

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=139>>.

Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal

Marco Antônio de Oliveira Viu¹; Cláudio de Ulhôa Magnabosco²;
Luciano Cavalcante Muniz³; Dyomar Toledo Lopes³; Vanessa Barbosa⁴

¹ Professor da Escola de Veterinária – UFG/Jataí

² Pesquisador EMBRAPA Cerrados – Bolsista CNPq

³ Doutorandos em Ciência Animal – EV/UFG

⁴ Assistente de Pesquisa Embrapa Cerrados/Embrapa Arroz e Feijão e Pesquisadora/Consultora - ANCP

RESUMO:

O objetivo deste estudo foi revisar algumas ferramentas dinâmicas de modelagem e/ou simulação que possam prever o comportamento e a associação biológica entre algumas características produtivas para auxiliar na tomada de decisão em um programa de melhoramento genético. A modelagem é oriunda de uma área do conhecimento chamada análise de sistemas e pode ser definida como uma organização de atributos de interesse particular, que visa conceituar,

integrar e generalizar o conhecimento científico através da simplificação da realidade, que é bem mais complexa e resulta em uma ferramenta de auxílio para simulações de diversos cenários. Os cenários são concebidos a partir de uma eleição pragmática dos diversos atributos provenientes das diferentes áreas do conhecimento, de tal forma que se possa compreender como esses atributos eleitos venham a relacionar-se entre si, dentro de limites pré-definidos pelo modelador.

ABSTRACT

The goal of this study was to revise some dynamic tools of modeling and/or simulation that can foresee the behavior and the biological association between some productive characteristics to auxiliary in the decision assumption in a program of genetic improvement. The modeling is arising of one area the knowledge call systems analysis, and can be defined as an attributes organization of particular interest, that aims conceptualize, integrate and to generalize the scientific knowledge through the reality simplification, that is much more complex, and that results in a help tool for several scenarios simulations. The scenarios are conceived starting from a pragmatic election of the several attributes originating of the knowledge different areas, of such a form that can comprehend as these attributes elects come to relate itself to each other, inside limits pre-defined by the modeling.

I- INTRODUÇÃO

O aumento da produção e produtividade dos animais domésticos é desafio técnico e político dos dias atuais, face à

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

crescente demanda por proteínas de origem animal pela população humana. Níveis altos de produção só podem ser alcançados pelo melhoramento simultâneo da composição genética dos animais e das condições ambientais da criação (PEREIRA, 2004). Dessa forma, verifica-se a imediata necessidade da implantação de uma visão empresarial aos produtores rurais, uma vez que se encontram inseridos em um mercado que deverá buscar mecanismos de gestão mais eficientes para aumentar os ganhos econômicos com a produção (BRUMATTI, 2002).

Diante deste cenário, mercados competitivos necessitam de ferramentas, tais como a modelagem de sistemas, que apresente ao produtor um auxílio na tomada de decisão, uma vez que diferentes alternativas de manejo e tecnologias podem ser avaliadas para sistemas específicos. Segundo BARIONI et al. (2002), a complexidade da produção animal em pastagens emerge, basicamente, da existência de componentes biológicos multicompartimentalizados que apresentam interações dinâmicas e que ainda sofrem influências de variáveis climáticas e de mercado que congregam elevado grau de risco e incerteza. Dada à complexidade da produção animal em pastagens, não é surpresa que computadores estejam se tornando parte integrante de sua administração.

Os modelos de simulação facilitam a integração de conceitos científicos e resultados experimentais, em ferramentas capazes de melhorar o entendimento da dinâmica de uma propriedade sob diferentes cenários de manejo. Esses modelos também podem ser usados para avaliar a eficiência de produção de determinado sistema frente ao seu real potencial, bem como determinar e mensurar o impacto de diferentes estratégias de alocação de recursos sobre os resultados produtivos e econômicos.

II- POR QUE SIMULAR?

De acordo com FREITAS FILHO (2001), a simulação de modelos permite ao analista realizar estudos sobre os correspondentes sistemas para responder questões do tipo "O que aconteceria se?" O principal apelo ao uso desta ferramenta é que tais questões podem ser respondidas sem que os sistemas sob investigação sofram qualquer perturbação, uma vez que estudos são realizados em computador. PERIN FILHO (1995) relatou que a simulação computacional permite que estudos sejam realizados sobre sistemas que ainda não existem, levando ao desenvolvimento de projetos eficientes antes que qualquer mudança física tenha sido iniciada.

Segundo este mesmo autor, a técnica da simulação e seus conceitos básicos são, em geral, facilmente compreensíveis e justificáveis. Sua aceitação deve-se a fatores como:

- a) um estudo simulado permite aos analistas considerar níveis de detalhes jamais imaginados há pouco tempo atrás, permitindo que diferenças de comportamento, às vezes sutis, venham a ser notadas. As abordagens tradicionais, ao contrário, empregam estudos preliminares estáticos e com tantas simplificações que muitos projetos, depois de implantados, acabam sofrendo inúmeras modificações e adaptações;
- b) a possibilidade do emprego de animações, permitindo que se visualize o comportamento dos sistemas durante as simulações;
- c) um estudo simulado pode economizar tempo e recursos financeiros no desenvolvimento de projetos, trazendo ganhos de produtividade e qualidade. Em especial em

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

projetos de melhoramento genético de bovinos de corte, nos quais critérios de seleção devem ser minuciosamente escolhidos pois, devido ao alto intervalo de geração, problemas decorridos da má escolha só serão visualizados anos à frente; e

- d) a percepção de que o comportamento do modelo simulado é muito semelhante ao do sistema real.

III- VANTAGENS DO USO DA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS

BANKS (1984) e PEGDEN (1995); citados por FREITAS FILHO (2001) relataram as vantagens da simulação de sistemas, dentre as quais destacam-se:

- a) uma vez criado, um modelo pode ser utilizado inúmeras vezes para avaliar projetos e políticas propostas;
- b) a metodologia de análise utilizada pela simulação permite a avaliação do sistema proposto, mesmo que os dados de entrada estejam, ainda, na forma de "esquemas" ou rascunhos;
- c) a simulação é, geralmente, mais fácil de aplicar que os métodos analíticos;
- d) enquanto que modelos analíticos requerem número muito grande de simplificações para torná-los matematicamente tratáveis, os modelos de simulação não apresentam tais restrições. Além disso, nos modelos analíticos, as análises recaem apenas sobre um número limitado de medidas de

desempenho. De maneira contrária, as informações geradas pelos modelos de simulação permitem a análise de, praticamente, qualquer medida concebível;

- e) uma vez que os modelos de simulação podem ser quase tão detalhados quanto os sistemas reais, novas políticas e procedimentos operacionais, regras de decisão, fluxos de informação, etc., podem ser avaliados sem que o sistema real seja perturbado;
- f) hipóteses sobre como ou porque certos fenômenos acontecem podem ser testadas para confirmação;
- g) o tempo pode ser controlado, comprimido ou expandido, permitindo reproduzir os fenômenos de maneira lenta ou acelerada, para que se possa melhor estudá-los;
- h) pode-se compreender melhor quais variáveis são as mais importantes em relação ao desempenho e como as mesmas interagem entre si e com os outros elementos do sistema;
- i) a identificação de "gargalos", preocupação maior no gerenciamento operacional de inúmeros sistemas, tais como fluxo de materiais e de informação de produtos, pode ser obtida de forma facilitada, principalmente com a ajuda visual;
- j) um estudo de simulação costuma mostrar como realmente o sistema opera em oposição à maneira com que todos pensam que ele opera; e

- k) novas situações sobre as quais se tenha pouco conhecimento e experiência podem ser tratadas, de tal forma que se possa ter, teoricamente, alguma preparação diante de futuros eventos.

IV- PONDERADORES ECONÔMICOS

Para que se possa discorrer sobre o uso de modelagem em programas de melhoramento genético animal, se julgou necessário fazer uma breve discussão sobre alguns tópicos, subsidiando o leitor com informações adicionais, para que desta forma possa alcançar melhor entendimento do tema.

Como geralmente são várias as características que contribuem para com o valor econômico dos animais, ponderadores são usados para combinar a estimação dos valores genéticos com a estimação dos valores econômicos das características inclusas nos programas de seleção (JOHAN et al., 1991 e BITTENCOURT et al., 1998).

Um ponto extremamente importante é o fato de que um dos principais obstáculos para aplicação dos critérios de seleção tem sido a correta determinação dos valores econômicos das diferentes características, uma vez que não está totalmente claro como estimar os valores econômicos das características que afetam a quantidade de produto e das características que afetam os custos de produção. Os sistemas de análise de produção provêm de um mecanismo de decisão, em relações econômicas, para um complexo sistema de produção, o que requer que os objetivos sejam claramente especificados, algo que dificilmente é considerado (WELLER, 1994).

Para aplicação dos índices de seleção são necessários que sejam conhecidos os parâmetros genéticos das características e seus respectivos valores econômicos (WELLER, 1994).

JOHAN et al. (1991) afirmam que as determinações de ponderadores econômicos também são essenciais na predição da rentabilidade dos programas de seleção.

GIBSON & ARENDONK (1998) descreveram uma situação que deverá sempre ser verificada em todo o estudo envolvendo o valor econômico das características genéticas. Trata-se da relação entre o lucro e a mudança genética. O que não ocorre quando o lucro está relacionado a efeitos não genéticos, como nutrição e manejo, sendo muito poucos os dados diretos da relação entre a mudança genética no desempenho com os custos e retornos. Portanto os valores econômicos das características também envolvem, em grande parte, investigações de efeitos de ambiente.

Com isso toda a avaliação econômica tem que se enquadrar em um sistema de produção específico e apropriado, nunca sendo feita de forma genérica. Dizer que o sistema de produção é apropriado, é considerar o período de tempo que se sucede desde a decisão de implantar as práticas de seleção até que os primeiros descendentes frutos do trabalho de melhoramento genético estejam inseridos no sistema de produção, o que em bovinos, em especial, é relativamente longo (WELLER, 1994).

ELER (1999) apontou outros problemas na determinação do valor econômico: i) a estimação do valor genético não tem 100% de acurácia, mesmo para cada característica individualmente; ii) dificuldade na determinação do valor econômico de características indicadoras, como por exemplo, perímetro escrotal; iii) e a dificuldade de estimar de forma acurada as correlações genéticas.

Do ponto de vista do melhoramento genético, o que pode ser feito é otimizar as características selecionadas para um retorno econômico máximo (PANETTO, 1998).

O primeiro passo para a estimativa de ponderadores econômicos é a definição de cada parâmetro genético e as receitas e

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

custos do sistema de produção em um período fixo de tempo (BITTENCOURT et al., 1998).

Segundo PHOCAS et al. (1995), os valores econômicos das características produtivas em gado de corte diferem de acordo com o sistema de produção, devendo considerar a existência de dois tipos principais de sistemas, classificados de acordo com a idade em que é vendida a progênie e a idade de abate.

WELLER (1994) aponta que a estimação de lucro pode ser bastante complexa sob certas circunstâncias e dependerá das características sob seleção e das forças de mercado. GIBSON et al. (1998) destaca, para as forças de mercado, a dificuldade em prever o comportamento de preços futuros, quando da inserção dos animais melhorados no sistema de produção, o que é apontado como um dos principais complicadores da estimação dos valores econômicos para os processos seletivos.

Entretanto, segundo PHOCAS et al. (1998) ao se comparar estudos que envolveram características de reprodução, crescimento (produção) e carcaça, se verificou a seguinte proporção entre estas características, apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 Comparação entre as proporções econômicas encontradas para as características de reprodução, crescimento e carcaça.

Autores	Características		
	Reprodutivas	Crescimento	Carcaça
BARWICK et al. (1994)	3	2	1
NITTER et al. (1994)	6	2	1
MACNEIL et al. (1994)	4	1	1
NEWMAN et al. (1992)	2	1	-

Fonte: Adaptado de PHOCAS et al. (1998).

PHOCAS et. al. (1998), alertaram para o fato de que essas diferenças ocorrem por se trabalhar com distintas metodologias, circunstâncias de criação e produção, além de diferentes características avaliadas. Com isso torna-se difícil à comparação entre os diversos estudos realizados, uma vez que além dos fatos citados acima, os sistemas de produção variam conforme a região estudada.

Em estudo realizado por FORMIGONI (2002), as características de fertilidade avaliadas foram de 1,19 a 1,71 vezes mais importantes economicamente que a característica de peso a desmama, sendo que os valores genético-econômicos encontrados foram de 10,82 para habilidade de permanência de vacas, 7,73 para probabilidade de prenhez em novilhas aos 14 meses e 10,82 para peso a desmama. Fato que vem de encontro com dados apresentados por PHOCAS et al. (1998), que chegaram a uma relação de 1,5 vezes mais importante as características de fertilidade em relação às características de produção. Já BITTENCOURT (2001) chegou a um valor para características de fertilidade de 3,86 vezes mais importante economicamente que peso a desmama.

KOOTS e GIBSON (1998 a, b) demonstraram os efeitos que mudanças mercadológicas podem acarretar sobre os valores econômicos. Neste trabalho, os autores verificaram que ao incrementar em 50% a receita com animais para abate, ocorreu uma elevação no valor genético-econômico da característica tamanho corporal adulto, passando da situação padrão igual a 0,21 para 0,94, enquanto que as relacionadas à fertilidade e mortalidade diminuíram de 0,22 para 0,18 e de 0,84 para 0,50, respectivamente. Quando o preço da alimentação foi elevado em 50%, houve uma inversão da situação descrita acima, onde as características relacionadas à fertilidade e mortalidade sofreram um aumento substancial, de 0,22 para 0,25 e de 0,84 para 1,17, respectivamente, enquanto que a característica de tamanho corporal adulto passou de 0,21 para -1,12.

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

Vale ressaltar que todas as características se referem a dólares por desvio padrão genético.

V- EQUAÇÃO DE LUCRO

Uma das formas de se obter os valores econômicos relativos é através da derivação das equações de lucro. Em geral, essas equações descrevem a mudança no retorno econômico como a função de uma série de parâmetros físicos, biológicos e econômicos, sendo o uso principal das equações de lucro, na produção animal, o de definir o peso econômico das características que contribuem para o melhoramento genético dos rebanhos. O lucro é definido como a função dos valores genéticos aditivos que compõem o agregado genotípico das características a serem melhoradas (GIBSON et al., 1998).

Pode-se dizer que em termos gerais, as equações de lucro são desenvolvidas para expressar o lucro (L) do sistema de produção, a partir do simples conceito matemático onde $L = [\text{receita (R)} - \text{custo (C)}]$ (WELLER, 1994).

O ponderador econômico para uma característica refere-se à alteração no retorno líquido por unidade de mudança na característica (JOSHI et al., 1991 e BITTENCOURT et al., 1998), sendo os ponderadores econômicos obtidos a partir derivação parcial das equações de lucro para as características de interesse, enfatizando que as derivações são realizadas em função da média de desempenho das características, pois se estima o efeito, no lucro, a partir da mudança da média do desempenho da característica (BRASCAMP et al., 1985).

De acordo com GIBSON & ARENDONK (1998), para que as equações de lucro sejam úteis na produção animal alguns critérios devem ser seguidos:

- Mudança no lucro deve ser em função das mudanças genéticas e não de outras mudanças fenotípicas;
- Condições de manejo assumidas devem ser consideradas e aplicadas em tempo integral ao programa de avaliação;
- Parâmetros econômicos devem refletir o mercado e o sistema de produção utilizado.

STEWART (1998) afirmou que a adoção de índices de seleção baseados nos valores econômicos relativos das características tem sido dificultada, uma vez que a equação de lucro pode ser desenvolvida para expressar o lucro para diferentes bases e unidades de avaliação, ou seja, o lucro pode ser de interesse do pecuarista, da indústria processadora e dos próprios consumidores e ainda, o lucro pode ser mensurado por unidade de produto, produção (animal), peso ou por toda economia nacional, podendo os resultados obtidos serem radicalmente diferentes, de acordo com a base de avaliação. No entanto, BRASCAMP et al. (1985) afirmaram que o melhoramento genético dos bovinos tem servido a simultâneos interesses, desde que todas as camadas envolvidas com a cadeia produtiva estejam inseridas no mesmo sistema de produção.

Desta forma, métodos para se igualar os valores econômicos para diferentes perspectivas de lucro foram descritos por BRASCAMP et al. (1985), para o caso do lucro zero e SMITH et al. (1986) que desconsidera o lucro proporcionado por ajustes no sistema produtivo, a fim de se corrigir possíveis ineficiências da produção e também desconsidera o lucro devido ao aumento da escala de produção, pois considera ambos como de efeitos não genéticos. O primeiro caso, de lucro zero, desenvolvido por BRASCAMP et al. (1985) se baseia na teoria do "lucro normal", ou seja, o lucro que o investidor necessita

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

para um razoável retorno do seu investimento, em tempo e dinheiro, podendo o mesmo ser computado como um custo operacional na equação de lucro, igualando-a a zero. Com isso, o valor econômico da característica será o mesmo para todas as bases e unidades de avaliação (BRASCAMP et al., 1985; WELLER, 1994 e GIBSON & ARENDONK, 1998). A aplicação do lucro zero deve ser interpretada com critérios, uma vez que pode se tornar um desestímulo as práticas de seleção (GIBSON & ARENDONK, 1998).

A característica das equações de lucro é que elas podem ser lineares e não lineares. O conceito das equações de lucro não lineares pressupõe que os valores econômicos das características variam de acordo com o nível de desempenho das características avaliadas (BRASCAMP et al., 1985). Segundo WELLER (1994), as equações lineares de lucro, mesmo quando as estimações dos parâmetros genéticos tenham sido bem derivadas, devem ser aplicados apenas se os valores econômicos para diferentes características sejam em função linear com os valores genéticos das características, o que raramente ocorre. BRIGHT (1991) afirmou, apesar da polêmica a respeito do uso das equações de lucro lineares para estimar ponderadores econômicos, que o método pode ser acurado para muitas circunstâncias, ainda que se necessitem considerações adicionais a respeito do seu emprego.

VI- EQUAÇÃO DE EFICIÊNCIA

WELLER (1994) diz que, na prática, as equações de lucro lineares nem sempre expressam a veracidade dos valores econômicos das características e DICKERSON (1978) propôs um método alternativo baseado na eficiência econômica (E). STEWART (1998)

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

discutiu a questão referente ao uso do lucro absoluto ($L = \text{receita} - \text{custo}$) ou a razão do lucro ($E = \text{custo} / \text{receita}$).

Segundo WELLER (1994) o método da eficiência econômica apresenta vantagens e desvantagens. Como vantagens, os valores econômicos serão em função linear com os valores das características, com a possibilidade de se incluir fatores e relações que, por vezes, não são facilmente incluídas nas equações de lucro. As desvantagens são que o método é aplicado apenas para uma amostra da população, podendo a generalização ser incorrida de erros, além de não relatar a mudança dos valores econômicos inerentes à seleção. De acordo com MELTON et al. (1993), os criadores têm cada vez mais feito uso da eficiência econômica para avaliação de bovinos de corte, porém, em muitas circunstâncias, o método pode levar a falsos indicadores e induzir a conclusões erradas a respeito da verdadeira aplicação das raças avaliadas.

VII- MODELOS BIO-ECONÔMICOS

Segundo STEWART (1998) o maior evento da seleção genética desde as descobertas de Mendel, data de 1943 quando Hazel desenvolveu o índice de seleção para várias características, que está dividido em duas áreas: a primeira referente à estimação dos valores genéticos das características sob seleção e a segunda que determina o valor econômico relativo das características avaliadas, aos quais descrevem a relação entre as características e o lucro para o sistema de produção.

Em um programa de melhoramento genético, seria ideal a avaliação da importância econômica das características biológicas a serem incluídas como critério de seleção. A obtenção de seus valores econômicos (VEs) e o uso destes na construção de índices de seleção,

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

proporcionariam o balanço ótimo entre produção e lucro, seguindo assim, o que postulou HAZEL (1943) com sua teoria do “**índice de seleção**”.

Para se estimar os valores econômicos de características de produção, se faz uso das aproximações normativas, relacionadas com os modelos bioeconômicos (GIBSON & ARENDONK, 1998), das aproximações positivas, os quais envolvem dados de análise de campo (JOHAN et al., 1991) ou então o uso de sistemas de simulação computacional (FERREL & JENKIWS, 1998).

GIBSON & ARENDONK (1998) sugeriram que os critérios adotados nas equações de lucro, também fossem aplicados aos modelos bio-econômicos, ou seja, a mudança no lucro deve ser em função das mudanças genéticas e não de outras mudanças fenotípicas; condições de manejo assumidas devem ser consideradas e aplicadas em tempo integral ao programa de avaliação; parâmetros econômicos devem refletir o mercado e o sistema de produção utilizado.

A modelagem é a principal ferramenta utilizada para a derivação dos valores econômicos de características de interesse mediante a aplicação de equações de lucro (**profit functions**) e/ou de modelos bioeconômicos (**BEM**).

Esses modelos baseiam-se em análises conjuntas entre o aspecto econômico e produtivo, relacionando custos, receitas, dados biológicos e o manejo realizado na propriedade e têm sido utilizados por alguns pesquisadores (AMER et al., 1994; HIROOKA et al., 1998; TESS & KOLSTAD, 2000; FORMIGONI, 2002; PAULA, 2007) para obtenção de valores econômicos em sistemas de produção de bovinos de corte.

WERTH et al. (1991) utilizaram um modelo dinâmico e estocástico para característica de reprodução e um modelo determinístico para um rebanho de cria para avaliar a influência das

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

estratégias de gerenciamento e do desempenho reprodutivo sobre o lucro líquido do sistema de cria. De modo geral, os autores salientam a importância da simulação de diferentes situações de produção utilizando esses modelos, pois este processo ajuda os pesquisadores a identificar as áreas com maiores necessidades de pesquisa.

Um modelo determinístico foi desenvolvido por WANG & DICKERSON (1991) para simular os efeitos no ciclo de vida de ovinos em decorrência do melhoramento genético das características sob diferentes condições de manejo. Esse modelo envolveu conhecimentos anteriores para estimar a importância relativa das mudanças genéticas decorrentes dos diferentes tipos de manejo. Os valores destas mudanças podem ser usados com as estimativas de herdabilidade para desenvolver programas de melhoramento genético mais efetivos.

AMER et al. (1994), em estudo com gado de corte no Canadá, desenvolveram um BEM, para um sistema intensivo (confinamento), comparando 11 genótipos de gado de corte (sob condições específicas de manejo e de mercado) quanto ao ponto ideal de abate, às receitas e aos custos. Os autores relataram que o modelo pode ser usado para estabelecer um ponto ótimo ao abate nas diferentes raças e avaliar os objetivos de seleção para características de confinamento em programas de melhoramento genético.

PONZONI et al. (1998) descreveram o programa computacional BREDOBJECTIVE (Personalised Breeding Objectives for Beef Cattle) que, associado ao programa BREEDPLAN, fornecem auxílio à seleção pelo desenvolvimento de objetivos de seleção. Contudo esse programa foi desenvolvido na Austrália para os cenários econômicos que condicionam as relações de custo da pecuária de corte daquele país.

Um programa na mesma linha foi apresentado por FERREL & JENKIWS (1998), que desenvolveram o programa computacional

DECI (Decision Evaluator for the Cattle Industry), sendo este um compêndio de equações que os pesquisadores desenvolveram durante anos para descrever as relações biológicas. Estas equações governam algumas características como ingestão de alimento, tipo de dieta, taxa de crescimento (perda de peso), composição corporal, produção de leite, fertilidade e perda por mortalidade.

Além disso, o DECI simula várias opções de controle administrativo, onde este inclui tempo gasto na produção de um produto (seja bezerras ou animais para abate), época da desmama, venda do produto final, raças utilizadas, suplementação nutricional, sistema de pastejo, seleção de reprodutores e descarte de animais. Todo este sistema foi desenvolvido usando conceitos de modelagem de sistemas, onde com a variação na característica biológica ocorre a variação no desempenho econômico do sistema.

Além disso, BOURDON (1998) ressaltou a importância que o DECI tem em apresentar os novos conceitos em relação a objetivos e critérios de seleção a seus usuários, como por exemplo, a determinação de características biológica e economicamente pertinentes. Quando se observa algumas avaliações genéticas pode-se verificar a existência de diversas características avaliadas, mas que necessariamente não influenciam os resultados econômicos.

O DECI também permite o uso dos conceitos de potencial de seleção e potencial de seleção predito, que irão averiguar o potencial genético de um dado animal sob condições ótimas de produção. Outra grande ferramenta que este sistema apresenta é o fato de utilizar sistemas de modelagem para verificar o impacto genético de um dado reprodutor sobre todo o sistema analisado, por até 20 anos (PAULA, 2007).

HIROOKA et al. (1998) desenvolveram um BEM determinístico para descrever sistemas de produção de gado de corte no Japão, visando a determinação de critérios de seleção e obtenção de valores

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

econômicos. Com base em variáveis nutricionais, de manejo e econômicas, o modelo simula o ciclo de vida de vacas do rebanho e o crescimento até o abate de sua progênie, determinando a eficiência econômica e biológica do sistema. O modelo apresentou-se flexível e generalizável, podendo ser aplicado em outras circunstâncias de produção.

TESS & KOLSTAD (2000a,b) desenvolveram dois modelos generalizados, onde os objetivos foram testar: 1) o desempenho de diversos tipos genéticos com qualidade e eficiência da alimentação e estratégias de manejo relacionadas ao estado fisiológico do animal, tais como metabolismo de proteína; 2) o desempenho econômico na produção de vacas e bezerros, alternando criação e sistema de manejo. Os modelos desenvolvidos por estes autores utilizaram o procedimento de animais simulados e contém elementos determinísticos tais como crescimento e composição de carcaça, além de elementos estocásticos (características reprodutivas).

PERRY & SMITH (2004) desenvolveram um *software* educativo utilizando simulação que tinha como objetivo fornecer subsídios para que os alunos da Universidade de Missouri-Columbia compreendessem o manejo reprodutivo dos bovinos. Itens como estação de monta, taxa de prenhez, período de anestro, dentre outros, foram utilizados no estudo. Os autores concluíram, mediante análise das respostas dos alunos, que se tratava de uma maneira de melhorar o entendimento destes sobre o efeito das técnicas de manejo.

No Brasil, a experiência na utilização de modelos matemáticos de simulação para a análise de sistemas de cria em bovinos de corte é crescente. LOPES et al. (2000), utilizando a linguagem de programação *CA Clipper* desenvolveram um sistema computacional que possibilitou ao usuário, por meio da simulação, dimensionar e prever a evolução de rebanhos bovinos em sistemas de produção de

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

carne e/ou leite. Segundo os autores, o sistema possibilitou ao usuário efetuar inúmeras simulações e constitui-se em importante ferramenta no auxílio à tomada de decisões.

ABREU et al. (2003) construíram um modelo determinístico de análise bioeconômica com o intuito de avaliar o impacto produtivo e econômico da introdução da estação de monta em sistemas de produção de rebanhos de cria no Mato Grosso do Sul. Segundo os resultados com dados simulados por 20 anos subseqüentes, o manejo da estação reprodutiva possibilitou acréscimo de 31% na margem bruta do sistema quando comparado ao cenário tradicional, sem a utilização desta.

CARDOSO et al. (2003), com o intuito de formar lotes de touros múltiplos uniformes geneticamente, desenvolveram um simulador de acasalamentos que utiliza as DEP's dos animais para simular o acasalamento, calcular índices (desmama e final) da futura progênie média e sugerir acasalamentos que mais se aproximam dos objetivos pré-estabelecidos, otimizando, dessa forma, os recursos genéticos existentes sob restrições ou ponderações definidas com base no valor econômico e/ou na ênfase que se deseja dar à seleção de cada característica.

MEIRELLES (2005), em tese de doutoramento, desenvolveu um modelo estocástico pelo método de simulação de Monte Carlo que permite a simulação de rebanhos em diversas condições, com o intuito de prever o possível efeito no longo prazo da seleção de um touro reprodutor ou um manejo específico com a finalidade de ajudar os criadores na tomada de decisão tanto nos itens manejo como reprodução e genética.

CARNEIRO et al. (2006) utilizaram um sistema de simulação genética para quantificar o efeito da heterogeneidade entre rebanhos para diferentes parâmetros sobre a classificação de touros, vacas e touros jovens geneticamente superiores.

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

VIEIRA et al. (2006) simularam e validaram um modelo de cria e recria de novilhas Nelore criadas a pasto na região de Terenos, Mato Grosso do Sul, caracterizada por vegetação de Cerrado. O desenvolvimento e desempenho reprodutivo dos animais foram avaliados e, de acordo com os autores, fêmeas Nelore criadas e recriadas em pastagens de *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* e capim-tânzania, com suplementação mineral à vontade, apresentaram altos índices de prenhez, associados a maiores pesos vivos aos 24/26 meses de idade e elevada produtividade ao desmame.

MAGNABOSCO et al. (2006) simularam os resultados ao longo de vinte anos de seleção para produção de leite (habilidade materna) em três diferentes níveis categóricos (baixo, médio e alto), em rebanho de seleção Nelore no Cerrado, objetivando avaliar o simulador DECI para as condições tropicais. Os autores relataram que o simulador foi uma ferramenta capaz de reproduzir as interações entre critérios de seleção e diversas características de desempenho do sistema de produção.

Utilizando o mesmo rebanho e simulador, PASCOA et al. (2006) avaliaram os resultados de simulações por 15 anos, adotando crescimento como critério de seleção, trabalhado também em três níveis categóricos (baixo, médio e alto). A seleção para crescimento gerou diferenças de desempenho dos animais das gerações futuras, favorecendo os resultados da utilização de touros com alto potencial de crescimento, indicando que a seleção de touros com altas DEP's para crescimento. Neste caso P450 (peso ajustado aos 450 dias de idade), foi capaz de gerar progênieis mais pesadas. Portanto, modelos matemáticos são ferramentas que podem ser utilizadas para apoiar a síntese de informações, a compreensão dos sistemas de produção, suas interações e tomadas de decisões.

JORGE JÚNIOR et al. (2006) desenvolveram um BEM para o cálculo de custos e receitas em dois sistemas de produção (venda de gado comercial e de tourinhos para a reprodução), visando à obtenção de valores econômicos de características produtivas e reprodutivas. Este modelo mostrou-se apto em avaliar o impacto das mudanças no desempenho das características sobre o lucro anual do sistema de produção. Quando os valores iniciais das características foram aumentados em 1%, resultava em mudanças positivas no lucro, observando-se que a taxa de desmama foi a característica que apresentou maior impacto nos dois sistemas. O modelo foi capaz de reproduzir satisfatoriamente o sistema de produção de gado de corte estudado e pode ser adaptado para outras circunstâncias de produção.

PAULA (2007) usou o DECI para prever o comportamento e a associação biológica entre algumas características produtivas para auxiliar na tomada de decisão em um rebanho de seleção Nelore criado no bioma Cerrado, concluindo que o software DECI foi eficaz em prever a resposta à seleção genética para baixo peso ao nascimento, alta taxa de crescimento e habilidade materna, sinalizando melhoria direta nas características econômicas, por reduzir a taxa de partos distócicos, elevar o ganho de peso e o peso ajustado aos 205 dias, peso à desmama e maior produção de leite.

FERRAZ et al. (2007) usando um BEM através do DECI, simularam o efeito da suplementação em creep-feeding sobre o peso de bezerras Nelore corrigidos para 205 dias e sobre a taxa de prenhez das respectivas matrizes ao longo de 15 anos, concluindo que esta estratégia nutricional só seria eficiente sobre a taxa de prenhez, com um incremento de 14% ao longo do período simulado, trazendo ao sistema de produção um input de U\$ 2.220,00/ano no grupo de matrizes que tiveram seus bezerras suplementados.

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

Segundo o mesmo autor a pequena diminuição na condição corporal e elevação do peso à maturidade das fêmeas não prejudicaram o desempenho reprodutivo. Entretanto, ajustes serão necessários para correta avaliação da idade ao primeiro serviço, pois o simulador, desenvolvido para sistemas intensivos na América do Norte, com rebanhos compostos de base genética diferente da estudada, considerou adequada a idade média de 14,7 meses para a primeira gestação, muito abaixo daquela verificada nos rebanhos brasileiros.

A princípio, os BEM citados na literatura internacional para calcular o desempenho de animais, as receitas, os custos dos sistemas de produção e para a obtenção de valores econômicos, podem ser adaptados para diferentes situações. Todavia, estes modelos são complexos e detalhados e nem sempre existe a disponibilidade das informações básicas necessárias para a adaptação dos mesmos para sistemas de produção locais (JORGE JÚNIOR et al., 2006).

Segundo EUCLIDES FILHO (2000), a área de simulação de sistemas, quer seja o desenvolvimento de modelo quer seja sua utilização para orientação da pesquisa, ou mesmo para orientação na tomada de decisão em sistemas reais, tem recebido pouca contribuição no Brasil ao longo dos anos. Essa, todavia, é uma área que certamente sofrerá grande impulso nesse início de século, uma vez que crescem as necessidades de se reduzirem custos e de se dar maior objetividade às atividades de pesquisa e de produção.

VIII- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os custos de produção têm aumentado cada vez mais e, por outro lado, os preços recebidos pelos produtos não acompanham na mesma proporção, gerando uma perda nos termos de troca da

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

pecuária de corte. Fato este que alerta para necessidade de planejamento e investimentos em produtividade; para ampliação dos ganhos quando os preços forem favoráveis; e para redução do risco de receitas insuficientes que não remunerariam os fatores de produção quando os preços estiverem menos favoráveis.

O uso da modelagem e/ou simulação poderia trazer ganhos consideráveis aos sistemas de produção. Esta ferramenta possibilita a sistematização das informações, levando em conta as variações de cenários como mercado, índices zootécnicos, variações climáticas e melhoramento genético, auxiliando desta maneira o pecuarista a se planejar e tomar as melhores decisões.

IX- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 1- ABREU, U. G. P. de; CEZAR, I. M.; TORRES, R. de A. Análise bioeconômica da introdução de período de monta em sistemas de produção de rebanhos de cria na região do Brasil central. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n.5, p.1198-1206, 2003.
- 2- AMER, P.R.; KEMP, R.A.; BUCHANAN-SMITH, J.C. et al. A bio economic model for comparing beef cattle genotypes at their optimal economic slaughter end point. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.1, p.38-50, 1994.
- 3- BARIONI, L. G.; VELOSO, R. F.; MARTHA JUNIOR, G. B. Modelos matemáticos aplicados a sistemas de produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2002. p. 235-278.
- 4- BITTENCOURT, T.C.C.; LÔBO, R.B.; FIGUEIREDO, L.F.; SILVA, A.C.V. Derivação de ponderadores econômicos para características produtivas em gado de corte usando equações de lucro. In:

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. *PUBVET*, v.2, N.5, Fev1, 2008.

- REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: SBZ, p.422-423, 1998.
- 5- BITTENCOURT, T. C. C. **Estimativa de ponderadores econômicos para características de importância econômica em gado de corte, usando equações de lucro.** Ribeirão Preto, 2001. 59p. Tese (Doutorado em Genética) Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
 - 6- BOURDON, R.M.. Shortcomings of current genetic evaluation systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n.9, p. 2308-2323, 1998.
 - 7- BRASCAMP, E.W.; SMITH, C.; GUY, D.R. Derivation of economic weights from profit equations. **Animal Production**, Glasgow, v. 40, p. 175-180, 1985.
 - 8- BRIGHT, G. Economic weight from profit equations: appraising their accuracy. **Animal Production**, Glasgow, v. 53, p. 395-398, 1991.
 - 9- BRUMATTI, R. C. **Desenvolvimento de um modelo bioeconômico para determinação de ponderadores econômicos utilizados em índices de seleção em gado de corte.** 2002. 113f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga.
 - 10- CARDOSO, V.; ROSO, V. M.; SEVERO, J. L. P.; QUEIROZ, S. A. de; FRIES, L. A. Formando lotes uniformes de reprodutores múltiplos e usando-os em acasalamentos dirigidos, em populações Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 4, p. 834-842, 2003.
 - 11- CARNEIRO, A. P. S.; TORRES, R. A. de; LOPES, P. S.; EUCLYDES, R. F.; CARNEIRO, P. L. S.; CUNHA, E. E. Erros na classificação de touros, vacas e touros jovens geneticamente superiores avaliados

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

- na presença de heterogeneidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 5, p. 1907-1914, 2006.
- 12- DICKERSON, G.E. Animal size and efficiency: basic concepts. **Animal Production**, Glasgow, v. 27, n. 3, p. 367-379, 1978.
- 13- ELER, J.P. **Teorias e métodos em melhoramento genético animal**. Apostila.
- 14- EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo - ambiente - mercado**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 2000. 61p. (Documento 85).
- 15- FERRAZ, H. T.; PAULA, E.J.H.; VIU, M.A.O.; MAGNABOSCO, C.U. LOPES, D.T.; MUNIZ, L.C. Uso do simulador DECI para predição do efeito da suplementação pré-desmama sobre o peso dos bezerros aos 205 dias e a taxa de prenhez em um rebanho Nelore no Sudoeste de Goiás. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., Jaboticabal, 2007. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. [cd-rom]
- 16- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: Nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 61, n. 3, p. 725-741, 1985.
- 17- FORMIGONI, I. B. **Estimação de valores econômicos para características componentes de índices de seleção em bovinos de corte**. 2002. 78p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- 18- FREITAS FILHO, P. J. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas**. Florianópolis: Ed Visual Books, 2001. 322p.
- 19- GIBSON, J.B; ARENDONK, J. A. M. **Introduction to the design and economics of animals breeding strategies**. Apostila. 1998. 68-111 p.

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. *PUBVET*, V.2, N.5, Fev1, 2008.

- 20- HAZEL, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Texas, v.28, n.2, p.476-490, 1943.
- 21- HIROOKA, H.; GROEN A.F.; HILLERS J. Developing breeding objectives for beef cattle production. 1. A bio-economic simulation model. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.3, p.607-621, 1998.
- 22- JOHAN, A.M.; ARENDONK, VAN. Use of profit equations to determine relative economic value of dairy cattle herd life and production from field data. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 3, p. 1101-1107, 1991.
- 23- JORGE JÚNIOR, J., CARDOSO, V.L., ALBUQUERQUE, L.G., Modelo bioeconômico para cálculo de custos e receitas em sistemas de produção de gado de corte visando à obtenção de valores econômicos de características produtivas e reprodutivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35,n.5,p.2187-2196,2006.
- 24- JOSHI, C.G.; PATEL, M.M.; SHAH, R.R. Efficiency of index selection in sheep. **Indian Journal of Animal Research**, Haryana, v. 61, n.2, p. 196-198, 1991.
- 26- KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P. Economic values for beef production traits from a herd level bioeconomic model. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 78, n.1, p. 29-45, 1998a.
- 27- KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P. Effects of production and marketing circumstances on economic values for beef production traits. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 78, n.1, p. 47-55, 1998b.
- 28- LOPES, M. A.; VIEIRA, P. de F.; NETO, P. C.; MALHEIROS, E. B. Desenvolvimento de um sistema computacional para dimensionamento e evolução de rebanhos bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n. 5, p. 1511-1519, 2000.
- 29- MAGNABOSCO, C. de U.; BARIONI, L. G.; PAULINO, P. V. R.; WILLIAMS, C. B.; SAUERESSIG, M.; FARIA, C. U.; MARTHA

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

- JUNIOR, G. B.; LÔBO, R. B.; PASCOA, L.; SAINZ, R. D. Análise de decisão considerando diferentes méritos genéticos para touros em um rebanho da raça Nelore utilizando o programa DECI. In. 43º REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ/UFPB, 2006. CD ROM.
- 30- MEIRELLES, F. D. P. **Modelo computacional de um rebanho bovino de corte virtual utilizando Simulação de Monte Carlo e Redes Neurais Artificiais.** 2005. 105f. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga. 2005.
- 31- MELTON, B.E.; COLLETE, W.A. Potential shortcomings of output input ratios as indicators of economic-efficiency in commercial beef breed evaluations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 3, p. 579-586, 1993.
- 32- PANETO, J. C. C. **Comparação entre as tendências genéticas e econômicas de um rebanho de suínos.** 1998. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.1998.
- 33- PASCOA, L.; MAGNABOSCO, C. de U.; BARIONI, L. G.; SAUERESSIG, M.; PAULINO, P. V. R.; MARTHA JUNIOR, G. B.; PAULA, E. J. H.; WILLIAMS, C. B.; SAINZ, R. D. Utilização do simulador DECI para avaliar eficiência de seleção para potencial de crescimento em um rebanho Nelore no Cerrado. In. 43º REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ/UFPB, 2006. v. 35.
- 34- PAULA, H. J. H. **Aplicação de modelo de simulação como ferramenta de tomada de decisão em um programa de melhoramento genético para características de produção em bovinos da raça nelore criados no bioma cerrado.** 2007.

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. *PUBVET*, v.2, N.5, Fev1, 2008.

- 83p. Dissertação de mestrado (Ciência Animal). Escola de Veterinária. Universidade Federal de Goiás. 2007
- 35- PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal**. 3. edição. Belo Horizonte – MG: FEP – MVZ, 2004. 555p.
- 36- PERIN FILHO, C. **Introdução à simulação de sistemas**. Campinas, UNICAMP, 1995.
- 37- PERRY, G. A.; SMITH, M. F. A simulation exercise to teach principles of bovine reproduction management. **Journal Animal Science**. v. 82. p. 1543-1549. 2004.
- 38- PHOCAS, F.; COLLEAU, J. J.; MÉNISSIER, F. Expected efficiency of selection for growth in a French beef cattle breeding scheme. I- Multistage selection of bulls used in artificial insemination. **Genet. Sel. Evol.**, v. 27, p. 149-170, 1995.
- 39- PHOCAS, F.; BLOCH, C.; CHAPPELLE, P.; BÉCHEREL, F.; RENAND, G.; MÉNISSIER, F. Developing a breeding objective for a French purebred beef cattle selection programme. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.57, n. 1, pg. 49- 65, 1998.
- 40- PONZONI, R.W.; ATKINS, K.D.; BARWICK, S.A.; NEWMAN, S. Taking breeding objective theory to application: experiences with the programs objective and BREEDOBJECTIVE'. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., Armidale, Australia, 1998. Proceedings. Armidale: University of New England/CSIRO, 1998. (CD-ROM).
- 41- SMITH, C.; JAMES, J.W.; BRASCAMP, E.W. On the derivation of economic weights in livestock improvement. **Animal Production**, Glasgow, v. 43, p. 545-551, 1986.
- 42- STEWART, T.S. Quantity, quality and consumer: limitations to breeding objectives. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., Armidale, Australia,

Viu, M.A.O., Magnabosco, C.U., Muniz, L.C. et al. Emprego de simulação através de modelos bioeconômicos em programas de melhoramento genético animal. PUBVET, V.2, N.5, Fev1, 2008.

1998. Proceedings. Armidale: University of New England/CSIRO, 1998. (CD-ROM).
- 43- TESS, M.W.; KOLSTAD, B.W. Simulation of cow-calf production systems in a range environment: I. Model development. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.5, p.1159-1169, 2000a.
- 44- TESS, M. W.; KOLSTAD, B. W. Simulation of cow-calf production systems in a range environment: II Model evolution. **Journal Animal Science**, v. 78: p.1170-1180, 2000b.
- 45- VIEIRA, A.; LOBATO, J. F. P.; CORRÊA, E. S.; TORRES JÚNIOR, R. A. de A.; COSTA, F. P. Desenvolvimento e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore criadas a pasto nos cerrados do centro-oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n.1, p. 186-192, 2006.
- 46- WANG, C.T.; DICKERSON G.E. A deterministic computer simulation model of live-cycle lamb and wool production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n.11, p. 4312-4323, 1991.
- 47- WELLER, J.I. **Economic aspects of animal breeding**. 4.ed. Israel: Chapman & Hall, 1994. 244 p.
- 48- WERTH, L.A.; AZZAM, S.M.; NIELSEN, M.K. et al. Use of a simulation model to evaluate the influence of reproductive performance and management decisions on net income in beef production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n.11, p. 4170-4721, 1991.