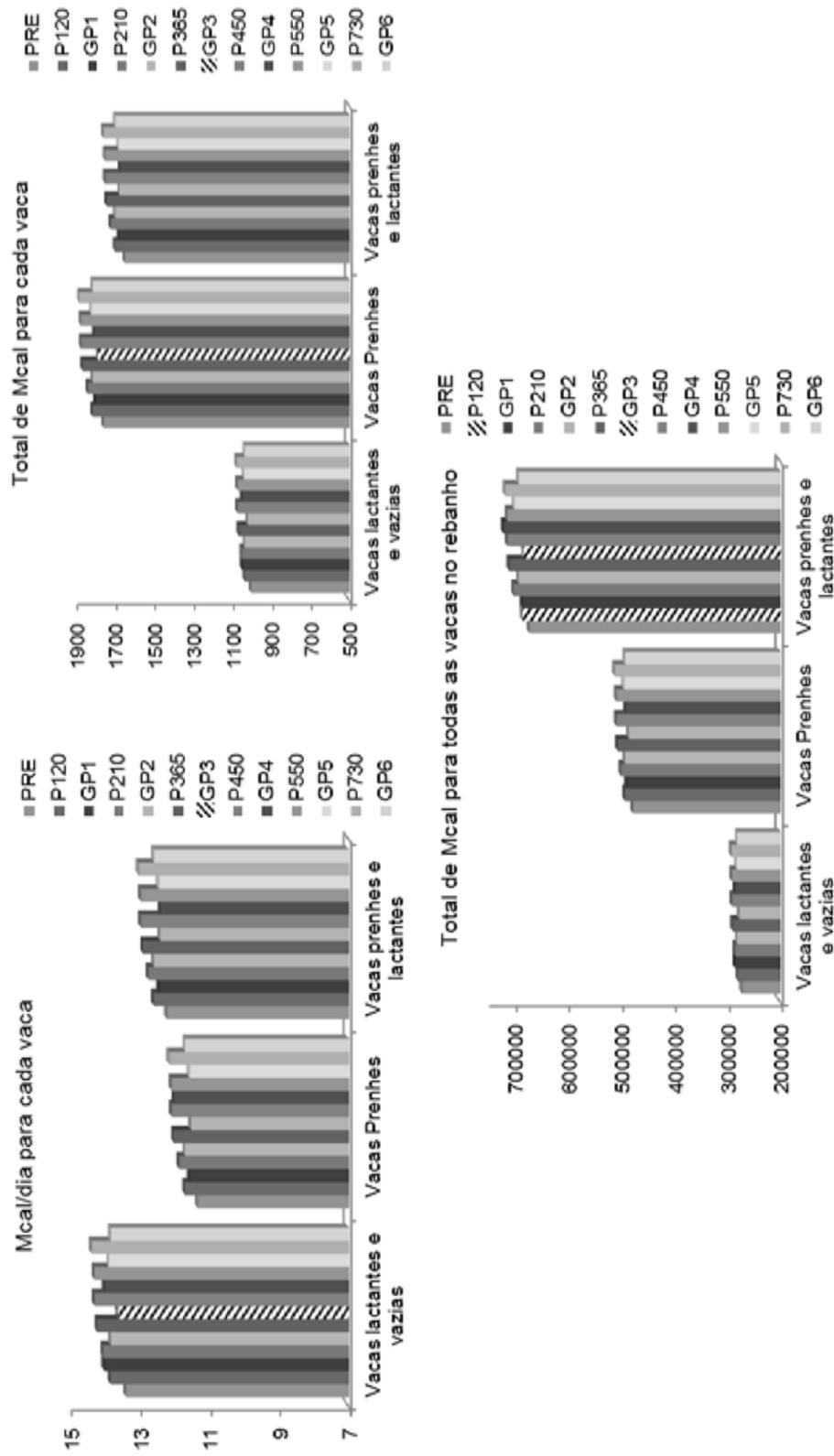


Figura 1 – Exigência de energia (Mcal) considerando o nível de 365 dias para diferentes números de dias e vacas, presentes em cada situação no rebanho, quando selecionado para diferentes pesos e ganhos de pesos. A barra com linhas tracejadas representa o menor valor de exigência obtida na categoria de maior exigência de energia.

No geral, os valores (11,32 a 14,82 Mcal/dia) estimados neste estudo, estão dentro da variação encontrada na literatura para vacas lactantes, não gestantes, lactantes e gestantes e vazias para Nelore e cruzamentos em condições tropicais (9 a 17 Mcal/dia) (EVANS et al., 2001; CALEGARE et al., 2004; ALBERTINI, 2006; CALEGARE et al., 2007)

Quando avaliada a energia líquida requerida por dia por cada vaca em cada situação (Figura 1), as vacas que mais exigem são as lactantes sendo o GP3 a melhor opção considerando uma menor exigência de energia (13,61 Mcal/dia – 0,24 Mcal a mais que o menor valor 13,37 Mcal/dia), para essa situação. Quando avaliamos a exigência de energia considerando o total de dias que cada fêmea permanece em cada situação, as vacas prenhes passam a serem as que mais exigem energia no rebanho, sendo também o GP3 a melhor opção de seleção neste caso (total de 1.786 Mcal – 30 Mcal a mais que a na pré-seleção – 1.756). Ao avaliar o caso em que todas as fêmeas são contabilizadas conjuntamente com todos os dias que permanecem em cada situação, as vacas prenhes e lactantes são as que exigem mais para produzir e neste caso o P120 (684.599 Mcal) e o GP3 (682.599 Mcal), passaram a ser a melhor escolha de seleção. Tanto o P120 quanto o GP3 possuem valores cerca de 34 mil Mcal a menos quando comparado com o maior valor obtido pela seleção pelo P730 de 716.398 Mcal.

Fica claro que o produtor deve não somente avaliar qual nível de produção (N1, N2 ou N3) é o mais interessante de acordo com o custo-benefício que ele procura, mas também aliar essa decisão ao número de vacas presentes no seu rebanho e do total de dias que elas permanecem em cada situação reprodutiva para contabilizar o custo total no rebanho com alimentação selecionando para diferentes critérios.

Ao avaliarmos o custo total com alimentação, comparando os três níveis produtivos N1 (365 dias), N2 (450 dias) e N3 (550 dias), quando avaliado os pesos como critérios de seleção (Figura 2), o peso aos 120 (P120) dias de idade, com valor médio de R\$ 51.601, se mostrou ser a melhor opção, pois nos três níveis o custo com alimentação foi o menor. Contudo, quando considerado

apenas os ganhos de pesos, o GP3 e GP4 são as melhores opções, com valores de custo de R\$ 50.856 e R\$ 51.156, respectivamente.

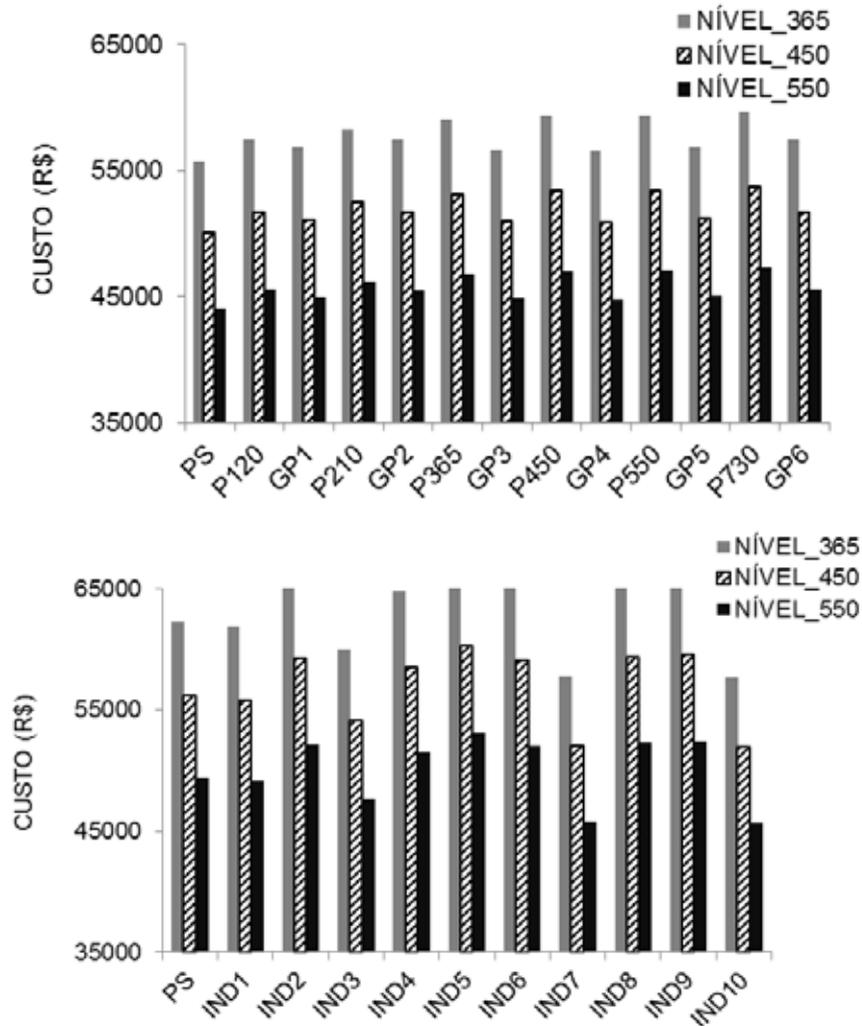


Figura 2 - Custo total (CUSTO - R\$) com alimentação para cada nível produtivo selecionando para pesos aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450), 550 (P550), 730 (P730) de idade; ganhos de pesos entre essas idades (GP1 à GP6) e diferentes índices de seleção (IND1 à IND10) considerando todas as situações das vacas, conjuntamente.

Em relação aos índices de seleção, o IND7 apresentou os melhores resultados em relação ao custo com a exigência de energia, o que traduz a importância da seleção para menor peso adulto de vacas, uma vez que na composição deste índice existe alta ponderação negativa para o peso adulto seguido de uma moderada ponderação positiva no P730. Para o criador, um índice será a melhor opção em qualquer situação e nível reprodutivo de interesse.

Deve-se levar em consideração que apesar do aumento do peso adulto aumentar as exigências de manutenção das vacas no rebanho, isso não necessariamente significa que vacas de menor porte não estarão requerendo energia tanto quanto as vacas grandes. Isso porque as vacas pequenas podem estar lactando e, como a quantidade requerida para produção de leite não depende necessariamente do tamanho da vaca e sim do seu potencial genético, a energia requerida também aumentará para essa categoria de fêmeas. Se, caso ambas as fêmeas (de menor porte e outra de maior porte) estiverem vazias e secas, a única energia exigida será a da manutenção e, portanto, as vacas maiores, serão sem dúvidas as que estarão requerendo mais energia no sistema como um todo.

EUCLIDES FILHO, (2005) comenta sobre o assunto quando afirma que é importante ressaltar que, o fato de as maiores fêmeas produzirem bezerros de maior tamanho e, especialmente, de que elas, ao serem descartadas, resultam em maior receita, não implica necessariamente, em melhor desempenho do sistema de produção. Portanto, deve-se então encontrar um equilíbrio entre a produção requerida pela vaca (manutenção) e a energia requerida pelo bezerro (lactação) quando se pretende atingir o máximo de produtividade.

Outra questão a ser considerada, em se tratando de fêmeas na fase reprodutiva, é a diferença de exigência de energia que as fêmeas apresentam de acordo com a idade e peso no qual entram na puberdade. Segundo YELICH et al. (1996) novilhas que são alimentadas com altas taxas de energia são mais precoces e pesadas à puberdade quando comparadas com as que obtiveram pouca energia na alimentação. Isso porque a energia tem relação direta com a

produção e tamanho dos folículos dominantes produzidos (BERGFELD et al., 1994) tanto antes quanto após a puberdade.

A eficiência energética do critério de seleção avaliado passa a ser importante, ou seja, aquele que consegue ter o menor valor para a diferença entre o que a vaca requer de energia com o que ela consegue obter de energia pelo consumo do pasto (Figura 3). E que também se torna importante de ser avaliada, uma vez que as fêmeas dependendo da situação reprodutiva em que se encontram no rebanho direcionam a energia da alimentação de forma diferente no organismo. Segundo WETTEMANN & BOSSIS (1999), a ingestão de nutrientes e as reservas energéticas corporais são os maiores reguladores do desempenho reprodutivo das vacas. A perda de peso cessa os ciclos estrais e uma reserva inadequada de energia corporal prolonga o intervalo de anestro pós-parto.

Avaliando os três níveis, o nível 3 (550 dias de intervalo de partos), foi o que apresentou menores valores de diferença entre o que todas as vacas exigem com o que elas conseguem obter pela ingestão de *Brachiaria decumbens*. Isso se deve ao fato de que nesse nível, as fêmeas ficam mais tempo em manutenção do que produzindo. Desta forma, a quantidade de energia exigida é menor, sendo assim, a diferença entre a exigência e o obtido pela ingestão da *Brachiaria decumbens*, também menor.

O melhor critério de seleção considerando a eficiência (Figura 3) foi para todos os níveis (N1, N2 e N3) o GP3, seguido do P120. A eficiência energética aliada a seleção considerando o ganho de peso 3, pode ser em parte explicada pelo fato que esse ganho de peso é tomado durante a fase que as novilhas serão desafiadas e, como esses animais são provenientes de sistemas de alimentação exclusiva à pasto, sua condição corporal ou seu peso pode ter sido reduzido refletindo no requerimento de manutenção em resposta à um stress nutricional que podem estar passando.

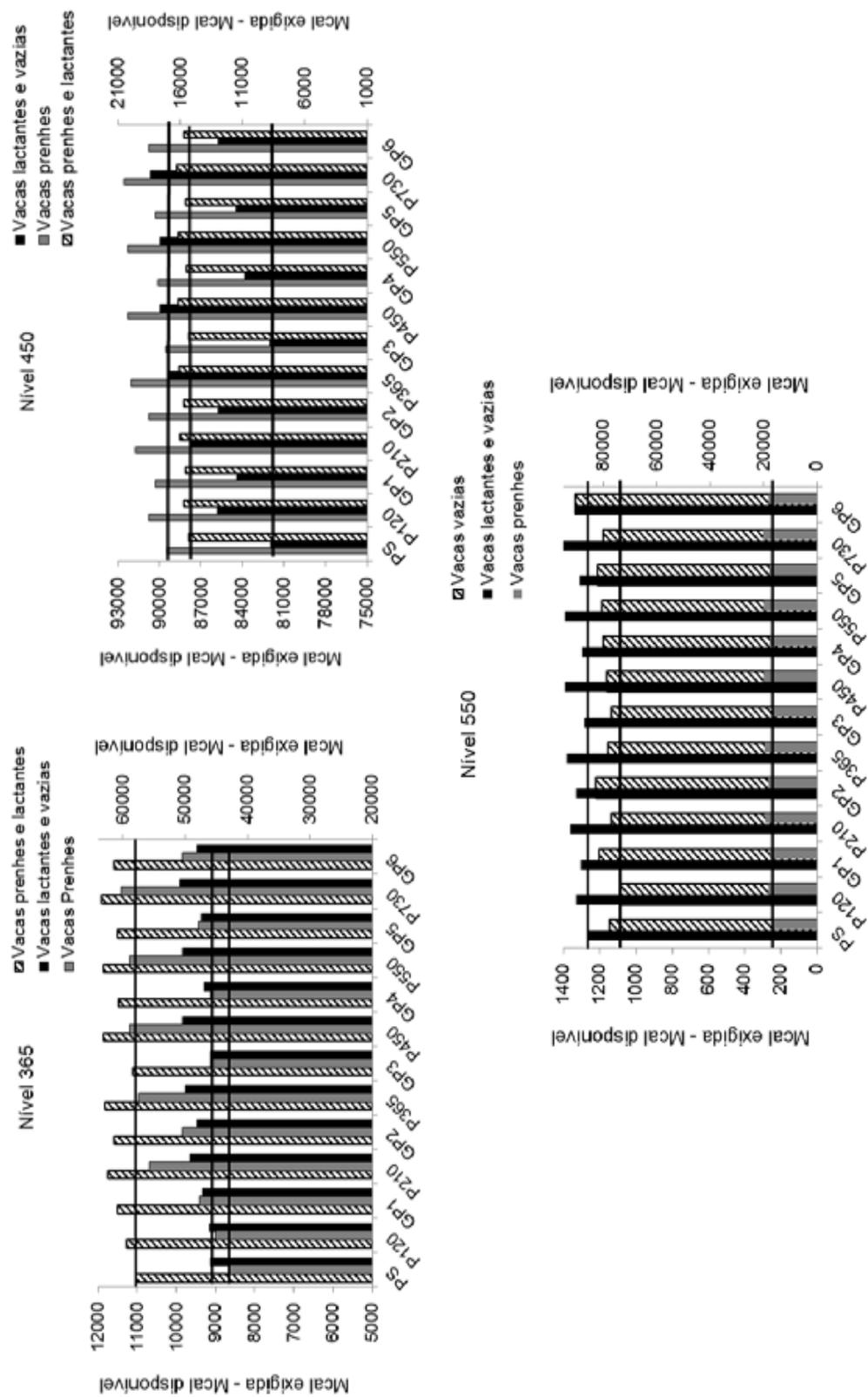


Figura 3 - Eficiência energética (Mcal EL requerida - Mcal EL disponível) dos diferentes critérios de seleção para as fêmeas em diferentes situações no rebanho para os três níveis produtivos. A linha horizontal tem como ponto inicial o valor da menor diferença entre as energias.

Outra explicação pode estar aliada ao fato de que as fêmeas podem estar com alta reserva energética corporal (pelo maior peso) nesse período, exigindo menor quantidade de energia principalmente durante a lactação. Segundo WETTEMANN & BOSSIS (1999) isso se deve a negativa correlação genética existente entre condição corporal e produção de leite, os autores reportam que nas primeiras 26 semanas de lactação, essas correlações variam de -0,09 até -0,46 no final da lactação.

Os resultados utilizando o GP3 e o P120 como critério de seleção, diferem daqueles encontrados quando os índices de seleção são considerados como critérios, uma vez que tais índices envolvem conjuntamente outros pesos assim como o peso adulto com ponderação negativa (Tabela 6).

Tabela 6 – Eficiência energética total (Mcal EL requerida/Mcal EL disponível) quando selecionado para os diferentes índices de seleção

Índices	Variável eficiência
IND10	1,088
IND7	1,089
IND3	1,090
IND1	1,091
PRE	1,092
IND4	1,094
IND6	1,094
IND2	1,095
IND8	1,096
IND9	1,096
IND5	2,001

Os índices que apresentaram maior eficiência energética foram o IND10 e IND7 que em comum apresentam elevada ponderação negativa para o peso

adulto. O IND10 possui alta ponderação para o P450, enquanto que o IND7 tem maior ponderação para o P730.

Apesar dos índices representarem de forma fidedigna os resultados esperados para a eficiência de acordo com as ponderações que apresentam, uma questão importante a ser considerada, principalmente no caso das vacas lactantes e prenhes, é que não se sabe quanto dessa eficiência é devida aos valores das ponderações ou quanto dessa melhora se deve ao balanço energético negativo das fêmeas durante o começo da lactação. Pois segundo WETTEMANN & BOSSIS (1999) as correlações genéticas entre consumo e produção sugerem que a resposta correlacionada na eficiência energética selecionando pela produção (peso ou produção de leite) pode apenas explicar 40 a 48% dos requerimentos extras exigidos para a produção.

Desta forma, mesmo que parte da eficiência não seja entendida, ou diretamente avaliada, os índices foram capazes de explicar a eficiência considerando a exigência de energia total, dando assim uma visão completa e ampla nos diferentes sistemas.

Conclusões

O peso aos 120, GP3 e o IND7 foram, de maneira geral, os melhores critérios de seleção para todos os níveis produtivos, para todas as fases reprodutivas quando o objetivo foi redução da exigência de energia em fêmeas na fase reprodutiva.

O número de dias em que as vacas permanecem em cada situação reprodutiva assim como o número de vacas deve ser considerado na tomada de decisão envolvendo o custo-benefício.

Os índices de seleção com maior ponderação negativa para o peso adulto e ponderação moderada para pesos próximos ao abate, se apresentaram como a forma mais prática de seleção quando avaliada as fêmeas em reprodução.

Referências Bibliográficas

- AKAIKE, H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INFORMATION THEORY, 2., 1973, Budapest. **Proceedings...** Budapest: Academiai Kiado, p.267-281, 1973.
- ALBERTINI, T.Z. **Consumo, eficiência alimentar e exigências nutricionais de vacas de corte na lactação e terminação**. 2006. 76p. Dissertação (Mestre em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.
- ANUALPEC 2011. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP - 2011. 335p.
- BERGFELD, E.G.M., KOJIMA, F.N., CUPP, A.S., WEHRMAN, M. E., PETERS, K. E., GARCIA-WINDER, M., KINDER, J.E. Ovarian follicular development in prepubertal heifers is influenced by level of dietary energy intake. **Biology Reproduction**, v.51, p.1051-1057, 1994.
- BERTALANFFY, L.V. Quantitative laws in metabolism and growth. **The Quarterly Review of Biology**, v.32, p.217-231, 1957.
- BOLIGON, A.A., RORATO, P.R.N., WEBER, T., EVERLING, D.M., LOPES, J.S. Herdabilidades para ganho de peso da desmama ao sobreano e perímetro escrotal ao sobreano e tendências genética e fenotípica para ganho de peso da desmama ao sobreano em bovinos Nelore-Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1323-1328, 2006.
- BULLOCK, K.D., BERTRAND, J.K., BENYSHERK, L.L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle, **Journal of Animal Science**, v.71, p.1737-1741, 1993.
- CALEGARE L., ALENCAR M.M., PACKER I.U., LANNA D.P.D. Energy requirements and cow/calf efficiency of Nelore and Continental and British Bos taurus x Nelore crosses, **Journal of Animal Science**, v.85, p.2413-2422, 2007.
- CALEGARE, L.N.P., ALMEIDA, R., ALENCAR, M.M., LANNA, D.P. Eficiência do par vaca/bezerro de diferentes grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004. Campo Grande. Nutrição de ruminantes, **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.
- EUCLIDES FILHO, K. **O efeito do tamanho das reprodutrizas sobre a eficiência da produção de carne e de bezerros desmamados**. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/eventos>. Acesso em 31/03/2012.
- EVANS, J.L., GOLDEN, B.L., HOUGH, B.L. A new genetic prediction for cow maintenance energy requirements. In: ANNUAL RESEARCH SYMPOSIUM

- & ANNUAL MEETING, 33, 2001, San Antonio, **Proceedings...** s.1.: BIF, 2001, p.109-114.
- FERRELL, C.L. & JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, v.61, p.725-741, 1985.
- MACNEIL, M.D., MOTT, T.B. Using genetic evaluations for growth and maternal gain from birth to weaning to predict energy requirements of Line Hereford beef cows. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2299-2304, 2000.
- MAGALHÃES, K.A. **Tabelas Brasileiras de Composição de alimentos de terminação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos**. Viçosa, 2007, 263p. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- MEYER, K. WOMBAT – A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by REML, J. Zhejiang Uni. **SCIENCE B** 8: 815–821. [doi:10.1631/jzus.2007.B0815], 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Nutrients of Requirements for dairy Cattle**, 7th edição. National Academic Press, Washington, D.C. 381 p. 2001.
- OLIVEIRA, H.N. **Análise genético-quantitativa da curva de crescimento de fêmeas da raça Guzerá**. Ribeirão Preto, 1995, 73p. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 1995.
- PERES, A.A.C., SOUZA, P.M., VASQUEZ, H.M., SILVA, J.F.C., HADDADE, I.R., LISTA, F.N. Custos de produção na recria de novilhas mestiças Holandês-Zebu em pastagem de capim-elefante. **Boletim Indústria Animal**, v.65, p.99-105, 2008.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria**. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.Rproject.org>, 2009.
- SCHWARZ, G. Estimating the dimension of the model. **The Annual of Statistics**, n.6, p.127-132, 1998.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS - SAS. User's guide: Version 6.11 ed. Cary: 2008.
- USDA: United States Department of Agriculture. Disponível em <http://www.usdabrazil.org.br/home/reports.asp>. Acesso em: 31/03/2012.
- WEISS, W.P., CONRAD, H.R., ST PIERRE, N.R. A theoretically based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, p.95-110, 1992.
- WETTEMANN, R.P., I. BOSSIS. Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. **Proceedings of the American Society of Animal Science**.

Disponível em: <http://www.asas.org/symposia/proceedings/0934.pdf>.
Acesso em 03/04/2012.

YELICH, J.V., WETTEMANN, R.P. MARSTON, T.T., SPICER, L.J. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin-like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. **Domestical. Animal Endocrinol**, v.13. p.325-338, 1996.

CAPÍTULO 4- EFEITO DA SELEÇÃO NAS EXIGÊNCIAS DE ENERGIA DE ANIMAIS NELORE EM UM CICLO DE CRIA, RECRIA E ENGORDA

RESUMO- Com o objetivo de estimar as exigências de energia resultantes do efeito da seleção para aumento de peso, utilizaram-se informações de 16.725 animais Nelore, com medidas dos 120 dias até 6 anos de idade, provenientes da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). Para o cálculo do efeito da seleção e ganho genético considerando todas as idades, foram utilizados os coeficientes de regressão, obtidos em análises de regressão aleatória. A seleção foi realizada pelos pesos padronizados aos 120 (P120), 210 (P210), 365 (P365), 450 (P450), 550 (P550), 730 (P730) dias e ganhos de pesos entre essas idades (GP1, GP2, GP3, GP4, GP5 e GP6) assim como utilizando diferentes índices de seleção (IND1 à IND10). O ganho de peso 6 (GP6) compreendeu a fase dos 730 dias até os 4 anos de idade. Os índices variaram de acordo com a ponderação dada a cada característica presente no índice tentando reduzir ou estabilizar o peso adulto (PA), mantendo o crescimento dos animais até o abate. A exigência de energia foi calculada pela energia líquida total para todos os animais em diferentes fases de crescimento, antes e após a seleção, assim como para animais em fase reprodutiva. Estes cálculos foram realizados adotando um procedimento determinístico (sem variação individual) pelas equações de predição do NRC modificadas para cada situação. O cálculo da energia líquida foi feito para o ciclo de produção de cria, recria e engorda, sendo calculados os lucros obtidos com relação à produção de quilogramas de carne menos os custos com alimentação de todos os animais conjuntamente. A seleção para o P210 e um índice com ponderação alta e negativa para o peso adulto e, alta e positiva para o P730 são as melhores opções quando o objetivo a ser alcançado é o menor custo com alimentação aliado a alta produtividade de quilogramas de carcaça, para todos os animais em todos os ciclos produtivos.

Palavras-chave: bovinos, energia líquida, ganhos de pesos, índices de seleção

Introdução

O Brasil possui um rebanho bovino de 204 milhões de cabeças (IBGE, 2010), o qual apresentou em 2010 uma taxa de abate de aproximadamente 22 milhões de cabeças (IBGE, 2011). Segundo o MAPA (2011), o Brasil tenderá a ter um aumento do consumo de carne anual de 2,3% entre 2011/2012 a 2020/2021. Esses números demonstram o potencial produtivo da pecuária brasileira e, o melhoramento genético tem sido uma ferramenta essencial no aumento da produção. Entretanto, mais recentemente, a preocupação tem se voltado à rentabilidade e sustentabilidade da atividade, e na utilização eficaz que se faz encima dos recursos disponíveis para manter e alcançar altas taxas de produção.

O aumento exagerado do peso dos animais, pela seleção, tem recebido a atenção dos pesquisadores em relação ao binômio custo-benefício, uma vez que se sabe que animais mais pesados tendem a requerer mais energia para manutenção, tornando não rentável a produção. Segundo VEERKAMP (1998), uma alternativa para melhorar o desempenho econômico é melhorar a eficiência de utilização dos alimentos, pela conjunta seleção do maior peso aliado ao menor consumo alimentar. Avaliar tal eficiência de forma ampla, considerando todos os animais presentes no rebanho, e todos os ciclos produtivos, pode trazer grandes ganhos na pecuária brasileira.

A avaliação da eficiência de utilização da energia e do consumo alimentar dos animais parece ser facilmente realizada e obtida, uma vez que existe abundante evidência da variabilidade genética em diversas raças para essas características (SCHENKEL et al., 2004; FREITAS et al., 2006; CREWS et al., 2010; SOBRINHO et al., 2011) comprovadas pelas estimativas de herdabilidade (RUTHERFORD, 2010; ROLFE et al., 2010, BOUQUET et al., 2010; ELZO et al., 2011) as quais tem variado de moderadas a altas (0,30 a 0,80). Entretanto, a seleção direta para a eficiência alimentar além de ser onerosa, por precisar de medidas individuais dos animais, não necessariamente afetará a eficiência de utilização do alimento em diferentes fases de vida do animal. Uma alternativa

seria estimar a energia líquida exigida uma vez que, por esta metodologia pode-se estimar a exigência na manutenção, crescimento, lactação entre outras fases separadamente. Desta forma, uma metodologia que consiga avaliar a exigência de energia resultante do efeito da seleção nos pesos, de uma forma ampla em rebanhos produtivos, se torna de suma importância quando o objetivo é avaliar a produção como um todo.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da seleção na exigência de energia em todas as fases de crescimento e ciclos produtivos de todos os animais presentes no rebanho.

Material e métodos

Foram utilizadas informações de 16.725 animais Nelores provenientes da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), a fim de estimar os parâmetros genéticos necessários na estimação do efeito da seleção na exigência de energia.

O efeito da seleção foi avaliado utilizando os coeficientes de regressão provenientes do melhor modelo em análises de regressão aleatória, de animais de 120 dias a 6 anos de idade (procedimento da análise detalhado no capítulo 2).

A exigência de energia (Tabela 1), foi calculada antes e após a seleção nas seguintes fases de crescimento: bezerros pré-desmama, desmama até 12 meses, de 12 até 18 meses, de 18 até 36 meses (inclui a fase de terminação) e contabilizando a fase reprodutiva das fêmeas conjuntamente, considerando o período de um ano de produção e intervalo de partos de 365 (N1), 450 (N2) e 550 dias (N3).

Para contabilizar o custo com alimentação, decorrente da exigência de energia, e contabilizar a receita, pela produção de quilogramas de carcaça, as fases de crescimento foram agrupadas para formar os seguintes ciclos de produção: ciclo de cria (custo com fêmeas na fase reprodutiva, bezerros e bezerras e produção de bezerros); fase de recria e engorda (custo com bezerros

e bezerras desmamadas e produção de animais); ciclo de produção completo (custo com todos os animais desde as fêmeas adultas e produção total de animais na terminação).

Tabela 1 – Equações do NRC (2000) utilizadas neste estudo para o cálculo da energia líquida (Mcal/dia)

Tipo	Equação
Energia líquida de manutenção	$= PV^{0,75} * (a_1 * ER * L * COMP)$
Energia líquida de atividade	$= ((0,006 * pI * (0,9 * (NDT_p / 100))) + (0,05 * TERRAIN / ((0,002471 * pDISP) + 3))) * PV / 4,184$
Energia retida para crescimento	$= 0,0635 * (EQPCV^{0,75}) * (GCV^{1,097})$
Energia líquida - prenhes	$= PEB * (km / 0,13) * (0,05855 - 0,0000996t) * \exp^{((0,03233 - 0,0000275) * t)}$
	$TotalE = E * PL$
Total Energia disponível no leite	$E = 0,092 * CG + 0,049 * CNG - 0,039$ $PL = -7 / (a * k) * ((D * \exp^{(-kD)}) + ((1/k) * \exp^{(-kD)}) - (1/k))$ $k = 1 / T$

PCV = peso do corpo vazio; a_1 = valor de requerimento para manter a temperatura corpórea (Mcal/dia/PCV^{0,75}); ER = efeito da raça; L = efeito da lactação; COMP = efeito do plano de nutrição prévio, pI = ingestão de matéria seca, kg/dia; NDT_p = conteúdo de nutrientes digestíveis totais presente no pasto %; TERRAIN = efeito de relevo do terreno em que o animal foi criado; pDISP = quantidade de pasto disponível para pastagem; PV = peso vivo do animal; EQPCV = equivalente ao peso do corpo vazio, kg; GCV = ganho do corpo vazio; PEB = peso esperado do bezerro ao nascer; km = 0,576 (dado pelo NRC); t = dias de gestação; E = energia contida no leite em Mcal/kg; CG = composição de gordura no leite (%); CNG = composição dos sólidos não gordurosos; PL = produção na lactação; a e k = taxas constantes intermediárias que modelam a curva de lactação; D = duração da lactação em semanas; T = semana do pico de lactação

Todos os animais foram considerados no cálculo lucro (custo e receita) dos sistemas produtivos, os quais foram provenientes de uma simulação de um rebanho estável de 1.000 vacas (Figura 1). O processo de simulação foi realizado

no programa computacional R (2009), obedecendo aos índices zootécnicos descritos no capítulo 2 e 3.

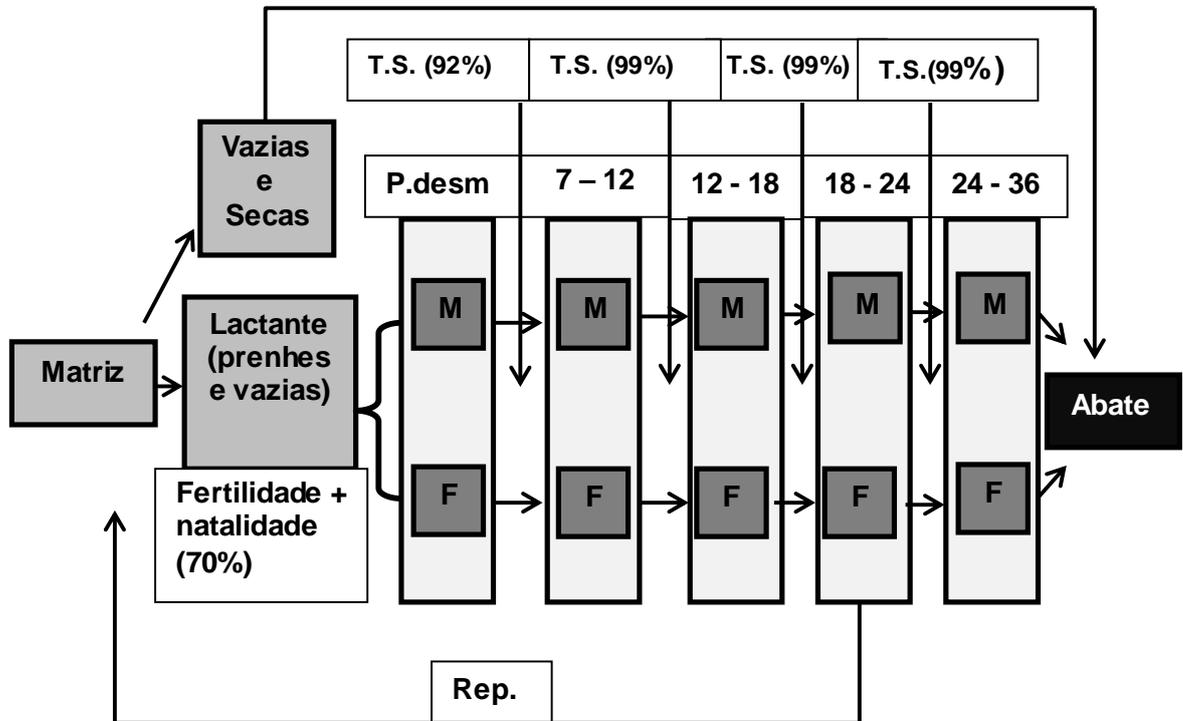


Figura 1 – Esquema da simulação do ciclo de produção para fêmeas (F) e machos (M) até a terminação com as respectivas taxas de sobrevivência (T.S.) e reposição (Rep.), de fertilidade e natalidade.

O número de animais obtido nos diferentes sistemas variou de acordo com o nível produtivo (N1, N2 e N3) adotado (Tabela 2). O custo com a alimentação foi calculado para os três níveis produtivos, considerando a quantia necessária de matéria seca que todos os animais precisam para atingir seus requerimentos energéticos.

Tabela 2 – Número de animais obtidos no processo de simulação.

Situação do animal no rebanho	N.T._ N1	N.T._ N2	N.T._ N3
Vacas (reprodução)	1.000	1.000	1.000
Pré-desmama	679	571	500
7 a 12 meses de idade	672	566	495
12 a 18 meses de idade	666	560	490
18 a 24 meses de idade	659	555	485
24 a 36 meses de idade	652	549	480

N.T._N1; N.T._N2; N.T._N3 = Número total de animais em um ciclo de intervalo entre partos de 365, 450 e 550 dias, respectivamente.

Para saber quantos quilogramas de matéria seca um animal precisava para atingir sua exigência de energia, se calculou a energia líquida disponibilizada pela *Brachiaria decumbens*, o qual foi obtida utilizando os parâmetros obtidos por VALADARES FILHO et al. (2006) e MAGALHÃES (2007) aplicados na fórmula para obtenção teores de proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos, lignina e nitrogênio insolúvel em detergente ácido retirados de WEISS et al. (1992) e NRC (2001). O custo com alimentação foi calculado pela ingestão de matéria seca da *Brachiaria decumbens* (2,64% do PV) e foi assumido que para cada quilograma de matéria seca ingerida há um custo de R\$ 0,04. Neste estudo apenas foi considerado o custo com alimentação, uma vez que nosso objetivo foi focar na energia líquida.

Para o cálculo de produção de quilogramas de carcaça no abate e bezerras a desmama, utilizou-se o valor pago por arroba de R\$ 98 e R\$ 112, respectivamente. Assim através do peso médio dos animais, considerou-se o rendimento de carcaça e a partir dele o cálculo do total de arrobas produzidas.

Para avaliar o efeito da seleção nos pesos em todas as idades, foram calculados os pesos preditos em cada fase de crescimento, uma vez que o objetivo foi avaliar toda a curva de crescimento do animal. Assim, as

mensurações de pesos, foram transformadas em pesos preditos dentro de cada fase para machos e fêmeas separadamente nas diversas idades. O modelo matemático não linear utilizado para obter os pesos preditos e o padrão médio de crescimento foi o de Von Bertalanffy, $Y_t = A(1 - B(e^{-kt}))^3$ (BERTALANFFY, 1957). Onde Y representa o peso do animal a uma determinada idade (t); A é o valor assintótico de Y_t (peso médio na maturidade); B é a constante de integração dos pesos relacionada com os pesos iniciais (grau de maturidade do animal ao nascimento), K é a taxa de variação da função exponencial (velocidade com a que o animal se aproxima ao tamanho adulto); e é o logaritmo em base natural. Foi utilizado o procedimento NLIN do (SAS, 2008) para obtenção das estimativas dos parâmetros. Para A, B e k foram utilizados os valores estimados por OLIVEIRA (1995), de 1129; 0,56; 0,005 respectivamente, para machos e 589; 0,56; 0,005 respectivamente, para fêmeas. Em função dos pesos preditos, realizou-se uma regressão dos pesos médios pela idade para obter o ganho médio diário de cada fase de crescimento o qual foi utilizado nas equações de predições das exigências de energia dos animais. O processo detalhado encontra-se no capítulo 2.

Resultados e Discussão

Os resultados apresentados (Figura 2) demonstram que a exigência de energia resultante do efeito da seleção, tendeu a crescer com a idade acompanhando o aumento do peso em todos os animais, se estabilizando após os 1.500 dias de idade aproximadamente.

Segundo BERETTA et al. (2002), o aumento da exigência de energia observado até a idade adulta, não se deve somente ao aumento do peso dos animais, mas também a maior eficiência biológica, que alcança seu máximo imediatamente após o desmame, diminuindo na medida em que avança o período pós-desmame, como resultado de um aumento nas exigências totais de manutenção e de um aumento correspondente ao acúmulo de gordura.

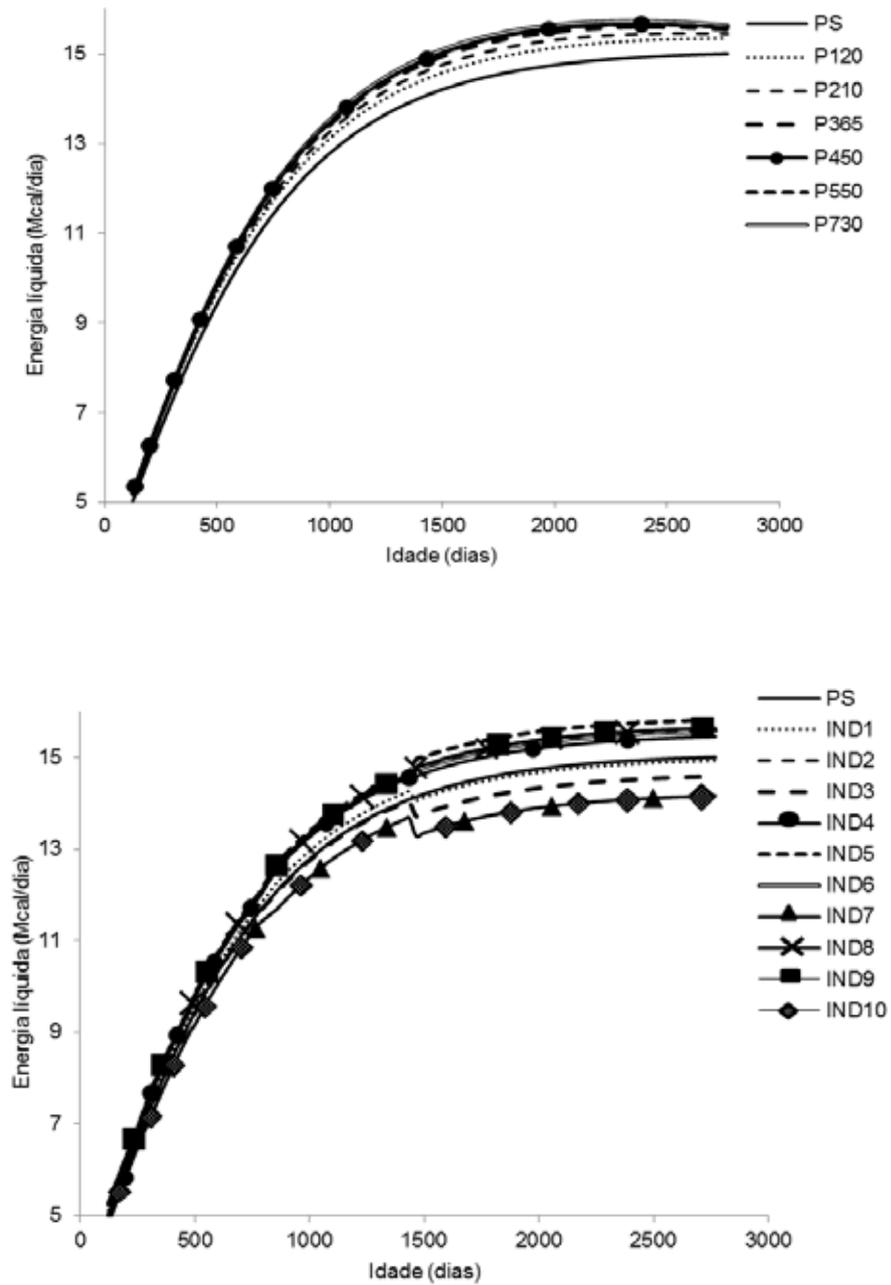


Figura 2 - Exigência de energia (Mcal/dia) para todos os animais dos 120 aos 6 anos de idade antes da seleção (PS), selecionando para os pesos (P120, P210, P365, P450, P550 e P730) e 10 diferentes índices de seleção (IND1 à IND10).

A exigência de energia encontrada neste estudo traduz o efeito da seleção realizada nos últimos anos. Ao avaliar os resultados obtidos por pesquisas mais antigas com exigências nutricionais de Nelore, SALVADOR (1980) - ELM em 56,0 kcal/kg^{0,75}; FREITAS (1995), ELM de 50,22 entre 58,19 kcal/kg^{0,75}; PAULINO et al. (1999a), ELM de 60,38 kcal/kg^{0,75}, e PIRES et al. (1993), 68,03 e 67,92 kcal/kg^{0,75}, nota-se que as exigências de energia, não têm mudado muito ao longo dos anos, o que pode significar que os animais apesar de apresentarem maior potencial genético de crescimento, tem também se tornado mais eficientes na utilização da energia. Entretanto, tal conclusão deve ser avaliada em nível de população, em diferentes sistemas e diferentes critérios de seleção utilizados.

Analisando os pesos como critérios de seleção (Figura 2), nota-se que no começo do desenvolvimento do animal até os 500 dias de idade, as exigências de energia selecionando para todos os pesos foram semelhantes entre si, apresentando visível sobreposição das linhas. A menor energia líquida total obtida, no começo da curva de crescimento, se deve a menor energia líquida de crescimento nessa fase, isso em parte pode ser explicado pelo fato de que o animal demonstra melhor o seu desempenho de crescimento somente após a desmama, uma vez que não há mais a influência materna (SILVA et al., 2004).

Outra possível explicação é aliada ao fato de que nessa fase a exigência de energia de atividade também é pequena, uma vez que os bezerras e bezerras não se deslocam para buscar alimentos já que a maior parte de sua alimentação provém da amamentação. Os efeitos da atividade física, como comentado no (NRC, 2001), e/ ou, das condições ambientais são incorporados à energia líquida de manutenção (ELM), enquanto as influências de alterações na alimentação, nas atividades físicas ou nas condições ambientais, diferentes daquelas da manutenção, são incorporadas às estimativas de energia líquida de ganho, sendo necessário adaptá-las às condições locais.

A diferença de exigência de energia (Figura 2) considerando cada peso selecionado aumenta depois dos 500 dias de idade, atingindo o ponto máximo aos quatro anos de idade dos animais (fase reprodutiva), sendo o P120 o peso

que obteve os menores valores de exigência em toda a vida dos animais. A maior diferença, de exigência de energia encontrada na fase adulta, se deve ao fato de que neste estudo somente as fêmeas foram consideradas em fase reprodutiva e, são estas as que expendem mais energia de manutenção no rebanho, apresentando assim maior variação. Esta maior exigência de energia de fêmeas em relação aos machos, se deve, segundo VALADARES et al. (2006), ao fato de que fêmeas possuem maior quantidade corporal de gordura que machos castrados, e estes, mais que os inteiros. Este comportamento se reflete nas concentrações de energia corporal e nas respectivas exigências energéticas para ganho, influenciando a energia líquida total.

Apesar da seleção para o P120 ter demonstrado ser mais eficiente, pode ser que a sua menor exigência de energia esteja aliada a um menor aumento de peso, o que no final não compensaria no custo-benefício.

Ao analisarmos como critérios de seleção as diferentes composições de índices, também se observa que no começo do desenvolvimento do animal, os índices não apresentam diferença significativa com relação à exigência de energia. Por outro lado, a diferença apresentada após os 500 dias de idade é mais evidente quando comparada aos pesos e se mantém até o final da curva.

Os IND1, 3, 7 e 10 são os índices mais eficientes em relação ao menor custo de energia em toda a curva de crescimento, apresentando até valores inferiores a pré-seleção. Estes índices têm em comum em sua composição, elevado ponderador negativo na característica peso adulto, variando sua ponderação positiva para pesos mais próximos do abate. Tal discussão é corroborada quando observamos a queda evidente nos 1.500 dias (quatro anos) na curva, uma vez que é nesta idade que esses ponderadores negativos foram aplicados. Desta forma, é clara a importância da seleção para maior peso, controlando o aumento do peso adulto dos animais, principalmente se tratando da exigência de energia.

Como os objetivos de produção são diferentes de acordo com o ciclo de produção existente no rebanho, a exigência de energia e aumento do peso,

também deve ser modificada contabilizando o número de animais produzidos em intervalo de partos de 365 (N1), 450 (N2) e 550 (N3) dias (Figura 3). Isso fica claro quando comparamos os três níveis de uma forma geral. O N1 tem maior lucro que o N2 e N3 quando a seleção é feita pelos índices, uma vez que o custo em alimentação é menor. A composição dos índices tentando reduzir o tamanho adulto, mantém a receita diminuindo o custo com o maior peso adulto do animal.

Quando se analisa os pesos como critérios de seleção, o N1 não é mais o nível de maior lucro, uma vez que agora o maior peso aumenta o consumo alimentar dos animais, diminuindo o lucro. BERETTA et al. (2002), comentam que a menor duração do ciclo produtivo e maior taxa de ganho médio anual quanto menor for a idade de abate dos animais, reduzem a proporção relativa de energia consumida destinada a manutenção, diminuindo assim o custo com alimentação.

A avaliação de diferentes ciclos produtivos de cria, recria e um ciclo completo (Figura 3, 4 e 5), deve ser avaliado com diferentes intervalos de partos para um melhor entendimento das expensas de energia de uma maneira geral. CHIZZOTTI et al. (2008), ao realizarem um estudo de meta-análise envolvendo exigências de energia em Nelore, considerando diferentes situações de mercado e rebanho, observaram grande variação não somente aliada a exigência em si mas também na rentabilidade da produção em um mesmo ciclo quando diferentes situações: número de animais, fases reprodutivas e idade do animais eram contabilizados.

Avaliando um ciclo apenas de cria (Figura 3), a seleção utilizando como critérios os ganhos de peso, em geral apresentou-se com menor lucro quando comparado com os pesos, aliado a menor produção de quilogramas de bezerro desmamados. Avaliando os critérios de ganhos de pesos separadamente, os ganhos de pesos não apresentaram diferença perceptível em relação ao lucro.

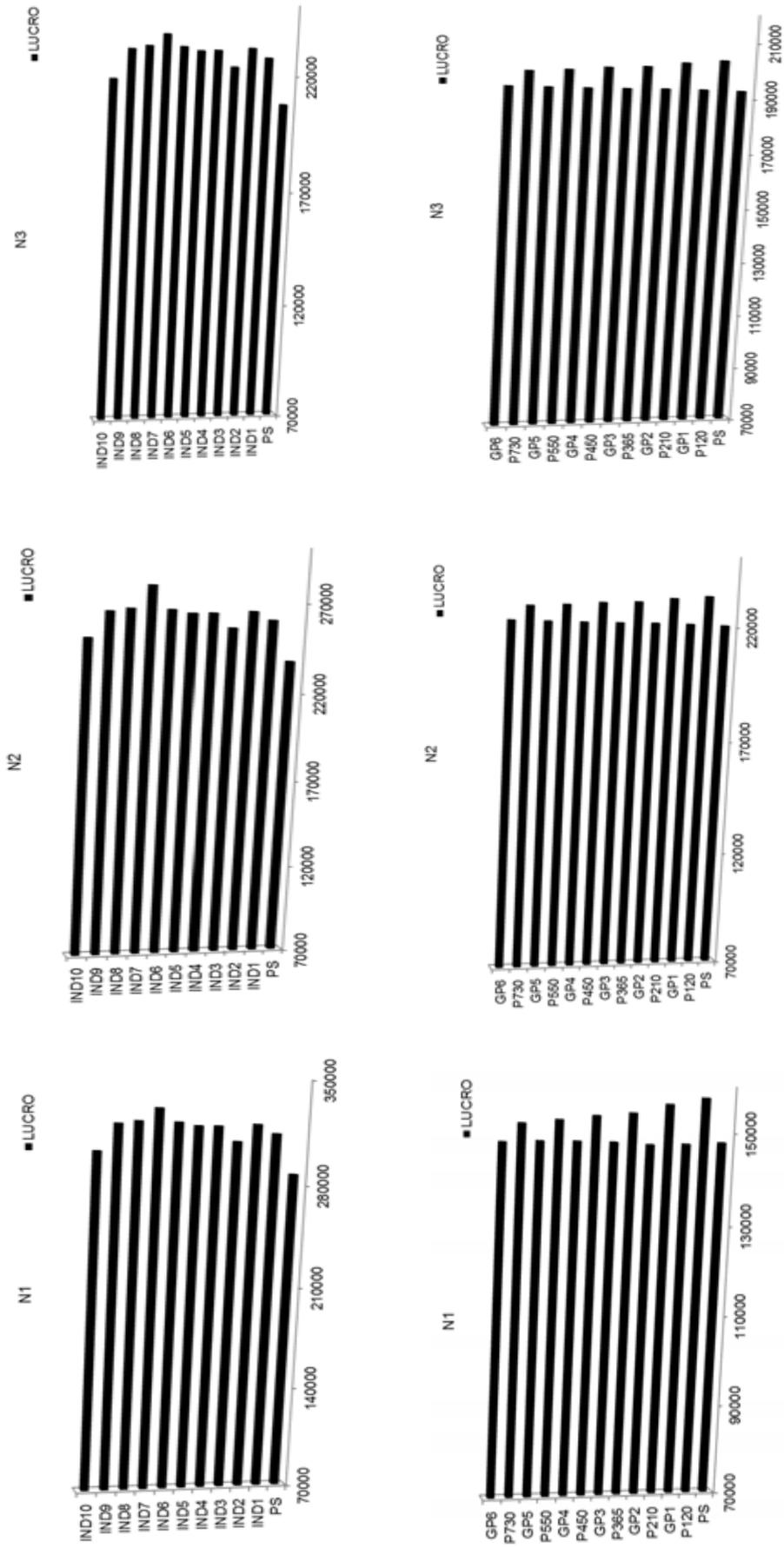


Figura 3 – LUCRO R\$ = ((Receita - produção de bezerras e bezerras menos o custo com alimentação)) para um ciclo de cria considerando três níveis de intervalo entre partos 365 (N1), 450 (N2) e 550 (N3) dias selecionando para diferentes critérios em todo o rebanho.

Ao avaliar os pesos como critério de seleção (Figura 3), a diferença entre os pesos, em relação à receita e custo, se torna mais evidente, sendo o P120 com o maior lucro (bezerros mais pesados com menor exigência de energia em um ciclo de cria para todos os níveis produtivos). Como este ciclo envolve a fase até a desmama, a seleção pelo peso P120 é capaz de captar melhor a variação, uma vez que é mensurado durante essa fase.

O processo se torna ainda mais interessante quando consideramos que no ciclo de cria, a exigência de energia se alia mais a vaca, mãe do bezerro, que ao próprio bezerro e, sabendo que são estas as responsáveis pelo maior custo com alimentação no setor produtivo, então a seleção para o P120 pode trazer grandes vantagens em relação ao custo-benefício.

Estes resultados são corroborados pela seleção utilizando os índices de seleção, onde se observa que, o IND7 foi o melhor para os três níveis produtivos. O IND7 possui baixa ponderação até os 450 dias, alta ponderação (positiva) no P730 e negativa no peso adulto dos animais. MACNEIL et al. (2000), não observaram diferenças na exigência de energia em um ciclo de cria, quando a seleção era realizada para um menor peso ao nascimento e maior peso ao sobreano. Segundo os próprios autores, isso se deve ao fato de nenhum critério para um menor peso adulto ser utilizado.

Avaliando o desempenho do bezerro (Figura 4), podemos dizer que, mesmo que no ciclo de cria existam vacas apenas em manutenção, dependendo do intervalo de partos considerado, o ciclo de recria demonstra melhor o desempenho do bezerro, uma vez que neste ciclo o animal já se encontra desmamado, desta forma o crescimento e eficiência energética do animal, pode ser avaliada de uma forma mais direta.

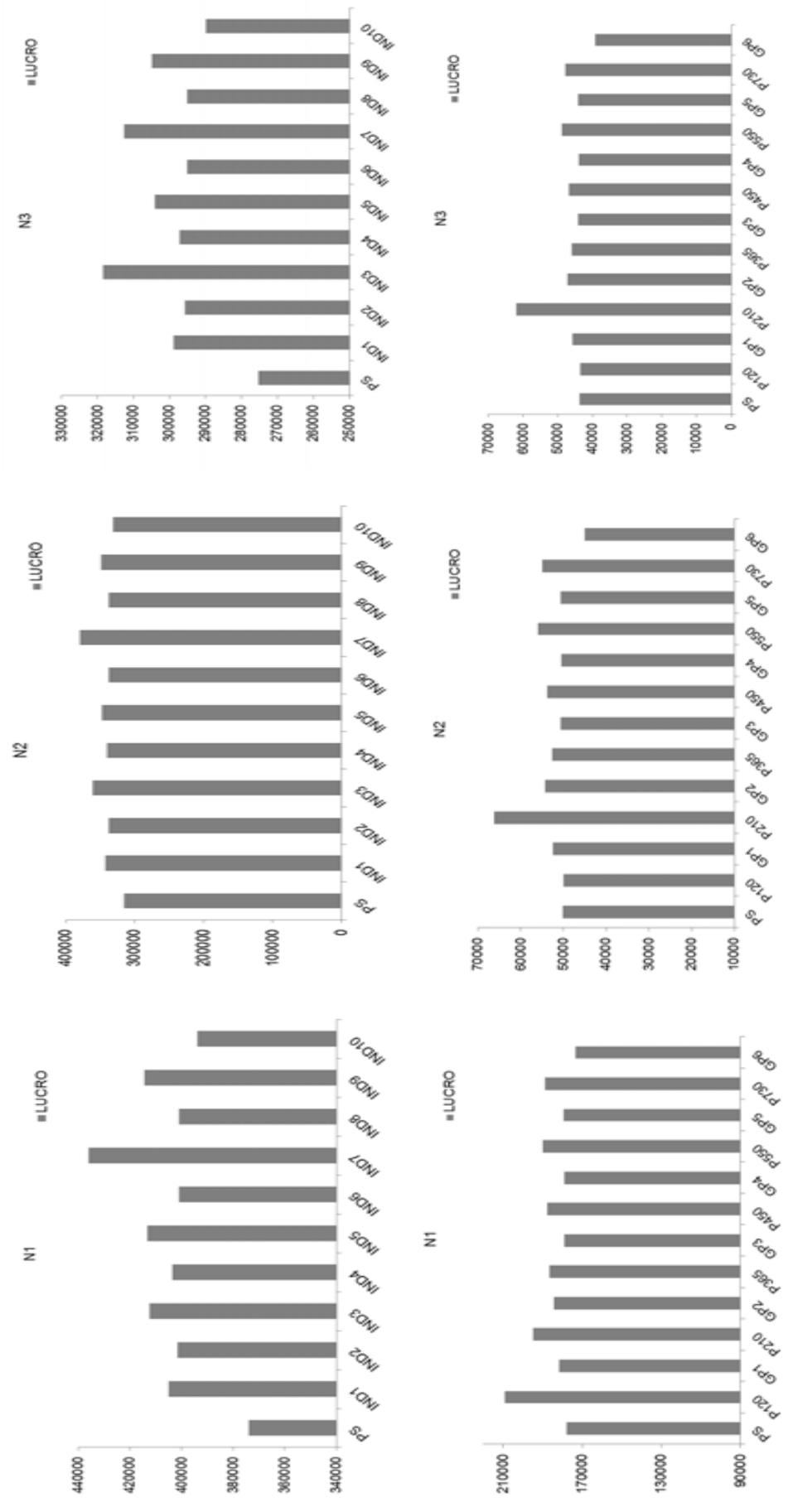


Figura 4 – LUCRO R\$ ((Receita - (produção de bezerras) menos o custo com alimentação)) para um ciclo de recría considerando três ciclos de intervalo entre partos 365 (N1), 450 (N2) e 550 (N3) dias selecionando para diferentes critérios em todo o rebanho.

Deve-se mencionar que neste estudo o ciclo de recria contabilizou o custo tido na compra dos bezerros, uma vez que foi considerado que todos os criadores compravam os animais para recria. Assim, o P120 foi a melhor opção de seleção no N1, enquanto que o P210 foi para o N2 e N3.

Como os bezerros são desmamados usualmente durante a estação seca, e considerando que estes animais estão sendo alimentados exclusivamente a pasto, provavelmente estes animais estão passando por um estresse alimentar após a desmama. Desta forma, avaliar os bezerros nesta fase, pode demonstrar a eficiência energética ou ganho compensatório destes animais. Assim, ao selecionar pelo critério P210, a eficiência dos animais nessa fase (depois da desmama) será avaliada diretamente o que explicaria melhor o que está acontecendo nesse período. Portanto, a seleção para o P210 se torna mais interessante quando comparado com a seleção para P120. Segundo ALMEIDA et al. (2001), avaliar a exigência dos animais no período de estresse alimentar principalmente na fase logo após a desmama, traduz a eficiência do animal de maneira mais evidente e da medida sendo utilizada para avaliar a exigência.

O IND7 e IND3 foram a melhor opção (maior lucro) no N1 e N2, sendo o IND3 ligeiramente melhor no N3, no ciclo de recria.

No ciclo de produção completo, a seleção para o P365 foi a melhor opção (Figura 5) nos três ciclos produtivos (N1, N2 e N3). A superioridade da seleção pelo P365 para produção de animais ao abate, pode ser explicada pela utilização da energia pelo animal de acordo com seu grau de desenvolvimento.

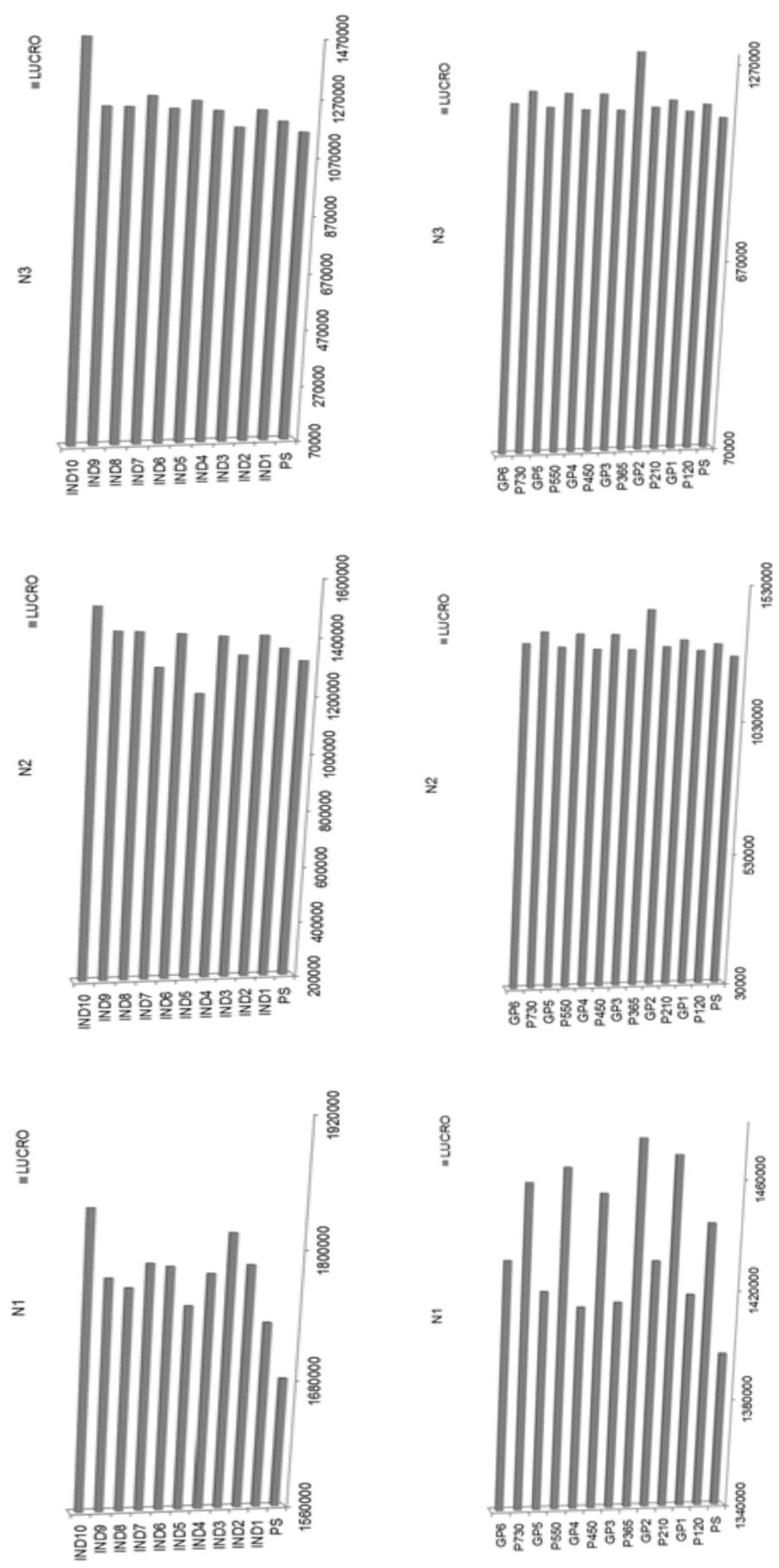


Figura 5 – LUCRO R\$ = ((Receita (produção de bezerras) menos o custo com alimentação)) para um ciclo completo considerando três ciclos de intervalo entre partos 365 (N1), 450 (N2) e 550 (N3) dias selecionando para diferentes critérios em todo o rebanho.

Na seleção pelo P365, os animais ainda não apresentam acabamento de carcaça, ou seja, acúmulo de gordura nas regiões corporais do animal, dado que se encontram na fase de desenvolvimento muscular. Assim, a exigência de energia total se torna menor quando comparado se caso a seleção fosse realizada pelo P550, por exemplo, o qual demonstrou menor lucro aliado ao maior custo com alimentação, decorrente da maior exigência de energia, uma vez que é nessa fase que o animal começa a depositar gordura corporal, aumentando significativamente a energia líquida total requerida.

Aliado a esse fato, a seleção pelo peso aos 365 dias de idade também pode trazer a vantagem de avaliar os animais mais precocemente e, no caso de um sistema de produção completo, o qual o objetivo é animais para abate, ainda se beneficiar da correlação genética existente entre o P365 e características de conformação, precocidade e musculatura que variam de 0,65 a 0,81 (CARDOSO et al., 2001; KOURY FILHO, 2001; JORGE JUNIOR, 2002; COSTA et al., 2008).

Tomando os índices de seleção como critérios de seleção, o IND10 foi o que se desempenhou melhor em relação ao maior lucro (menor custo/menor receita), sendo mais evidente no N3, o que pode ser explicado pelo fato que no N3 os animais podem ser considerados menos precoces que no N1, por exemplo, e, portanto ficam mais tempo no rebanho não gerando retorno econômico rápido. Dessa forma, a exigência de energia gasta é menor quando comparado com o N1 e N2 que apesar dos animais serem abatidos mais rapidamente, o número de animais produzindo no rebanho, é maior.

CREWS (2006) comenta que a utilização de um índice de seleção com variação nos ponderadores nos valores genéticos diminui a relação e a resposta antagonística que as características, principalmente os pesos, têm entre si e isso fica mais evidente em ciclos onde os animais ficam mais tempo em manutenção que produzindo (no caso do N3 neste estudo), uma vez que a exigência de energia líquida total na sua maioria, esta sendo traduzida pela energia líquida de manutenção e muito pouco pela energia utilizada para crescimento.

Os resultados, em relação ao lucro (custo com alimentação, decorrente da exigência de energia, em relação a produção de carne), mostram de uma maneira ampla o melhor critério de seleção a ser utilizado. É clara a importância da avaliação do custo-benefício em diferentes níveis produtivos existentes dentro do rebanho. Assim, é preciso selecionar animais pensando-se nos custos com alimentação aliado a precocidade sexual, de crescimento e de terminação, juntamente, com qualidade de carcaça e índices reprodutivos. Um índice de seleção pode fornecer tais objetivos mesmo que não avaliando esses parâmetros diretamente, uma vez que a correlação genética e ambiental existente entre elas pode ser utilizada se beneficiando ainda da avaliação indireta do consumo de energia.

Conclusões

A seleção para o P210 e um índice com ponderação alta e negativa para o peso adulto e, moderada para o P730 (IND7 e IND10), são as melhores opções quando o objetivo a ser alcançado é o menor custo com alimentação aliado a alta produtividade em todos os animais em todos os ciclos produtivos existentes.

Referências Bibliográficas

- AKAIKE, H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INFORMATION THEORY, 2., 1973, Budapest. **Proceedings...** Budapest: Academiai Kiado, p.267-281, 1973.
- ALMEIDA, M.I.V., FONTES, C.A.A., ALMEIDA, F.Q., VALADARES FILHO, S.C., CAMPOS, O.F. Conteúdo Corporal e Exigências Líquidas de energia e proteína de novilhos mestiços Holandês-Gir em ganho compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.205-214, 2001.
- ARTHUR, J.P.F., HERD, R.M. Residual Feed intake in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.269-279, 2008.
- ARTHUR, P.F., ARCHER, J.A., HERD, R.M., RICHARDSON, E.C., EXTON, J.C., WRIGHT, J.H., DIBLEY, K.C.P., BURTON, D.A. Genetic and phenotypic

- variation in feed intake, feed efficiency and growth in beef cattle. **Proceedings of the 12th Conference of the Association for the advancement of Animal Breeding and Genetics**, v.12, p.234-237, 1997.
- BALDI, F., ALBUQUERQUE, L., ALENCAR, M. Random regression models on Legendre polynomials to estimate genetic parameters for weights from birth to adult age in Canchim cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.127, p.289-299. 2010.
- BERETTA, V., LOBATO, J.F.P., NETTO, C.G. Produtividade e eficiência biológica de sistemas de recria e engorda de gado de corte no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.696-706, 2002.
- BERTALANFFY, L.V. Quantitative laws in metabolism and growth. **The Quarterly Review of Biology**, v.32, p.217-231, 1957.
- BOLIGON, A.A., BALDI, F., MERCADANTE, M.E.Z., LÔBO, R.B., PEREIRA, R.J., ALBUQUERQUE, L.G. Breeding value accuracy estimates for growth traits using random regression and multi-trait models in Nelore cattle, **Genetics and Molecular Research**, v.10, p.1227-1236, 2011.
- CARDOSO, F. F., CARDELLINO, R. A., CAMPOS, L. T. Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para caracteres produtivos à desmama de bezerros Angus criados no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.41-48, 2001.
- CHIZZOTTI, M.L., TEDESCHI, L.O., VALADARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.86, p.1588-1597, 2008.
- COSTA, G.Z., QUEIROZ, S.A., OLIVEIRA, J.A., FRIES, L.A. Gain from birth to weaning of cattle used to form the Brangus Breed. **Arquivo de Veterinaria**, v.24, p.172-176, 2008.
- CREWS, JR. D.H. **The Genetics of Feed Efficiency in Beef Cattle**. 2006. Disponível em: <http://www.bifconference.com/bif2006/pdfs/Crews.pdf>. Acesso em 09/04/2012.
- CREWS, JR. D.H., PENDLEY, C.T., CARSTENS, G.C., MENDES, E.D.M. Genetic characterization of feed intake and utilization in performance tested beef bulls. Breeding and Genetics: Feed intake utilization. **Journal of Animal Science**, v. 88, E-Suppl, 2010.
- ELZO, M.A., JOHNSON, D.D., LAMB, G.C., MADDOCK, T.D., MYER, R.O., RILEY, D.G., HANSEN, G.R., WASDIN, J.G., DRIVER, J.D. 2011. **Additive Genetic Parameters for postweaning growth, feed intake, and ultrasound traits in Angus-Brahman Multibreed cattle**. Disponível em: http://www.animal.ufl.edu/extension/beef/beef_cattle_report/2011/documents/aelzoaddgenepara.pdf. Acesso em 04/04/2012.

- FREITAS, J.A. **Composição corporal e exigências de energia e proteína em bovinos (zebuínos e mestiços) e bubalinos não-castrados, em confinamento**. 1995. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- FREITAS, J.A., QUEIROZ, A.C., DUTRA, A.R., VIEIRA, R.A., LANA, R.P., LEONEL, F.P., HENRIQUE, D.S., LIMA, A.V., SOUZA, J.C. Eficiência de utilização da energia metabolizável em bovinos Nelores puros e cruzados submetidos a quatro níveis de concentrado na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.894-901, 2006.
- HERRING, W. O., J. K. BERTRAND. Multiple trait prediction of feed conversion in feedlot cattle. 2002. **Proceedings. 34th Beef Improvement Federation Annual Research Symposium and Meeting**, Omaha, NE, USA, v.34, p.89-97, 2002.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA (Banco de Dados Agregados). Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=4&z=t&o=24&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1>. Acesso em 31/03/2012.
- JORGE JUNIOR, J. **Efeitos genéticos e de ambiente sobre os escores visuais de conformação, precocidade e musculatura no período pré- desmama em bovinos da raça Nelore**. 2002. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- KOURY FILHO, W **Análise genética de escores de avaliações visuais e suas respectivas relações com o desempenho ponderal na raça Nelore**. 2001, 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2001.
- MACNEIL, M.D., MOTT, T.B. Using genetic evaluations for growth and maternal gain from birth to weaning to predict energy requirements of Line Hereford beef cows. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2299-2304, 2000.
- MAGALHÃES, K.A. **Tabelas Brasileiras de Composição de alimentos de terminação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos**. 2007. 263p. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- MEYER, K. Estimates of genetic covariance functions for growth of Angus cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.122, p.73-85, 2005.
- MEYER, K. WOMBAT – A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by REML, J. Zhejiang Uni. **SCIENCE B** 8: 815–821. [doi:10.1631/jzus.2007.B0815], 2007.

- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Brasil Projeções do Agronegócio 2010/2011 a 2020/2021. 2011. Disponível em:
http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao. Acesso 04/04/2012.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Nutrients of Requirements for beef Cattle**, 7th edição: Update 2000. National Academic Press, Washington, D.C. 249p. 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Nutrients of Requirements for dairy Cattle**, 7th edição. National Academic Press, Washington, D.C. 381p. 2001.
- OLIVEIRA, H.N. **Análise genético-quantitativa da curva de crescimento de fêmeas da raça Guzerá**. 1995. 73p. Tese (Doutorado em Genética) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1995.
- PAULINO, M.P., FONTES, C.C.A., JORGE, A.M, PEREIRA, J.C., JÚNIOR, P.G. Exigências de energia para manutenção de bovinos zebuínos não-castrados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.621-626, 1999.
- PIRES, C.C., FONTES, C.A.A., GALVÃO, J.G., QUEIROZ, A.C., SILVA, J.F.C., PAULINO, M.F. Exigências nutricionais de bovinos de corte em acabamento. II. Exigências de energia para manutenção e ganho de peso. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 22, p.121-132, 1993.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria**. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.Rproject.org>, 2009.
- ROLFE, K., FERREL, C.L., NILLSEN, M.K., JENKINS, T.G. Genetic and Phenotypic parameter for feed intake and other traits in growing beef cattle. Nebraska beef report. P.33-35, Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/583>, 2010.
- RUTHERFORD JR., WILLIAM C. **Evaluation of residual feed intake in centrally-tested bulls and related sires**, 2010. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Universidade de Auburn, Auburn Alabama, 2010.
- SAKAGUTI, E.S., SILVA, M.A., QUAAS, R.L., MARTINS, E.N., LOPES, P.S., SILVA, L.O.C. Avaliação do crescimento de bovinos jovens da raça Tabapuã, por meio de análises de funções de covariância. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.864-874, 2003.
- SALVADOR, M. **Exigências de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados**. 1980. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

- SARMENTO, J.L.R., FILHO, E.C.P., RIBEIRO, M.N., FILHO, R.M. Efeitos Ambientais e Genéticos sobre o ganho em peso diário de bovinos Nelore no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.325-330, 2003.
- SCHENKEL, F.S., MILLER, S.P., WILTON, J.W. Genetic parameters and breed differences for feed efficiency, growth, and body composition traits of young beef bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, v.84, p.177-185, 2004.
- SCHWARZ, G. Estimating the dimension of the model. **The Annual of Statistics**, v.6, p.127-132, 1998.
- SILVA, N.A.M, AQUINO, L.H. SILVA, F.F, OLIVEIRA, A.I.G. Growth curves and non-genetic factors affecting growth rate of Nelore cattle. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.647-654, 2004.
- SOBRINHO, T.L., BRANCO, R.H., BONILHA, S.F.M., CASTILHOS, A.M., FIGUEIREDO, L.A., RAZOOK, A.G., MERCADANTE, M.E.Z. Residual feed intake and relationships with performance of Nelore cattle selected for post weaning weight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.929-937, 2011.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS - SAS. User's guide: Version 6.11 ed. Cary: 2008.
- Valadares Filho, S.C., Paulino, P.V.R., Magalhães, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 1ed. Viçosa, MG – Suprema, 141p. 2006.
- VEERKAMP, R.F. Selection for economic efficiency of dairy cattle using information on live weight and feed intake: a review. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1109-1119. 1998.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; ST. PIERRE, N.R. A theoretically based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, p.95-110, 1992.

CAPÍTULO 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para se conseguir eficiência (lucratividade aliada a um baixo custo) na produção de carne bovina, é necessário que o efeito da seleção para aumento de peso, realizada ao longo dos anos, seja avaliado. Para isso, medidas que avaliem a exigência de animais mais pesados devem ser estimadas de maneira a obter resultados que possam ser extrapolados a nível populacional e abrangendo diferentes sistemas de produção comumente adotados na pecuária.

Usualmente as exigências nutricionais são estimadas em experimentos com animais em baias individuais por um curto período de tempo e, através de análises laboratoriais consegue-se chegar às verdadeiras ou próximas estimativas de exigências. Entretanto, tais resultados são difíceis de interpretar quando consideramos as condições prevaletentes de criação existentes no Brasil, na maioria realizada exclusivamente a pasto. Adicionalmente, o custo para se obter tais medidas individuais de exigência em tais experimentos é alto, limitando as avaliações.

É necessário, portanto que se encontrem medidas alternativas de avaliar a exigência de energia de todos os animais durante toda a fase de crescimento e, que tal avaliação possa ser implementada nos programas de melhoramento genético, conjuntamente com todas as mensurações de pesos existentes nos bancos de dados.

Utilizando de equações de predição de exigência de energia líquida em todas as fases de crescimento e categoria animal, foi estimada o efeito da seleção para aumento de pesos. De acordo com o critério de seleção utilizado (pesos, ganhos de pesos e índices) diferentes valores de exigências de energia foram obtidos.

As exigências líquidas de energia calculadas de uma maneira indireta, utilizando apenas pesos e ganhos de pesos, modificando as equações de predição, se mostraram adequadas no processo de explicar as exigências dos

animais, demonstrando assim que a metodologia foi eficiente para toda a população analisada.

Os resultados, de maneira geral, sugeriram que se pode encontrar um equilíbrio entre a característica a ser selecionada (maior produção de quilogramas de carcaça) e a menor exigência de energia dos animais (custo com alimentação). A variação encontrada entre esses dois parâmetros, foi, sobretudo maior quando diferentes sistemas de produções eram comparados e, quando o número de animais presentes no rebanho era modificado, demonstrando que tais valores devem ser considerados quando o produtor deseje verificar qual estratégia se aplica de maneira mais eficiente no seu rebanho.

Em avaliações utilizando os índices de seleção, a diferença entre exigência de energia e produção de quilogramas de carcaça entre os critérios de seleção, foi mais evidente quando a ponderação aplicada ao peso adulto, era alta e negativa. Com esses resultados, é possível afirmar que um índice ponderando maiores taxas de crescimento com menor peso adulto pode ser a estratégia mais eficiente no controle de expensas de energia nos sistemas de produção mantendo os níveis de produtividade.

A categoria animal, considerada a que mais tem custos de manutenção (fêmeas na fase reprodutiva), mostrou que a variação das exigências de energia variou não somente por causa do aumento de peso, mas também pelo número de dias em que as fêmeas permanecem em cada situação (lactante, lactante e prenhe, prenhe e vazia e vazias e secas), assim como a idade e estágio de lactação em que se encontram. Estes resultados sugeriram que esses fatores também devem ser levados em consideração na tomada de decisão do criador.