



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO BIOECONÔMICO DE SISTEMAS INTENSIVOS DE
CRIA E DE CICLO COMPLETO POR MEIO DE SIMULAÇÃO**

RONAN APARECIDO VALADARES SANTANA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM
CIÊNCIAS ANIMAIS**

PUBLICAÇÃO: 63/2012

**BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO DE 2012**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO BIOECONÔMICO DE SISTEMAS INTENSIVOS DE
CRIA E DE CICLO COMPLETO POR MEIO DE SIMULAÇÃO**

RONAN APARECIDO VALADARES SANTANA

ORIENTADOR: FABIANO ALVIM BARBOSA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM
CIÊNCIAS ANIMAIS**

PUBLICAÇÃO: 63/2012

**BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO DE 2012**

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

SANTANA, R.A.V. **Desempenho bioeconômico de sistemas intensivos de cria e de ciclo completo por meio de simulação.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2012, 63p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando a reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo Autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O Autor e seu Orientador reservam-se para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do Autor e do seu Orientador. Citações são estimuladas desde que citada à fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

SANTANA, Ronan Aparecido Valadares Santana. **Desempenho bioeconômico de sistemas intensivos de cria e de ciclo completo por meio de simulação.** Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2012, 63p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2012.

1. Bovino de corte. 2. Cruzamento industrial. 3. Gado de corte. 4. Indicadores zootécnicos. 5. Rentabilidade. 6. Zebu. I. Santana, R.A.V. II. Título.

CDD – 636.213 08

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO BIOECONÔMICO DE SISTEMAS INTENSIVOS DE CRIA E DE
CICLO COMPLETO POR MEIO DE SIMULAÇÃO**

RONAN APARECIDO VALADARES SANTANA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ANIMAIS, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

APROVADA POR:

FABIANO ALVIM BARBOSA, Dr. (UnB / UFMG)
(Orientador)

SERGIO LÚCIO SALOMON CABRAL FILHO, Dr. (UnB)
(Examinador interno)

ROBERTO GUIMARÃES JÚNIOR, Dr. (Embrapa Cerrados)
(Examinador externo)

BRASÍLIA/DF, 02 DE FEVEREIRO DE 2012.

DEDICATÓRIA

Dedico a meus pais, Joaquim e Irene,
a minha namorada Alzira,
a minhas irmãs, Edna, Elma e Rose
e a meu filho, Bruno.

"Há na vida momentos privilegiados nos quais parece que o Universo se ilumina que nossa vida nos revela sua significação, Que nós queremos o destino mesmo que nos coube, como se nós próprios o tivéssemos escolhido. Depois o Universo volta a fechar-se, tornamo-nos novamente solitários e miseráveis, já não caminhamos se não tateando por um caminho obscuro onde tudo se torna obstáculo a nossos passos. A sabedoria consiste em conservar a lembrança desses momentos fugidios, em saber fazê-los reviver, em fazer deles a trama da nossa existência cotidiana e, por assim dizer, a morada habitual do nosso espírito."

Louis Lavelle, Da Intimidade Espiritual, 1955

Eu vejo as árvores verdes, rosas vermelhas também
Eu as vejo florescer para mim e você
E eu penso comigo... que mundo maravilhoso

Eu vejo os céus tão azuis e as nuvens tão brancas
O brilho abençoado do dia, e a escuridão sagrada da noite
E eu penso comigo... que mundo maravilhoso

As cores do arco-íris, tão bonitas no céu
Estão também nos rostos das pessoas que se vão
Vejo amigos apertando as mãos, dizendo: "como você vai?"
Eles realmente dizem: "eu te amo!"

Eu ouço bebês chorando, eu os vejo crescer
Eles aprenderão muito mais que eu jamais saberei
E eu penso comigo... que mundo maravilhoso

Louis Armstrong (What a wonderful world)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pelas oportunidades e desafios que me fez superar, pela vontade e capacidade de discernir que o sacrifício e a perseverança é necessária, pois, muitas das vezes as maiores conquistas são precedidas por momentos difíceis em que pensamos em desistir.

Ao Professor Dr. Fabiano Alvim Barbosa pela paciência, ensinamentos, orientação e principalmente pelas oportunidades dadas, sem a qual, nenhum de nós, por mais que sejamos capacitados, não conseguimos chegar a lugar algum.

Ao Professor Dr. Sergio Lúcio Salomon Cabral Filho, da FAV/UNB e ao Pesquisador Dr. Roberto Guimarães Júnior da EMBRAPA Cerrados pela colaboração e por ter aceitado participar da banca de defesa.

Aos demais professores e funcionários da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília pelo acolhimento.

Ao estagiário do setor de bovinocultura do IFNMG, Willian Cristof, pela valiosa ajuda na coleta de dados e levantamento topográfico.

Aos colegas de mestrado Camila Lobo e Raphael Mandarino.

Ao Professor e orientador na graduação Dr. Antônio Ricardo Evangelista (UFLA), pelos ensinamentos e pela oportunidade de convívio nos três anos e meio de iniciação científica, sem o qual provavelmente não teria nascido à vontade de ingressar na pesquisa e docência e a todos os antigos colegas do Núcleo de Estudos em Forragicultura (NEFOR/UFLA).

Ao Professor Edmilson Cassani, diretor do IFNMG, Campus Arinos, por ter concedido a compensação de horário, que me possibilitou cursar o mestrado e aos colegas Docentes e do Setor Pedagógico que me ajudaram na relocação de aulas.

A meus pais, Joaquim e Irene, pelos ensinamentos, conselhos e correções, e principalmente, por ter proporcionado oportunidades de crescimento pessoal, profissional e por ter ensinado a importância de buscar novas oportunidades com honestidade.

Ao meu avô Francisco Fernandes Valladares “*in memoriam*” pelas milhares de vezes que me falou da importância do conhecimento, da educação, dos nossos sonhos e de não perder as oportunidades que a vida oferece.

À minha namorada e amiga Alzira, pelos treze anos de convívio e por mais uma vez estar ao meu lado neste desafio.

Ao meu filho amado, Bruno, pela paciência e compreensão nos dias que infelizmente pelas viagens durante o curso não podemos estar juntos.

As minhas irmãs que sempre me ajudaram e participaram ativamente da minha vida.

As inúmeras pessoas que me ajudaram ao longo da vida.

INDICE

RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Modelagem	4
2.2 Simulação	6
2.3 Embraptec	8
2.4 A simulação de sistemas de produção	10
2.5 Análise Bioeconômica	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Local	18
3.2 Metodologia	21
3.3 Os sistemas de produção	23
3.4 O Simulador Bioeconômico	24
3.5 Fonte dos dados	25
3.5.1 Área da propriedade e rebanho inicial	25
3.5.2 Índices Zootécnicos	27
3.5.3 Manejo sanitário	28
3.5.4 Manejo Nutricional	29
3.5.5 Mão-de-obra	29
3.5.6 Benfeitorias	30
3.5.7 Máquinas e equipamentos	31
3.6 Receitas, investimentos e custos	31
3.6.1 Receitas	32
3.6.2 Investimentos	32
3.6.3 Custos fixos	32
3.6.4 Custos variáveis	33
3.7 Preços	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Desempenho zootécnico	37
4.2 Custos	40
4.3 Receitas	42
4.4 Indicadores econômicos e de investimentos	44
5 CONCLUSÕES	46
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

RESUMO

DESEMPENHO BIOECONÔMICO DE SISTEMAS INTENSIVOS DE CRIA E DE CICLO COMPLETO POR MEIO DE SIMULAÇÃO

A comparação de sistemas de produção é importante para que se possa definir o planejamento de uma empresa rural. Deve estar baseada em indicadores zootécnicos e econômicos da produção, além da necessidade de investimento e de manter o fluxo de caixa positivo. Foram simulados quatro sistemas alternativos de produção de bovinos de corte a partir de dados zootécnicos e econômicos existentes de uma fazenda de ciclo completo no município de Corinto, região central de Minas Gerais. Os sistemas simulados foram: ciclo completo com uso de cruzamento industrial (CompCRUZA), ciclo completo exclusivamente com zebuíno (CompZEBU), ciclo de cria com uso de cruzamento industrial (CriaCRUZA), ciclo de cria exclusivamente com zebuíno (CriaZEBU). No sistema com cruzamento industrial os animais eram vendidos logo após a desmama, com 8 meses (CriaCRUZA) ou abatidos aos 13 meses (CompCRUZA), já o sistema com rebanho zebu, os animais eram também vendidos à desmama (CriaZEBU) ou abatidos aos 24 meses (CompZEBU). As bezerras foram recriadas e uma parcela (15%) descartada para a venda. Utilizou-se o programa de simulação bioeconômica Embrapec. Os quatro sistemas apresentaram viabilidade econômica, tendo maior rentabilidade que os juros da poupança e de financiamento agropecuário. Os sistemas que utilizam os cruzamentos (zebuínos x taurinos) tiveram um desempenho econômico mais favorável se comparados ao que utilizaram somente as raças zebuínas. A TIR e a VPL, foram superiores para os sistemas que adotaram o cruzamento de zebuínos com raças europeias, CriaCRUZA (17,2% e R\$ 10.151.896,54) e CompCRUZA (18,9% e R\$ 11.749.329,42). Quando comparados os sistemas de produção, os que utilizaram ciclo completo, o CompCRUZA e CompZEBU (16,2% e R\$ 9.568.293,51) foram mais rentáveis que os de cria, quando comparados com o mesmo grupo genético, CriaCRUZA e CriaZEBU (14,6% e R\$ 7.955.230,38). A quantidade de animais em um rebanho estabilizado foi menor nos sistemas cruzados, porém a quantidade (kg) de carcaça vendida/ha (49,9 para CriaCRUZA e 118,1 para CompCRUZA) e a taxa de desfrute (24,4%) foram superiores aos zebuínos. Todos os sistemas de produção simulados foram economicamente viáveis, sendo que o sistema de produção CompCRUZA foi que apresentou maior viabilidade econômica e com melhores indicadores zootécnicos.

Palavras Chave: cruzamento industrial; gado de corte; indicadores zootécnicos, rentabilidade, zebu.

ABSTRACT

BIOECONOMIC PERFORMANCE INTENSIVE SYSTEMS CREATE AND LIFE-CYCLE BY WAY OF SIMULATION

The comparison of production systems is important so that we can define the planning of a rural enterprise. It should be based on zootechnical and economic production indicators, the investment needed, and to maintain the cash flow positive. Were simulated four alternative systems of production from zootechnical and economic beef cattle data of an existing farm full-cycle located in Corinto, state of the Minas Gerais, Brazil. The systems simulated were: full-cycle with the use of crossbreed cattle (CompCRUZA), full cycle, exclusively with zebu cattle (CompZEBU), rearing cycle with the use of crossbreed cattle (CriaCRUZA) and rearing cycle with zebu cattle (CriaZEBU). The crossbreeding system animals were sold immediately after weaning with 8 months (CriaCRUZA) or slaughtered with 13 months (CompCRUZA). The zebu cattle system animals were also sold after weaning (CriaZEBU) or slaughtered with 24 months (CompZEBU). The female calves were reared and 15% were destined for sale. The data were simulated on the bioeconomic software "Embrapec". The four systems resulted in economic viability, and greater profitability than the interests on savings and agriculture financing. The systems of crossings animals (zebu x taurine) had a favorable economic performance compared to the systems of zebu animals. The internal rate of return and net present value were higher for systems that have adopted the crossing system (taurine x zebu cattle), CriaCRUZA (17.2% and R\$ 10,151,896.54) and CompCRUZA (18.9% and R\$ 11,749,329.42). When comparing the production systems, those using full-cycle, the CompCRUZA and CompZEBU (16.2% and R\$ 9,568,293.51), were more profitable than rearing systems, when compared with the same genetic group, CriaCRUZA and CriaZEBU (14.6% to R\$ 7,955,230.38. The number of animals in the herd stabilized were lower in cross-systems, but the amount (kg) of carcass sold/ha (49.9 for CriaCRUZA and 118.1 for CompCRUZA) and offtake rate (24.4%) were superior to zebu cattle. All production systems simulated were feasible economically, but the production system CompCRUZA showed the highest economic viability and better zootechnical indicators.

Keywords: crossing, beef cattle, zootechnical indicators, profitability, zebu

1 INTRODUÇÃO

O setor agropecuário passa por inúmeras mudanças que vão desde a profissionalização dos diversos setores que dão suporte ao setor, identificado pelos que estão do lado de fora da fazenda (máquinas e implementos, insumos, serviços, etc.), quanto os que estão de dentro da fazenda. Incluem neste último, proprietários, administradores familiares ou contratados, gerentes, capatazes, operadores de máquinas, encarregados, vaqueiros, salgadores, etc.

Essa profissionalização vem sendo forçada pela decrescente e contínua diminuição da margem de lucro dos produtos agrícolas. Apesar dos preços se comportarem de acordo com tendências de alta ou de baixa, formando o conhecido ciclo de alta ou de baixa.

Cada vez mais é exigido o aumento do investimento, como objetivo de aumentar a escala de produção, aumentando competitividade e diminuindo custos unitários, principalmente o fixo. Onde, quando, como e quanto investir são indagações que são muitas vezes difíceis de responder, pois estão envolvidos numa série de fatores administrativos, econômicos e culturais.

A intensificação da produção pecuária provoca uma redistribuição de recursos dentro da estrutura organizacional da empresa. Este processo desenvolve-se no incremento dos planos administrativo, sanitário, genético, alimentar e de técnicas de manejo do rebanho. Entretanto, embora a pesquisa seja abundante quanto às tecnologias biológicas para melhoria dos indicadores produtivos, existe uma deficiência de trabalhos que integrem o nível de evolução do sistema (e suas multi-variáveis: ambiente, animais e mercado) com sua real eficiência bioeconômica (Tanure & Nabinger, 2010).

A complexidade das relações existentes entre os fatores que compõem o sistema pecuário dificulta a avaliação do impacto de estratégias na produtividade, e, por consequência, na tomada de decisão pelo produtor. As ferramentas tradicionais utilizadas para a tomada de decisões têm sido cada vez mais questionadas. As variáveis custo e tempo têm sido apontados como os principais problemas para a solução dos entraves gerenciais das empresas rurais (Ferreira et al., 2002).

Com o avanço das pesquisas, cada vez mais, novas tecnologias se tornam disponíveis aos produtores. Os modelos bioeconômicos podem auxiliar na implantação ou na substituição de tecnologias. O uso de modelos matemáticos que unificam os parâmetros biológicos (produção) e econômicos, quando bem aplicados são uma importante ferramenta de tomada de decisão. Assim, novos caminhos podem ser escolhidos com relativa segurança, evitando prejuízos tanto financeiros quanto sociais e ambientais.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação "ex-ante" para comparar o desempenho bioeconômico de sistemas intensivos de cria e de ciclo completo de bovinos de corte por meio de simulação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A crescente informatização da sociedade moderna, incluindo o meio rural, tem gerado grandes oportunidades de armazenamento e veiculação de dados, informações e conhecimento a serem utilizados no auxílio à tomada de decisão. Sistemas de decisão devem, portanto, fazer uso inteligente de tais dados e informações nos seus diversos contextos de atuação. Contudo, um aspecto importante a ser destacado é o fato de muitos acreditarem que o conhecimento de seus gerentes adquiridos no ambiente de trabalho pela experiência ao longo dos anos, é suficiente para enfrentar os problemas. Não se pode deixar de admitir a experiência direta como um dos mais persuasivos e eficientes processos de aprendizagem. No entanto, é preciso entender que o processo de aprendizado no ambiente de trabalho por meio da experiência direta é limitado e, além disso, pode desenvolver ou reforçar premissas e visões equivocadas a respeito do funcionamento do sistema de produção. Neste contexto, a utilização de modelos oriundos de sistemas de simulação vem a auxiliar efetivamente a tomada de decisão pelo produtor rural, constituindo-se num valioso instrumento de persuasão para implantação de novas tecnologias e descarte daquelas já ultrapassadas. Porém, a construção de modelos em sistemas biológicos ou “vivos” não é simples. No caso da diversidade e complexidade apresentada pelo sistema pecuário, a simulação representa um desafio ao modelador, no sentido de desenvolver modelos abrangentes capazes de suportar análises de decisões complexas envolvendo tais sistemas (Tanure et al., 2009).

Com a constante redução dos custos de computadores, e com a disseminação da prática e uso de software livre, a agricultura encontra-se inserida em um contexto amplamente favorável ao investimento em tecnologia, para auxílio nos processos produtivos ligados à agropecuária. A computação na agropecuária é uma alternativa para o aumento da

eficiência gerencial das propriedades, bem como alternativa para a recuperação de informações em tempo real. Sistemas computacionais aplicados à agropecuária podem aumentar não só a eficiência produtiva, mas também podem auxiliar pesquisadores, extensionistas e produtores rurais na análise e minimização de impactos ambientais e sociais, gerados pela adoção de tecnologia (Mendonça, 2004).

2.1 Modelagem

Um modelo matemático é definido como um conjunto de equações que podem ser resolvidos para prever as mudanças que ocorrem no mundo real. Assim, modelagem, ou a construção do modelo, deve ser definida como o ato de desenvolver um modelo matemático de uma situação real (Mertens, 1977).

Os modelos bioeconômicos descritos na literatura internacional desenvolvidos com a finalidade de simular o desempenho produtivo de animais de diferentes categorias, bem como suas receitas e seus custos, em um sistema de produção de bovinos de corte, são complexos e detalhados e requerem um número de informações acerca dos parâmetros médios populacionais, nem sempre disponíveis (Jorge Junior et al., 2006).

No desenvolvimento de um modelo desta natureza, raramente se observa disponibilidade total de informações necessárias. Assim, a complexidade de cada modelo depende, em grande parte, da disponibilidade e do detalhamento de informações. Segundo esses autores, em muitos casos, o desconhecimento de valores de parâmetros básicos a serem incluídos no modelo pode ser sanado pela cooperação com especialistas nas diversas disciplinas envolvidas. Na validação de um modelo, considera-se até que ponto esse modelo pode constituir uma representação suficientemente boa da realidade para atingir os propósitos para os quais foi desenvolvido. Se considerado “válido”, as decisões obtidas a partir desse modelo deverão ser similares às aquelas que seriam tomadas em um modelo físico de mesma natureza. Caso não possa ser considerado “válido”, quaisquer conclusões derivadas a partir desse modelo são de valor duvidoso. Dois processos de validação podem ser distintos: a validação interna consiste de um processo contínuo concomitante ao desenvolvimento do modelo, que assegura que as suposições estejam de acordo com a teoria, a experiência e o conhecimento geral; e a validação externa refere-se à comparação do desempenho do modelo com o desempenho de um modelo real. Análises de sensibilidade nas quais os valores de

parâmetros relevantes são sistematicamente variados em um número de situações de interesse para determinar o impacto nos resultados podem ser usadas para este fim, sendo necessário o conhecimento dos parâmetros sensíveis a serem incluídos no modelo (Dijkhuizen et al., 1997) citado por (Jorge Junior et al., 2006).

A utilização de um modelo ocorre devido à impossibilidade de se realizar experimentos com o sistema real (que pode até mesmo não existir) ou como forma de se simplificar o sistema real, destacando os elementos relevantes da dinâmica do sistema. Um modelo deve ser construído de forma a atender uma meta estabelecida. Um modelo de simulação não tem a pretensão de ser “otimizante”, mas sim mostrar o que acontece com um sistema, a partir de um cenário inicial escolhido. Depois da verificação do modelo (onde é checado se o modelo construído obedece à lógica planejada) procede-se à validação do mesmo, que consiste na comparação dos resultados do modelo com resultados obtidos em situações reais. Validado o modelo, é possível processar experimentos no mesmo, através de questões do tipo “E Se ...” (“What If”) (Barbosa et al., 2002).

A modelagem de processos bioeconômicos é caracterizada por ter um alto nível de complexidade, isso pelo fato de todos os processos possuírem um comportamento dinâmico, onde as interações entre os parâmetros e as variáveis que descrevem um processo, mudam de acordo com o tempo. A principal dificuldade em se modelar e integrar um modelo biológico e econômico está na definição do foco para a modelagem e principalmente no nível de detalhamento que o modelo deve tratar (Mendonça, 2004).

Para Sant’anna (2009), a construção de modelos em sistemas biológicos ou “vivos” não é simples. No caso da diversidade e complexidade apresentada pelo sistema pecuário, a simulação representa um desafio ao modelador, no sentido de desenvolver modelos abrangentes, adaptáveis, adequados e representativos da realidade modelada, capazes de suportar análises de decisões complexas envolvendo tais sistemas. Apesar disto, deve-se persistir na busca de modelos, mesmo que ainda limitados, capazes de proporcionar subsídios concretos a tomada de decisão em sistemas, fornecendo métodos flexíveis de análise e organização da informação, permitindo ao produtor a manipulação de elementos chave dentro do seu sistema.

Pesquisas com sistemas reais de produção (sistemas físicos) apresentam maior confiabilidade nos resultados, porém sua utilização enfrenta uma série de entraves: altos custos, tempo de execução e o fato de não se poder simular fisicamente muitas alternativas.

Por outro lado, a utilização de modelos de simulação, além de superar tais entraves, permite ainda integrar informações já existentes. A simulação com modelos que avalia o impacto produzido pela alteração nos parâmetros de produção poderá, então, auxiliar no manejo dos rebanhos e trazer benefícios econômicos, além de servir para identificar limitações e reduzir perdas (Souza et al., 2001).

De acordo com Wallhaus (1969), citado por Guimarães (2003), em geral os modelos representam sistemas caracterizados por elementos e os inter-relacionamentos entre eles. O objetivo em modelagem é capturar os atributos dos elementos e os inter-relacionamentos como se fosse um espelho do sistema real. No entanto, o autor descreve um antagonismo já que o detalhamento profundo do modelo reduz sua praticidade. Segundo ele é necessário simplificar ou resumir o sistema real para permitir uma formulação prática e a experimentação. É também importante a flexibilidade no uso do modelo para permitir que ele seja estruturado de uma forma que facilite a manipulação e a experimentação.

2.2 Simulação

A simulação pode ser definida como o desenvolvimento e utilização de modelos para o estudo da dinâmica de um sistema (Mertens, 1977).

As ferramentas para simulação de processos, embora tenham se tornado mais populares apenas nos últimos cinco anos, já acumulam uma história de mais de 50 anos. Nas décadas de 80 e 90, os sistemas baseados em equações tiveram um considerável desenvolvimento, especialmente para sua utilização em otimização com a utilização de algoritmos sequenciais quadráticos (sequential quadratic programming - SQP). Além disto, a utilização de novos conceitos da engenharia de software levaram ao desenvolvimento de interfaces gráficas amigáveis e algoritmos ainda mais poderosos. Finalmente, o rápido avanço dos sistemas de hardware levou a uma facilidade de acesso aos computadores pessoais tornando muito mais ampla as possibilidades de utilização das ferramentas computacionais para simulação (Soares, 2003).

A variação dos indicadores técnicos e, conseqüentemente, dos resultados econômicos no sistema de produção de bovinos, por intermédio da simulação, possibilita maiores informações para a tomada de decisão do administrador, minimizando os erros na escolha das estratégias assumidas. A busca pela maximização técnica na produção de bovinos pode levar à diminuição da eficiência econômica com menor rentabilidade para o sistema.

Esse fato será mais marcante em sistemas com maior nível tecnológico, onde o acréscimo no resultado esperado devido à variação técnica dependerá de maiores desembolsos financeiros por unidade produzida (Barbosa & Souza, 2007).

A simulação permite realizar as análises dos sistemas de produção, sem ter que assumir os custos ou outras implicações, pois ao validar o modelo e evidenciar falhas, basta fazer os ajustes necessários e realizar uma nova simulação, contando com a possibilidade de repeti-la tantas vezes seja necessário para alcançar os objetivos propostos (Yáñez et al., 2006).

A experimentação referida é a desenvolvida em laboratório de computação, a partir de modelos matemáticos. Desta forma, a comparação de sistemas de produção com base em simulações pode servir de base para escolha de alternativas mais eficientes e lucrativas, após as devidas validações do modelo. (Guimarães, 2003).

A utilização de modelos de simulação pode ser importante para qualquer setor, porém o grau de segurança nas respostas deve ser máximo e as atualizações frente às mudanças ocorridas devem ser constantes. É imprescindível, também, a multi-disciplinaridade para englobar os diversos fatores inseridos no complexo sistema pecuário. Cada usuário, ao fazer uso da simulação deve restringir o modelo de acordo com as características peculiares de sua pesquisa ou sistema produtivo. Na pecuária de corte, o uso de modelos, principalmente em nível de sistema, ainda é bastante reduzido. Apesar disso, há crescente necessidade de se aplicar este tipo de ferramenta na gestão dos sistemas de produção, buscando sua otimização e garantindo a viabilidade da atividade. Os modelos de simulação devem ser simples e com o intuito de resolver problemas, principalmente em nível de produtor (Fontoura-Júnior et al., 2007).

A expressão bioeconômico é utilizada para expressar a relação entre os componentes biofísicos e econômicos de um sistema, sendo classificados de acordo com o uso ou não de um framework de otimização (Tanure & Nabinger, 2010). O autor cita Barbier & Carpentier (2000), que classifica os modelos bioeconômicos em:

✓ Modelos com framework de otimização:

Utilizam técnicas de modelagem matemática, como a programação linear, não linear, dinâmica e estocástica para a minimização de uma função objetivo sob diferentes restrições. Frequentemente estes modelos utilizam técnicas de programação linear, sendo esta abordagem altamente criticada na comunidade

científica, haja vista o comportamento não linear das variáveis envolvidas nos modelos bioeconômicos.

- ✓ Modelos sem framework de otimização:
São componentes baseados em regras heurísticas para a solução de problemas específicos, qualidade dos componentes quanto à abstração de variáveis bioeconômicas e a interação entre eles, capazes de influenciar diretamente a qualidade final do modelo.

O comportamento em busca da maximização do lucro pode ser comprovado nos esforços zootécnicos em relação à composição alimentar, a combinação genética, o tipo de manejo, forma de reprodução, gerenciamento dos custos entre outros fatores. A busca da síntese para explicar a realidade é prática adotada pela comunidade científica (Argolome & Oliveira, 2006).

Planejar e avaliar alternativas para sistemas de produção de gado de corte não é uma tarefa fácil. Assim, para minimizar riscos e erros e maximizar o lucro, é necessário dispor, a priori, de informações que mostrem os efeitos das decisões a serem tomadas sobre o sistema de produção como um todo, tanto sob o ponto de vista biológico quanto econômico (Cezar & Alves, 1997).

2.3 Embrapec

Pesquisas em modelos e simulação são desenvolvidas na Embrapa desde a década de 70, mas somente a partir do documento "Estratégia Gerencial da Embrapa - Macroprioridades" de 1997, é que oficialmente as pesquisas em modelos e simulação foram dirigidas para o desenvolvimento de tecnologias que busquem a eficiência do setor produtivo, visando reduzir custos e tempo na geração de produtos que tenham espaço no mercado, apoiando-se na inovação dos métodos e meios de transferência de tecnologias, pesquisa colaborativa e em parcerias institucionais (Mendonça, 2004).

O modelo brasileiro mais utilizado em pecuária de corte é o Embrapec, que é um programa de simulação de sistemas bioeconômicos, desenvolvido no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte - Embrapa (Cezar, 1982).

O Embrapec foi desenvolvido de forma a se constituir em instrumento analítico de tomadas de decisão gerenciais e tecnológicas para sistemas de produção de pecuária de corte. O modelo não visa simular de forma complexa os processos biológicos e suas interações, sendo as representações formuladas de maneira simplificada e usadas no programa, em sua maioria, apenas como dados. Entretanto, o Embrapec atinge razoável grau de complexidade quanto ao número de variáveis representativas do sistema e a enorme possibilidade de combinações, tornando-o um potente instrumento de experimentação. (Cezar, 1982).

O modelo pode simular uma grande quantidade de situações do dia-a-dia do pecuarista. As saídas envolvem dados como custo de operação, investimentos necessários, impostos e encargos, fluxo de caixa, etc. Além desses dados, que permitem a análise do desempenho do sistema criatório, o modelo fornece os correspondentes resultados técnicos da criação (Barbosa et al., 2002).

A simulação é desenvolvida a partir de 370 variáveis que entram no modelo como dados, classificados em cinco grandes grupos: a) estrutura física existente; b) estratégias e tomadas de decisão; c) índices, desempenho e manejo do rebanho; d) suporte das pastagens; e e) preços, custos e taxas. A dinâmica do modelo é simulada por passos com intervalos de tempo mensal, podendo simular um máximo de 20 anos. Para a simulação de determinados eventos (processos) que envolvem o desempenho animal, o passo de tempo é diário. O programa inicia lendo dados e checando sua consistência e lógica, oferecendo proteção para o usuário contra eventuais erros na entrada de dados. As interfaces de comunicação com o usuário foram desenvolvidas em Java (Cezar & Alves, 1997).

A estrutura e as interfaces do software permitem que o usuário simule sistemas de produção isolados e independentes e/ou como alternativas (Sistemas Alternativos) a partir de um sistema existente ou de referência (Sistema Atual). Essa segunda possibilidade constitui uma vantagem diferenciada do modelo, uma vez que, no mundo real, o usuário quase sempre está interessado em avaliar os “impactos” de mudanças tecnológicas e estratégicas em um sistema de produção já existente (Cezar & Alves, 1997).

Portanto, a estrutura do software permite que o usuário simule o desenvolvimento do Sistema Atual por um período desejado e, em seguida e alternativamente, simule os Sistemas Alternativos, incorporando as mudanças desejadas, e avalie os respectivos impactos. Nesse sentido, são isolados os custos e benefícios decorrentes exclusivamente das mudanças propostas e, conseqüentemente, os respectivos retornos econômicos das mudanças (Cezar & Alves, 1997).

Software disponível em <http://repositorio.agrolivre.gov.br/projects/embrapec/>.

2.4 A simulação de sistemas de produção

A estabilização da moeda e a abertura do mercado nacional a produtos estrangeiros, ocorridos na década de 90, expuseram o produtor nacional à concorrência internacional, impondo à pecuária brasileira a necessidade de obtenção de maior eficiência produtiva. Isto levou à incorporação de tecnologias cujos resultados se refletiram na melhoria dos índices de produtividade (Guimarães, 2003).

A resposta dos sistemas à melhoria de apenas um indicador está condicionada pelo valor assumido pelos demais coeficientes técnicos do sistema, de maneira que o impacto produtivo associado a uma inovação tecnológica (introdução de pastagens melhoradas), deverá necessariamente ser avaliado no contexto produtivo de cada empresa pecuária (Beretta et al., 2002).

A nutrição é um dos fatores que mais influenciam o desempenho reprodutivo do rebanho de cria. Assim, durante as diversas fases reprodutivas há necessidade de que os níveis de proteína, energia, minerais e vitaminas sejam suficientes para atender às exigências nutricionais das matrizes (Valle et al., 1998).

A suplementação alimentar, combinada ou não com confinamento, mostrou-se uma atividade economicamente viável, sendo que o tratamento que apresentou maior valor presente líquido foi aquele em que os animais foram suplementados a pasto nas duas estações secas, e o menor pelos animais que não receberam qualquer suplementação. A suplementação a pasto, além da redução na idade de abate, diminuiu o custo fixo e permitiu maior velocidade no giro de capital, e no caso da combinação com o confinamento ainda possibilitou obter melhores preços na entressafra (Euclides et al., 1998).

Porto et al. (2009) avaliaram o desempenho de novilhos mestiços Holandês-Zebu em fase de recria recebendo suplementação com fontes de proteína em uma área de

pastagem de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, durante o período das águas. O uso do suplemento múltiplo à base de farelo de soja e farelo de algodão proporcionou aumento numérico de 247 g/animal em relação à mistura mineral. A suplementação múltipla proporcionou retorno econômico, indiferentemente da fonte de proteína utilizada.

A melhoria da eficiência nos sistemas de produção de gado de corte pode ser obtida de diversas formas, entre elas, o desenvolvimento de sistemas especializados, como a especialização na fase de cria. Entretanto, em qualquer situação, a utilização de tecnologia é responsável por incrementos importantes nos índices zootécnicos dos rebanhos (Euclides Filho, 2000).

Os sistemas de produção se diferem em relação ao uso de tecnologias (tabela 1). Algumas dessas tecnologias são aplicadas frente a parâmetros de exigências nutricionais ou ainda estratégias que devem ser seguidas de acordo com objetivo ou planejamento de produção adotado (Barbosa & Souza, 2007).

Tabela 1. Sistema de produção de bovinos conforme a estratégia

	TRADICIONAL	INTENSIFICADO
Subsistema	Extensivo	Semi-intensivo ou intensivo
Pastagem	Extensiva em degradação	Rotação, correção, adubação
Suplementação águas	Sal comum e / ou suplemento mineral	Suplemento mineral e / ou proteinado
Suplementação seca	Proteinado baixo consumo ou ureado	Proteinados, rações, volumoso
Produtividade – kg/ha/ano	< 120 kg peso vivo	> 180 kg peso vivo
Taxa desmama	< 60%	> 75%
Idade ao primeiro parto e abate	> 42 meses	24 a 36 meses
Ganho diário águas	0,4 – 0,5 kg/animal	0,6 – 0,8 kg/animal
Ganho diário seca	Mantém ou perde	Acima de 0,5 kg/animal

Fonte: (Barbosa & Souza, 2007).

Os índices médios de desempenho zootécnico do rebanho brasileiro ainda são baixos conforme tabela 2.

Tabela 2. Índices zootécnicos médios do rebanho brasileiro.

Índices	Média Brasileira	Sistema Melhorado	Sistema com Tecnologia Média
Natalidade	60%	> 70%	> 80%
Mortalidade até a desmama	8%	6%	4%
Taxa de desmama	54%	65%	75%
Mortalidade pós-desmama	4%	3%	2%
Idade à primeira cria	4 anos	3-4 anos	2-3 anos
Intervalo de partos	21 meses	18 meses	14 meses
Idade de abate	4 anos	3 anos	2,5 anos
Taxa de abate	17%	20%	22%
Peso da carcaça	200 kg	220 kg	230 kg
Rendimento da carcaça	53%	54%	55%
Lotação	0,9 an./ha	1,2 an./ha	1,6 an./ha

Fonte : (Zimmer & Euclides Filho, 1997).

A tabela 3 apresenta a média de alguns trabalhos na literatura que mostram o peso a desmama, ao 1 ano e aos 2 anos dos animais Nelore e cruzados Nelore x Angus.

Tabela 3. Médias da literatura para peso (kg) de animais em diferentes idades das raças nelore e nelore x angus.

	Nelore	Nelore x Angus	Autores
Peso médio à desmama de machos e fêmeas	202	-	(Vieira et al., 2005)
	171,5	-	(Corrêa et al., 2000)
	174	-	(Santos & Santos, 1986)
	191	-	(Martins et al., 2000)
	174	191	(Muniz & Queiroz, 1998)
	141	167	(Cubas et al., 2001)
	175	-	(Tonhati et al., 1986)
Novilhas de 1 ano	174	-	(Corrêa et al., 2000)
	189	-	(Eler et al., 1989)
	168	211	Perotto et al., 2001
	224	-	(Naves, 2001)
Novilhas de 2 anos	295	-	(Corrêa et al., 2000)
	314	-	(Naves, 2001)

Segundo (Teixeira et al., 2002), quando se obtém baixos níveis de fertilidade (abaixo de 70 % para vacas e 75 % para novilhas) torna-se impraticável a seleção para fertilidade, pois é impossível a manutenção do número de animais do rebanho, ocorrendo uma descapitalização. Por outro lado, pode não ser economicamente interessante elevar tais índices de fertilidade muito além dos 80 % em razão dos custos, principalmente com alimentação e manejo diferenciados, contudo, com o aumento das taxas de fertilidade, é possível aplicar uma maior intensidade de seleção, gerando crescimento do ganho genético. Portanto, é de vital importância a análise da relação custo/benefício antes da adoção de determinado sistema

2.5 Análise Bioeconômica

A expressão bioeconômico é utilizada para expressar a relação entre os componentes biofísicos e econômicos de um sistema, sendo classificados de acordo com o uso ou não de um framework de otimização (Tanure & Nabinger, 2010).

A análise econômica é a comparação entre a receita obtida na atividade produtiva com os custos, incluindo, em alguns casos, os riscos, permitindo a verificação de como os recursos empregados no processo produtivo estão sendo remunerados (Reis, 2002).

Dentre os procedimentos utilizados para a avaliação da rentabilidade da atividade agropecuária, o custo de produção é um dos principais parâmetros, e pode ser definido como sendo a soma dos valores de todos os recursos (insumos e serviços) que são utilizados no processo produtivo de uma atividade (Frank, 1978; Reis, 2002; Guimarães, 2003). Estes recursos podem ser classificados em custos fixos e variáveis, como se segue:

- a) Os custos fixos são aqueles correspondentes aos recursos que não são assimilados pelo produto no curto prazo. Assim, considera-se apenas a parcela de sua vida útil por meio de depreciação. Também se incluem neste grupo os recursos que não são facilmente alteráveis no curto prazo e que seu conjunto determina a capacidade de produção, ou seja, a escala de produção. Enquadram-se nesta categoria: culturas perenes, benfeitorias, máquinas, equipamentos, impostos e taxas fixas, etc.
- b) Os custos variáveis são aqueles referentes aos insumos que se incorporam totalmente ao produto no curto prazo, não podendo ser aproveitados ou claramente aproveitados para outro ciclo. Aqueles que são alteráveis no curto prazo, ou seja, durante a safra podem ser modificados. Também os recursos que exigem dispêndios monetários de custeio durante a safra, enquadram-se nesta categoria: fertilizantes, agrotóxicos, combustíveis, alimentação, medicamentos, manutenção, mão-de-obra, serviços de máquinas e equipamentos, entre outros.

Um bom parâmetro para análise de investimento é o Valor presente líquido (VPL). Carvalho et al. (2009), define o VPL como a diferença entre o valor presente dos fluxos de caixa futuros, descontados à taxa mínima de atratividade (TMA) e o valor inicial. Se o investimento possui VPL positivo, significa que o retorno é superior a TMA. Se negativo, o

retorno do investimento é inferior a TMA. Se igual a zero significa que o rendimento é exatamente igual a TMA. Para Hoji (2010), o VPL é a soma das entradas e saídas de fluxo de caixa na data inicial.

Outro parâmetro é a Taxa interna de retorno (TIR). Carvalho et al. (2009), define que a TIR de um fluxo de caixa é dada como a taxa de desconto que torna seu VPL igual a zero e mostra que a sua principal facilidade de uso é que o resultado é uma taxa de juros, bastando compará-la a TMA. Hoji (2010) diz que a TIR também é conhecida como taxa de desconto do fluxo de caixa e que é implícita numa série de pagamentos (saídas) e recebimentos (entradas), que tem a função de descontar um valor futuro ou aplicar o fator de juros sobre um valor presente, conforme o caso, para “trazer” ou “levar” cada valor do fluxo de caixa para uma data focal (data-base de comparação de valores correntes de diversas datas).

Determinar o custo do bezerro de corte, bem como sua composição, é ferramenta essencial para uma pecuária de corte rentável e eficiente, diminuindo riscos e incertezas dentro de um mercado competitivo (Oaigen et al., 2008).

A avaliação biológica dos efeitos de mudanças nos coeficientes técnicos dos sistemas criatórios permitirá avaliar do ponto de vista econômico a inovação tecnológica a ser usada, fator determinante a ser considerado na tomada de decisão em nível de empresa pecuária (Beretta et al., 2001).

É necessário avaliar economicamente o impacto do uso das tecnologias disponíveis para aumentar os índices zootécnicos nas fases de produção de bovinos para que possa ser indicada, técnica e economicamente, as tecnologias. A intensificação está em função do capital disponível de investimento, o risco e a taxa de retorno de cada situação. O uso das tecnologias tem que ser gradativo e coerente com os objetivos de produção, com coletas precisas dos dados para gerar as informações necessárias, buscando o aprendizado mútuo e contínuo de todos no sistema (Barbosa, 2007).

A melhoria da eficiência bioeconômica depende da habilidade gerencial em realizar alterações na atividade dentro dos limites das variáveis do mapa da isoeffiência, considerando as características produtivas e mercadológicas locais (Lampert, 2010).

Beltrame et al. (2010), simularam um cenário com 100 receptoras para avaliar economicamente a técnica de transferência de embriões e concluiu que com esse número de

animais é inviável economicamente. Porém, quando utilizou o número de receptoras sugerido pela otimização do simulador (190 receptores) a técnica se viabilizou economicamente. O valor presente líquido passou de R\$ - 56.595,39 para R\$ 235.479,82 e o custo unitário da prenhez de R\$ 1.178,19 reduziu para R\$ 980,03.

Guimarães et al. (2006) compararam por meio de simulação com análise de sensibilidade a produção de novilhas F1 (Gir x Holandês) e de bezerros de corte, em um rebanho Nelore e outro cruzado, Nelore e Angus. Devido ao alto valor agregado, a produção de F1 na maioria dos cenários foram economicamente mais vantajosa.

Pötter et al. (2000) avaliaram, por intermédio de simulações, a economicidade de sistemas de produção de bovinos de corte com novilhas primíparas aos dois (sistema “um ano”), três (sistema “dois anos”) e quatro anos (sistema “tradicional”) de idade. A margem bruta anual correspondeu a R\$ 44.066,99, R\$ 41.001,32, R\$ 40.509,86, R\$ 40.045,65 e R\$ 14.148,08, respectivamente, para os sistemas “dois anos”, “um ano” (confinamento com silagem de sorgo + uréia), “um ano” (pastejo contínuo em pastagem cultivada de azevém), “um ano” CNR (pastejo contínuo em pastagem natural e suplementação com ração) e “tradicional” de produção de bovinos de corte. O custo variável mais elevado foi do sistema “um ano” CNR.

Abreu et al. (2003) utilizando o EMBRAPEC, analisaram quatro efeitos decorrentes da implantação de período de monta (PM) no sistema de produção de bovinos de corte na fase de cria. Os efeitos foram: redução da taxa de mortalidade de bezerros de 10 para 4% (efeito A); redução na relação touro:vaca de 1:25 para 1:33 (efeito B); aumento da taxa de natalidade das vacas de 65 para 75% (efeito C); e redução na mão-de-obra permanente de vaqueiros (efeito D). Através destes efeitos foram simulados cinco cenários. O aumento percentual do valor presente líquido anual (VPL) calculado a partir da receita líquida, e da margem bruta (MB) anual, de toda atividade, em relação ao cenário sem estabelecimento de PM (cenário 1), ao final de seis anos de simulações, foram estimados em 7,64 e 7,68%; 12,91 e 13,84%; 25,36 e 25,25%; e 30,39 e 31,31%, respectivamente. A implementação de PM proporcionou melhoria substancial na economicidade e na eficiência biológica do sistema, sendo o aumento da taxa de natalidade o efeito de maior impacto positivo na atividade. Os efeitos acumulados da implantação de PM aumentaram a margem bruta anual da atividade em 31%.

Ferreira et al. (2009) avaliaram a eficiência bioeconômica diferentes grupos genéticos de bovinos de corte machos superprecoces e do sistema de produção em confinamento. A duração do confinamento foi menor para animais Charolês x Nelore (159 dias), intermediária para Red Angus x Nelore (170 dias) e maior para Aberdeen Angus x Nelore (178 dias). Os custos total, operacional e variável da diária foram 1,02; 0,85 e 0,89 US\$/dia, respectivamente. Não houve diferenças ($P>0,05$) entre grupos genéticos para custos, receita, margens bruta e líquida, lucro e rentabilidade.

Desempenho superior dos animais cruzados em relação aos zebuínos também foram observados por Perotto et al. (2001) que concluíram que o efeito fixo de grupo genético indicaram melhor ganho de peso diário pós-desmama para o grupo Red Angus x Nelore (366g/dia), seguido de Marchigiana x Nelore (352 g/dia) e Guzerá x Nelore (287g/dia), indicativo de que cruzamentos de raças de corte com matrizes Nelore são opções disponíveis para os criadores para melhorar o desempenho de seus rebanhos. Os menores ganhos foram para os animais da raça Nelore (247g/dia).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

A pesquisa foi realizada na Fazenda Cristal, localizada em Corinto na região central do Estado de Minas Gerais. Distante 245 km da capital Belo Horizonte, o município possui 23.914 habitantes, uma área geográfica de 2.525 km² (IBGE, 2007) e faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, conforme figura 2 (CBH VELHAS, 2011). A propriedade está a uma altitude média de 587,5 metros e tem como coordenadas geográficas UTM, 548.461, 7.985.501 23K (Datum WGS84).

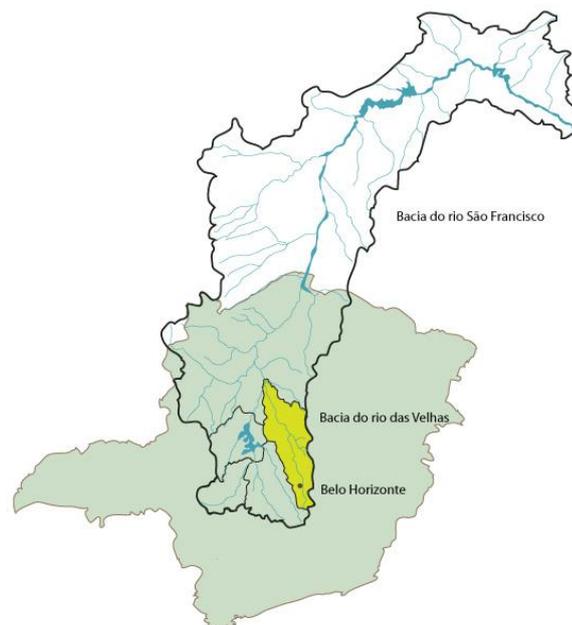


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas no estado de Minas Gerais.

Os dados de precipitação dos últimos 8 anos da propriedade mostram a grande variabilidade e a estacionalidade do período chuvoso (figura 4).

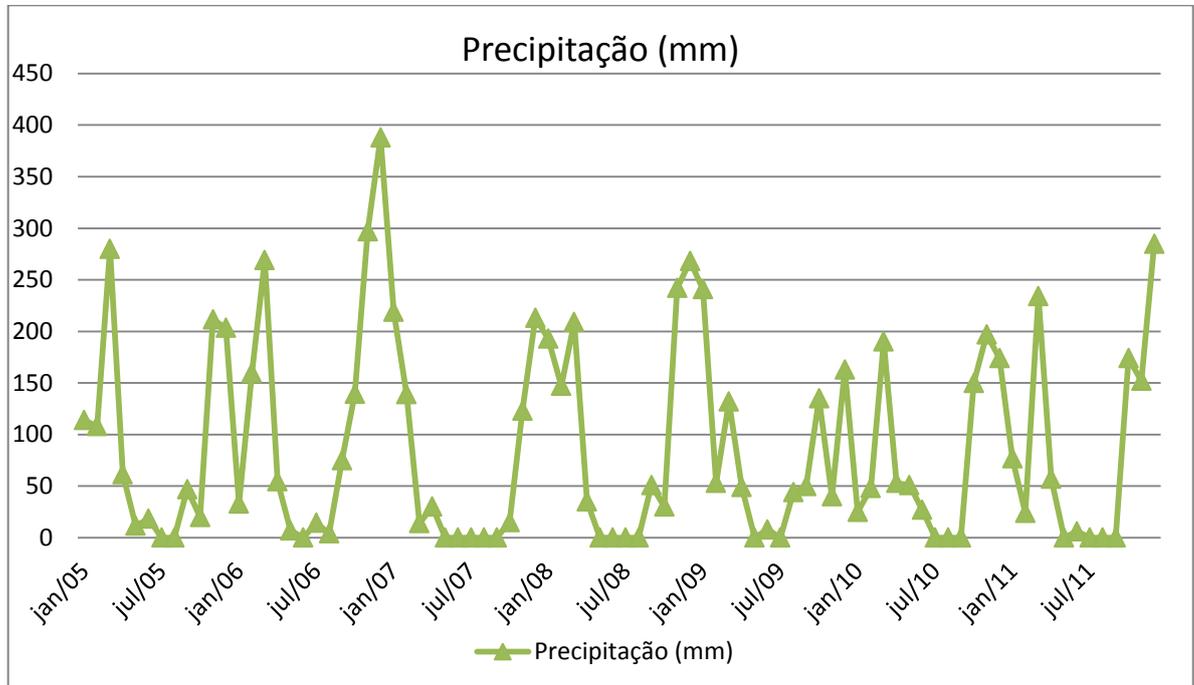


Figura 2. Precipitação mensal da Fazenda Cristal (2005-2011).

As médias mensais de temperaturas mínimas e máximas ($^{\circ}\text{C}$) dos últimos 5 anos mostram a amplitude observada no períodos de inverno e verão (figura 5) (AGRITEMPO, 2012).

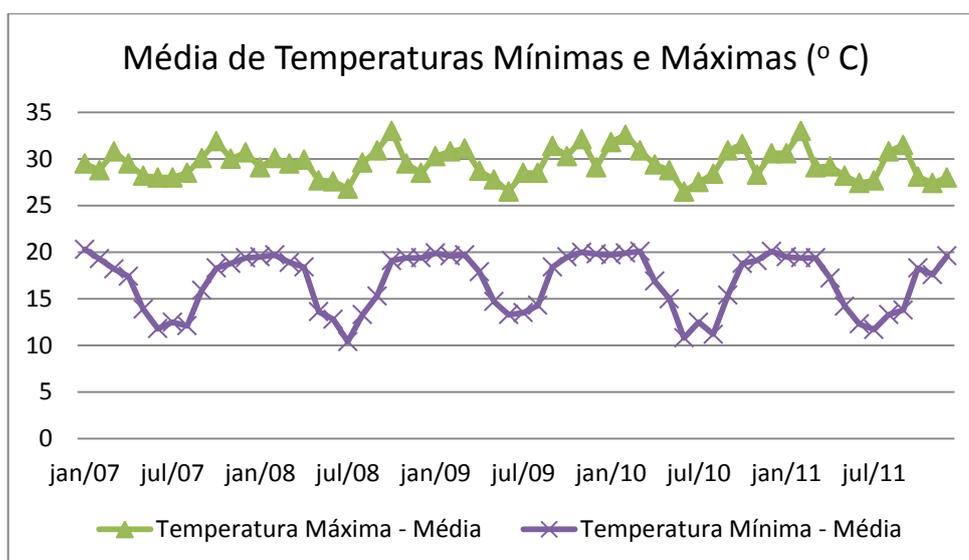


Figura 3. Média de temperaturas mínimas e máximas. Estação climatológica de curvelo (INMET). Fonte: (AGRITEMPO, 2012).

A Agropecuária Proflora possui atividades de produção de grãos (milho, soja e feijão), bovinos de corte e eucalipto, em um total de 13.414 hectares (ha). A fazenda Cristal é um dos grupos de fazendas, destinada à produção de bovinos de corte, com um total de 5.071,1 ha, sendo que 1.267,8 ha destes são destinados à preservação ambiental. As reservas ambientais são divididas em reserva legal (RL) com 1.014,20ha, representados tipicamente por vegetação de cerrado e área de preservação permanente (APP), com 253,6 ha.

A área destinada à pecuária de corte é composta totalmente de pastagens de origem antrópica (cultivadas), correspondendo a 3.803,3 hectares, distribuídos em 3.753,3 ha de sequeiro com as espécies: *Panicum maximum* cv. Tanzania I, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Xaraés, *Brachiaria decumbens* e *Andropogon Gayanus*, e 50 ha da espécie *Brachiaria brizantha* cv. Marandu irrigados via pivô central. O volumoso utilizado no confinamento é a cana de açúcar (*saccharum officinarum*) que ocupa uma área de 37 ha.

A área produtiva está dividida em 5 retiros¹, sendo que cada um deles possui infra-estrutura própria (casa, curral, vaqueiros, etc.).

¹ RETIRO. Local da fazenda onde o gado fica durante parte do ano. “Daí por diante, as vacas são distribuídas por outros retiros, de acordo com sua idade, qualidade, ascendência, grau de sangue etc.” (Cunha, 1997).

3.2 Metodologia

A simulação de sistemas alternativos de produção com animais das raças zebuínas e seus cruzamentos com raças taurinas, precede de parâmetros zootécnicos e econômicos para avaliação. Os dados relativos aos parâmetros zootécnicos para a simulação dos sistemas de produção não foram obtidos na literatura, pois foram levantados na propriedade em estudo e representam a média de 5 anos e engloba toda a estrutura produtiva da Fazenda Cristal (5 retiros). Para a simulação, estes dados representam maior confiabilidade que os de literatura, pois foram provenientes de dados reais e específicos da região.

Foi realizado “in loco” um inventário de toda a estrutura física da propriedade, incluindo levantamento topográfico, máquinas, implementos, benfeitorias, cercas, bebedouros, bem como rebanho e índices zootécnicos obtidos nos 5 últimos anos.

O levantamento topográfico foi feito através de GPS da marca Garmin modelo GPSMAP 60CSx. Os dados foram tratados com o auxílio do Software GPSTrackmaker® para determinação das áreas.

Os dados de infraestrutura e índices zootécnicos foram coletados em planilhas manuais e posteriormente inseridos em planilha eletrônica. Foram considerados os valores reais da fazenda para insumos, bem como das categorias animais, arroba do boi gordo e vaca e venda de bezerros. Os dados usados foram coletados no período de janeiro a dezembro de 2011.

A fazenda adota a criação tanto de raças zebuínas (Nelore e Tabapuã) quanto os cruzamentos com as taurinas (Aberdeen Angus e Charolês) e sintéticas (Brahman e Brangus). O sistema de criação é de ciclo completo, mas também realiza a venda de bezerros machos (zebuínos e cruzados). São produzidos os novilhos e novilhas super-precoces (cruzados abatidos aos 13 meses) e novilhos precoces zebuínos (abatido aos 23-24 meses).

Como a fazenda encontra-se ainda em um processo de crescimento de rebanho, a capacidade de suporte (0,8 UA/ha) é baixa em relação à disponibilidade de forragem nas áreas de pastagem. Para a simulação dos novos sistemas, foi realizada a compra de animais novos para estabilização do rebanho e ajuste da capacidade de suporte para 1,2 UA/ha.

As simulações foram realizadas a partir da estrutura produtiva, indicadores técnicos e econômicos existentes. Com os dados reais da fazenda foram simulados quatro sistemas intensivos de produção. Os sistemas simulados foram: ciclo completo com uso de cruzamento industrial (CompCRUZA), ciclo completo exclusivamente com zebuíno (CompZEBU), ciclo de cria com uso de cruzamento industrial (CriaCRUZA), ciclo de cria exclusivamente com zebuíno (CriaZEBU). No sistema com cruzamento industrial os animais eram vendidos logo após a desmama, com 8 meses (CriaCRUZA) ou abatidos produzindo os novilhos super precoces (CompCRUZA), já o sistema com rebanho zebu, os animais eram também vendidos à desmama com 8 meses (CriaZEBU) ou abatidos como novilhos precoces com 24 meses (CompZEBU). As bezerras foram recriadas e uma parcela descartada. Os cálculos envolvidos na análise da produção e indicadores bioeconômicos foram obtidos através do uso do programa.

Para a avaliação da viabilidade econômica foi feita uma análise baseada na metodologia proposta por Frank (1978) e utilizada por Costa et al. (1986), Corrêa et al. (2000), Guimarães (2003) e Barbosa (2008).

Foram usados os indicadores de margem bruta (receitas totais – custos variáveis); renda líquida em dinheiro (receita total – desembolsos); lucro operacional (renda líquida em dinheiro – depreciações); resíduo para remunerar a administração/proprietário (lucro operacional – juros). Para o cálculo dos juros, foi usada a metodologia de valores decrescentes no qual as taxas de juros devem ser maiores para o capital circulante do que para o capital fundiário, e intermediário para o capital de exploração fixa, sendo que a taxa de juros máxima adotada será de 6,75 % ao ano (equivalente aos juros para custeio pecuário de financiamento).

Foi utilizado o valor presente líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno como parâmetros de avaliação de investimentos, assim definidos:

- ✓ Valor presente líquido: é o valor da diferença entre um fluxo de custos e receitas obtidos ao longo de um período de tempo e atualizados por uma taxa de juros de mercado (taxa de desconto), que é dado pela fórmula: $VPL = Fc [1 \div (1 + i)^n]$; onde Fc é o fluxo de caixa do ano estudado, i é a taxa de desconto e n é cada ano do período projetado. Utilizou-se para este estudo uma taxa anual de desconto de 6,75 %.
- ✓ Taxa interna de retorno (TIR) = é o valor que torna o VPL igual à zero.

Os indicadores biológicos utilizados para se analisar e comparar os sistemas foram: nº total de animais/ano; nº total de animais vendidos/ano; nº de unidades animais (UA)/ano; nº fêmeas em reprodução/ano; kg de peso vivo vendido/ano; taxa de desfrute (nº total de animais vendidos no ano/ nº total de animais em janeiro x 100).

A estrutura inicial do rebanho foi fornecida ao modelo por intermédio do número de animais em cada categoria. O crescimento ou estabilização e o desempenho do rebanho foram controlados por parâmetros, tais como: compra e venda de animais, taxas de mortalidade das diferentes categorias, taxas de descarte para vacas, novilhas e touros, taxa de natalidade e idade à primeira parição, que entram no modelo como dados (Cezar, 1982).

Em cada sistema foi usado a mesma quantidade de funcionários existentes, sendo encarregado geral, tratorista, vaqueiros, serviços gerais entre outros. O número de casas, de currais para manejo do rebanho e o valor dos investimentos foram levantados, para comporem os custos. A casa sede também foi incluída para compor os custos.

As cercas internas e externas foram calculadas através de levantamento topográfico de todos os retiros, incluindo as de proteção das áreas destinadas à reserva legal e preservação permanente.

Os veículos destinados aos funcionários e administradores foram computados. Para efeito de cálculo de custos com deslocamento do proprietário/administrador, da cidade onde reside, Sete Lagoas-MG, até a propriedade, foi estabelecido a distância e a quantidade que são feitas as viagens por mês.

3.3 Os sistemas de produção

A partir dos dados reais coletados foram simulados quatro sistemas de produção, utilizando o simulador Embraprec. Foram criados sistemas intensivos de produção de cria, utilizando rebanho zebu (CriaZEBU) e com cruzamento zebu x taurino (CriaCRUZA), e outro com sistema de ciclo completo, sendo também utilizado rebanho zebu (CompZEBU) e outro com cruzamento zebu x taurino (CompCRUZA).

Os investimentos, os custos e as receitas do fluxo de caixa e os indicadores de eficiência econômica e biológica dos sistemas propostos foram analisados em um horizonte

de 10 anos. Os dados bioeconômicos foram comparados, a fim de poderem subsidiar a tomada de decisão de administradores e produtores rurais e abrir novos caminhos para a pesquisa em produção de gado de corte.

As análises foram desenvolvidas a partir da simulação de sistemas produtivos de cria e ciclo completo, assumindo que na cria todos os bezeros (machos) eram vendidos à desmama com oito meses de idade (mês de maio de cada ano). As bezerras desmamadas foram mantidas no rebanho até completarem um ano, quando da seleção e descarte de 15% delas. As novilhas descartadas foram vendidas em julho de cada ano. As novilhas de reposição tinham o primeiro parto após os dois anos de idade no sistema cruzado e aos três no zebuíno. As vacas velhas foram descartadas aos 6 anos de idade sempre no mês de junho de cada ano. Para a simulação, a estação de monta ocorreu em janeiro e os nascimentos em outubro.

3.4 O Simulador Bioeconômico

Os dados foram processados em um simulador bioeconômico. O software utilizado foi o Embrapec, versão 1.0, que é um programa de simulação de sistemas bioeconômicos, desenvolvido no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte - Embrapa (Cezar, 1982). O modelo incorpora os dados levantados na Fazenda Cristal, como rebanho, e infraestrutura produtiva de cercas, pastagens, currais e benfeitorias. O modelo faz ajuste da taxa de lotação das pastagens, neste caso foi adquirido no primeiro ano animais para este fim.

O programa calcula os indicadores de eficiência biológica e análise econômica. O fluxo de caixa, obtido através dos custos e receitas dos sistemas de produção foram estudados em um cenário de projeção de 10 anos.

O número de cavalos foi levantado e considerando a quantidade de vaqueiros e a relação cavalos por vaqueiro considerado pelo sistema (assume que cada um necessita de três animais de serviço) não foi necessário fazer ajustes.

3.5 Fonte dos dados

A média dos índices zootécnicos obtidos nos últimos 5 anos, 2007 a 2011, na fazenda Cristal foram considerados nas simulações. O rebanho da propriedade é composto por animais comerciais, sendo zebuínos das raças Nelore e Tabapuã e cruzamentos de zebuínos com taurinos das raças Aberdeen Angus, Red Angus e Charolês, e com as raças sintéticas Brahman e Brangus. Os animais foram manejados em sistema intensivo (pastagem irrigada e confinamento) e extensivo de pastejo sob lotação variável.

3.5.1 Área da propriedade e rebanho inicial

A fazenda Cristal é composta por cinco retiros, sendo o Retiro 1, 2.275ha, Retiro 2, 320ha, Retiro 3, 300ha, Retiro 4, 2.000ha e o Retiro 5 com 176ha, sendo que cada um deles possui infra-estrutura própria (casa, curral, vaqueiros, etc.). A área total é de 5.071ha, incluindo as áreas de Reserva Legal e Preservação Permanente.

Os sistemas foram dimensionados de acordo com a disposição das áreas e com pastagens existentes na propriedade. Há uma grande variabilidade nos tamanhos dos pastos, sendo o tamanho médio em torno de 40 ha. A capacidade de suporte das pastagens alcançada nos últimos 5 anos foi de 0,8UA/ha/ano para o sistema de sequeiro e de 5 UA/ha no sistema irrigado.

O rebanho inicial (tabela 4) foi determinado no levantamento dos dados e fornecido ao modelo por intermédio do número de animais em cada categoria. Por se tratar de um rebanho composto por animais zebuínos e cruzados com europeus, admitiu-se o mesmo número de animais para cada sistema. A estabilização do rebanho foi feita pelo simulador utilizando a taxa de lotação nos períodos das águas e seca, as taxas de mortalidade das diferentes categorias, taxas de descarte para vacas, novilhas e touros, taxa de natalidade e idade à primeira parição, ambas retiradas da média obtida no rebanho nos últimos cinco anos.

Tabela 4. Rebanho inicial por categoria da fazenda Cristal utilizado nas simulações.

Categorias	CriaCRUZA	CriaZEBU	CompCRUZA	CompZEBU
Bezerros mamando	455	455	455	455
Bezerras mamando	382	382	382	382
Bezerros desmamados	1	1	1	1
Bezerras desmamados	88	88	88	88
Fêmeas de 1 ano	367	367	367	367
Fêmeas de 2 ano	513	513	513	513
Fêmeas de 3 ano	430	430	430	430
Fêmeas de 4 ano	430	430	430	430
Fêmeas de 5 ano	430	430	430	430
Fêmeas de 6 ano	430	430	430	430
Touros	56	56	56	56
Total	3582	3582	3582	3582

Na propriedade existem 48 cavalos e não foi necessária a compra de mais animais para nenhum dos sistemas simulados. A vida útil dos animais de serviço foi determinada em 7 anos.

A tabela 5 mostra a taxa de lotação utilizada quando da estabilização do rebanho estabilizado.

Tabela 5. Taxa de lotação (UA/HA) quando da estabilização do rebanho.

Mês	Pastagem Sequeiro	Pastagem Irrigada
Janeiro	1,2	6,0
Fevereiro	1,2	6,0
Março	1,2	6,0
Abril	1,2	6,0
Mai	1,0	6,0
Junho	0,9	4,0
Julho	0,9	3,0
Agosto	0,9	3,0
Setembro	0,9	3,0
Outubro	1,2	6,0
Novembro	1,2	6,0
Dezembro	1,2	6,0

3.5.2 Índices Zootécnicos

A estação de monta foi de janeiro a março, sendo usada a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) no primeiro serviço e repasse com touro zebuino (Tabapuã, Nelore e Brahman). As novilhas cruzadas com as raças Angus (geração F1) e Brangus (geração F2) entram na reprodução aos 14 meses de idade, e as novilhas zebuínas aos 26 meses de idade. As novilhas tricross (1/2 NelorexAngus X 1/2Charolês, 1/2 TabapuãxAngus X 1/2Charolês, 1/2 NelorexAngus X 1/2Brahman, 1/2 TabapuãxAngus X 1/2Brahman, 3/4 Nelore x 1/4 Angus, 3/4 Tabapuã x 1/4 Angus) são terminadas em confinamento e são abatidas aos 13 meses de idade como super-precoce (tabela 6).

A idade ao primeiro parto, as taxas de natalidade e de descarte (Tabela 6) foram também obtidas da média dos últimos 5 anos e foram usadas para a simulação no modelo.

Tabela 6. Dados médios dos últimos cinco anos de idade ao primeiro parto, taxas de natalidade e de descarte da fazenda Cristal.

Categorias	CriaCRUZA	CriaZEBU	CompCRUZA	CompZEBU
Idade ao primeiro parto (anos)	2	3	2	3
Natalidade - Novilhas (1º parto)	85%	85%	85%	85%
Natalidade - Vacas (1º para o 2º parto)	65%	65%	65%	65%
Natalidade - Vacas (3º parto ou mais)	85%	85%	85%	85%
Descarte - Novilhas de 1 ano	15%	15%	15%	15%
Descarte - Novilhas vazias	100%	100%	100%	100%
Descarte - Vacas 1ª cria vazia	100%	100%	100%	100%
Descarte - Vacas 2ª cria vazia	100%	100%	100%	100%
Descarte - Vacas (idade, anos)	6	6	6	6
Idade ao abate (meses)	-	-	13	24
Peso a desmama de machos (kg) 205d	247	192	247	192
Peso ao abate (kg)	-	-	485	485

As taxas de mortalidade constam na tabela 7. Os valores mostram a média dos últimos cinco anos da Fazenda Cristal.

Tabela 7. Dados médios dos últimos cinco anos das taxas de mortalidade da fazenda Cristal.

Índices	Cruzados	Zebuínos
Mortalidade até à desmama	1,5%	1,5%
Mortalidade até 1 ano	1%	1%
Mortalidade 1-2 anos	1%	1%
Mortalidade 2-3 anos	0,5%	0,5%
Mortalidade > 3anos	0,5%	0,5%
Mortalidade de Touros	0,5%	0,5%

3.5.3 Manejo sanitário

Na composição do custo foi estipulado o calendário sanitário (tab. 8) utilizado atualmente na fazenda, contendo as aplicações de vacinas e vermífugos:

Tabela 8. Calendário sanitário de vacinação e vermifugação de um sistema de bovinos de corte.

Descrição	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Vermifugação					x		x		x			
Aftosa					x							x
Brucelose					x	x						
Clostridiose					x	x						x
Ectoparasitas	x										x	x

Na aplicação da vacina de Brucelose foi incluído o custo de aplicação, que atualmente é terceirizado, nas demais vacinas e na aplicação de vermífugo foi aproveitado mão de obra existente.

3.5.4 Manejo Nutricional

O manejo nutricional existente na fazenda foi mantido nas simulações. Para os sistemas que utilizam os cruzamentos foi utilizada a suplementação com “creepfeeding” para os machos e fêmeas. Após a desmama, realizada em maio de cada ano, os bezerros eram levados para o confinamento no período de junho a novembro (CompCRUZA) ou vendidos (CriaCRUZA). As fêmeas eram suplementadas com suplemento proteico-energético e o ganho de peso era de 200g/dia.

No sistema CompZEBU não foi utilizado “creepfeeding”, porém houve uma suplementação na primeira seca com suplemento proteico-energético para machos e fêmeas, durante os meses de junho a outubro de cada ano. O ganho de peso considerado no período chuvoso foi de 600 g/dia e 200g/dia no período seco. Na segunda seca, os machos eram confinados nos meses de agosto a outubro.

O volumoso utilizado no confinamento foi a cana de açúcar fresca fornecida aos animais junto ao concentrado 5 vezes ao dia. A dieta foi formulada para ganho de 1,5 kg/dia, sendo a mesma já utilizada no confinamento da fazenda, tanto para os animais do sistema CompCRUZA quanto ao CompZEBU.

O suplemento mineral foi fornecido a vontade de acordo com cada categoria no período das águas e no período seco para as matrizes foi suplementado sal com ureia. Existe na propriedade um sistema de abastecimento de água com rede de distribuição, reservatórios e bebedouros.

3.5.5 Mão-de-obra

O salário mensal médio dos funcionários é R\$ 1.053,65. O Embraprec calcula o número de funcionários em função do número de bovinos, sendo assim cada sistema de produção tem um número diferente de animais e de funcionários necessários. O valor anual de mão de obra foi calculado pelo salário mensal médio dos funcionários, multiplicado por 12 meses e pelo número de funcionários. Os encargos trabalhistas foram calculados separadamente (tabela 12).

3.5.6 Benfeitorias

Os cinco retiros possuem 9 casas de vaqueiro. O Embrapec calculou como necessário para os sistemas de produção propostos a mesma quantidade de casas, não sendo necessário incluir a construção de nenhuma outra. O número de casas foi calculado pelo modelo considerando que 50% dos vaqueiros são casados e 50% solteiros.

Na propriedade existem seis currais em bom estado de conservação, dotados de troncos de contenção, seringa, brete e balança, distribuídos nos cinco retiros. Em função do número de animais após a estabilização do rebanho nos diferentes sistemas de produção, verificou-se não haver necessidade de projetar a construção de novas estruturas de manejo.

As cercas foram calculadas através de levantamento com GPS e programa topográfico e no levantamento das cercas construídas nos últimos cinco anos. A quantidade de cercas existentes foi dividida conforme entrada de dados do Embrapec em externas, com um total de 51 km, e internas, com um total de 105 km.

O retiro sede conta com estrutura de confinamento, incluindo currais com capacidade de 1.600 animais, sistema de abastecimento de água, estrutura física de fábrica de ração e galpão para armazenamento de insumos. Os valores das benfeitorias existentes na fazenda Cristal estão representados na tabela 9.

Tabela 9. Descrição e valor das benfeitorias existentes na fazenda Cristal.

Descrição	Unidade	Quantidade	R\$ Unitário	R\$ Total
Casas de Vaqueiro	unidade	9	R\$ 25.000,00	R\$ 225.000,00
Casa sede	unidade	1	R\$ 250.000,00	R\$ 250.000,00
Currais de Manejo	unidade	6	R\$ 52.627,00	R\$ 315.762,00
Cercas	km	156	R\$ 5.000,00	R\$ 780.000,00
Estrutura de Confinamento	unidade	1	R\$ 241.974,00	R\$ 241.974,00
Total				R\$ 1.846.336,00

Não foram necessários novos investimentos, a estrutura existente na fazenda foi satisfatória para simulação dos sistemas de produção.

3.5.7 Máquinas e equipamentos

Existem dois veículos na propriedade, sendo uma caminhonete e uma moto. O Embrapec leva em consideração a distancia da cidade onde reside o proprietário até a fazenda e o numero de viagens/mês. Estabeleceu-se a distância de 200 km e duas viagens por mês. O gasto com o outro veículo foi incluído em outras despesas, uma vez, que não há opção de entrada de outros veículos.

Os retiros são servidos por dois tratores além dos implementos, como vagão forrageiro, carretas, pulverizador, ensiladeiras, grades, roçadeiras e distribuidor de adubo e calcário.

O sistema de irrigação é composto por um pivô central com área de 50 ha, incluindo sistema de captação e distribuição de água (adutora) e sistema elétrico de controle.

Equipamentos como computadores, impressoras, celulares, rádios, etc., também foram computados.

O levantamento das benfeitorias existentes na fazenda Cristal e a respectiva descrição dos seus valores constam na tabela 10.

Tabela 10. Descrição e valor das benfeitorias existentes na fazenda Cristal.

Descrição	Unidade	Quantidade	R\$ Unitário	R\$ Total
Caminhonete	unidade	1	R\$ 79.000,00	R\$ 79.000,00
Moto	unidade	1	R\$ 7.000,00	R\$ 7.000,00
Patrulha Agrícola	unidade	1	R\$ 198.600,00	R\$ 198.600,00
Fabrica de ração	unidade	1	R\$ 57.300,00	R\$ 57.300,00
Sistema de Irrigação	unidade	1	R\$ 248.300,00	R\$ 248.300,00
Outros	*	1	R\$ 7.319,00	R\$ 7.319,00
Total				R\$ 597.519,00

3.6 Receitas, investimentos e custos

Os custos e receitas foram computados de forma a gerar o fluxo de caixa sobre o qual foi calculado o parâmetro econômico de valor presente líquido (VPL). A cada ano da simulação (10 anos) foi gerado a participação percentual de cada item do custo e da receita.

Foram usados os valores de custos e receitas conforme os dados reais obtidos do sistema de produção de 2007 a 2011.

3.6.1 Receitas

As receitas dos sistemas de cria estudados foram obtidas através das venda dos bezerros desmamados, descarte de novilhas e vacas velhas ou com problemas reprodutivos.

As receitas dos sistemas de ciclo completo estudados foram obtidas através das venda dos novilhos super precoces (cruzados) e de novilhos precoces (zebuínos), além de descarte de novilhas e vacas velhas ou com problemas reprodutivos. Os preços utilizados na simulação são referentes aos ocorridos no ano de 2011 no mercado local.

3.6.2 Investimentos

Os valores dos bens imobilizados (benfeitorias, máquinas, equipamentos, formação de culturas perenes, compra de terras, compra de animais, entre outros) foram calculados conforme os valores acumulados durante o início do projeto, agosto/2006, até dezembro de 2011.

3.6.3 Custos fixos

O modelo calcula os custos de depreciação anual de máquinas e equipamentos, cercas, casas, currais, veículos, touros e cavalos e lançam no fluxo de caixa mensalmente. As taxas anuais de depreciação e valores residuais foram lançadas no Embraprec conforme a tabela 11.

Tabela 11. Descrição e valores de vida útil e valor residual.

Descrição	Vida útil (anos)	Valor residual
Edificações	25	20%
Curral	20	20%
Cercas	20	20%
Máquinas e Equipamentos	10	20%
Veículos	5	40%
Touros	3	*
Cavalos	7	20%
* Venda a frigorífico como boi gordo		

Os custos lançados no Embraprec referentes às manutenções de construções e veículos foram de 3% e 5% respectivamente, ficando classificados como custos fixos.

O Imposto Territorial Rural (ITR) foi calculado e lançado à alíquota (% do valor da terra) considerando uma propriedade produtiva com grau de utilização (GU) acima de 80%.

3.6.4 Custos variáveis

Os custos operacionais foram calculados mensalmente em função do tamanho do rebanho. Nestes custos, foram incluídos todos os desembolsos necessários a produção.

O custo com medicamentos diversos e carrapaticidas ficou em média R\$ 0,24/UA/mês e como não há previsão de entrada no sistema, a maneira de inclui-lo no cálculo do custo é lançando como gastos diversos.

Da mesma maneira foram incluídos os custos com a inseminação artificial em tempo fixo nos sistemas simulados. O valor gasto foi de R\$ 20,90/vaca/ano, considerando o gasto de 1,55 dose/animal obtida na fazenda e mais o material de consumo como nitrogênio, bainhas, luvas, etc.

A mão-de-obra foi calculada em função do número de animais existentes em cada sistema de produção. Os sistemas que utilizam cruzamento industrial possuem um número menor de animais. Assim, a quantidade de vaqueiros com o rebanho estabilizado foi

de 7 e 8, para cruzados e zebuínos, respectivamente. O cálculo do custo dos principais encargos trabalhistas está na tabela 12.

Tabela 12. Encargos trabalhistas.

Discriminação	Valor
FGTS (salário)	8,00%
INSS ¹ (salário)	2,70%
FÉRIAS	11,11%
INSS (férias)	0,30%
FGTS (férias)	0,89%
13º Salário	8,33%
INSS (13º salário)	0,22%
FGTS (13º salário)	0,67%
Rescisão trabalhista ² (multa FGTS)	3,20%
Total de encargos trabalhistas	35,42%

1. Somas das contribuições relativas a salário educação (2,5%) e INCRA (0,2%);
2. Considerando a multa de 40% sobre o saldo do FGTS e que todos os empregados contratados serão dispensados sem justa causa.

A portaria interministerial MPS/MF nº 77, de 11 de março de 2008, (BRASIL, 1998) que dispõe sobre o reajuste dos benefícios pagos pelo Instituto Nacional do Seguro Social - INSS e dos demais valores constantes do Regulamento da Previdência Social, define como contribuição ao empregado rural com salário até R\$ 911,70 uma contribuição de 8% para o INSS. O valor não entra no custo do encargo trabalhista, pois apesar de ser recolhido pelo empregador ele é descontado do salário dos empregados.

Foi considerado no modelo o pagamento 2,3 % sobre à comercialização da produção referente ao imposto “FUNRURAL”.

As adubações de manutenção são feitas de duas formas: parceladas ao longo de cada ano na área de pastagem irrigada e uma vez a cada quatro anos nas demais áreas de pastagem. As recomendações são feitas baseadas em análises de solo. O custo de adubação foi baseado na média das adubações dos últimos 5 anos e utilizaram calcário, MAP, cloreto de

potássio e ureia agrícola, além dos gastos com distribuição. O custo da área de pastejo intensivo foi de R\$ 2.060,20/ha/ano e da semi-intensiva R\$ 135,50/ha/ano.

Os custos de manutenção dos veículos foram considerados fixos (item 3.6.2). Os gastos com combustíveis e lubrificantes são considerados variáveis pelo modelo, tendo sido lançado o valor de R\$ 0,35/km rodado.

3.7 Preços

Os preços utilizados foram levantados na própria propriedade através de notas fiscais, recibos e com fornecedores da região (Tab. 13). O custo do confinamento considera apenas o de alimentação, uma vez que o programa calcula os outros custos separadamente.

O preço da terra nua foi considerado o praticado na região e foi levantado através de negociações (compra e venda recentes) e com corretores de imóveis, sendo o valor médio de R\$ 2.920,00/ha.

Os preços dos bezerros desmamados de zebuínos e de cruzamento industrial e das demais categorias foram levantados de acordo com as últimas vendas e/ou compras realizadas pela fazenda em leilões e a outros criadores durante o ano de 2011. O valor da arroba de boi gordo e vaca gorda foram baseados nas últimas vendas aos frigoríficos no ano de 2011 (tab. 14).

Tabela 13. Preços médios de alguns insumos adquiridos em 2011 pela fazenda Cristal.

Descrição	Unidade	Valor
Vacina de Brucelose	dose	R\$ 1,50
Vacina de Aftosa	dose	R\$ 1,40
Vacina de Carbúnculo	dose	R\$ 0,80
Vermífugo	mL	R\$ 0,22
Sal Mineral	UA/mês	R\$ 2,30
Alimentação creepfeeding	animal/dia	R\$ 0,20
Confinamento (Alimentação)	R\$/cabeça/dia	R\$ 3,50
Sêmen	Dose	R\$ 13,60

Os preços dos animais (tabela 14), terra e insumos referem-se aos praticados na região de Corinto/MG em Novembro de 2011. Os valores das categorias animais estão descritos Na Tabela 14.

Tabela 14. Preços das diferentes categorias praticados na região de Corinto/MG em Novembro de 2011

Descrição	Cruzados	Zebuínos
Bezerro (a) mamando.	R\$ 400,00	R\$ 360,00
Bezerro desmamado.	R\$ 800,00	R\$ 740,00
Bezerra desmamada.	R\$ 700,00	R\$ 583,00
Fêmea de 1-2 anos.	R\$ 1.160,00	R\$ 890,00
Fêmea de 2-3 anos.	R\$ 1.350,00	R\$ 1.070,00
Vaca de cria	R\$ 1.485,00	R\$ 1.260,00
Vaca gorda.	R\$ 1.615,00	R\$ 1.425,00
Arroba de Boi Gordo	R\$ 100,00	R\$ 100,00
Arroba de vaca	R\$ 90,00	R\$ 90,00
Touro (Compra)	R\$ 7.000,00	R\$ 7.000,00
Touro (Descarte)	R\$ 2.700,00	R\$ 2.700,00

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho zootécnico

O número médio de cabeças existentes no mês de outubro dos dez anos projetados e respectivo desvio padrão está na tabela 15.

Tabela 15. Composição média do rebanho nos meses de outubro dos dez anos de projeção (número de cabeças e desvio padrão (DP)) de acordo com os sistemas simulados, CriaCRUZA, CompCRUZA, CriaZEBU, CompZEBU.

Categorias (cabeças)	CriaCRUZA		CriaZEBU		CompCRUZA		CompZEBU	
	Valor	DP	Valor	DP	Valor	DP	Valor	DP
Bezerros mamando	1.107	(59)	1.039	(26)	1.094	(46)	931	(38)
Bezerras mamando	1.107	(59)	1.039	(26)	1.094	(46)	931	(38)
Fêmeas 1 ano	1.043	(65)	1.047	(38)	1.038	(61)	941	(60)
Fêmeas 2 anos	849	(75)	894	(47)	827	(68)	788	(56)
Fêmeas 3 anos	711	(51)	914	(43)	704	(46)	811	(71)
Fêmeas 4 anos	460	(44)	755	(64)	457	(42)	675	(73)
Fêmeas 5 anos	393	(35)	500	(49)	393	(35)	451	(48)
Fêmeas 6 anos	343	(38)	437	(44)	343	(38)	397	(52)
Garrotes 1 ano	0	(0)	0	(0)	990	(116)	857	(85)
Bois de 2 anos	0	(0)	0	(0)	0	(0)	762	(217)
Total	6.012	(35)	6.625	(28)	6.939	(41)	7.544	(61)

A capacidade de suporte das pastagens de sequeiro foi de 1,2 UA/ha nas águas e 0,9 UA/ha na seca e nas pastagens irrigadas foram de 6,0 e 3,0 UA/ha nas águas e na seca, respectivamente (tabela 5) sendo a mesma para todos os sistemas simulados. Esses valores são inferiores aos utilizados por Corrêa et al. (2000), que utilizaram um simulador para definir parâmetros para posterior implantação de um sistema físico de produção no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte – Embrapa. Foi utilizada a capacidade de suporte de 1,4 UA/ha na seca. Segundo o autor é exequível do ponto de vista técnico e econômico, bastando utilizar adubação de manutenção a cada três anos, conforme citado e recomendado por (Macedo et al., 1993). A opção nesta simulação foi a de utilizar a capacidade de lotação média obtida na propriedade nos últimos cinco anos nas áreas com adequado manejo.

O rebanho ficou estabilizado em um número de UA's semelhantes. Porém, há grande diferença no número total de animais, de fêmeas em reprodução, de animais vendidos e de machos vendidos no ano (tabela 16). Estas diferenças ocorrem pelo fato dos animais zebuínos terem um peso vivo em categoria inferior aos animais cruzados, resultando em sistemas com um maior número de animais. Segundo Borges et al. (2010), esse resultado pode ser associado à expressão máxima de heterose em cruzamentos de animais *Bos taurus* x *Bos indicus*.

As taxas de desfrute e a quantidade de peso vivo vendida/ha nos sistemas com animais cruzados foram superiores aos com animais exclusivamente zebuínos (tab. 16). Isso se deve a maior precocidade dos cruzamentos com os taurinos e antecipação da idade ao abate e a reprodução. Para Barbosa (1999), precoce é o animal que chega mais cedo à idade adulta ou, em outras palavras, é aquele cujo esqueleto se completa precocemente, antes da idade comum à sua espécie. Tal acabamento se dá pela ossificação da zona de crescimento, dos ossos longos, e assim o animal para de crescer, com outra consequência importante: adquire a dentição definitiva também mais cedo. A maior precocidade também foi observada por Borges et al. (2010) que obteve uma idade de abate 82 dias mais cedo que os puros zebuínos representando 11,3% de superioridade. As fêmeas cruzadas possuem maior peso corporal, porém devido à antecipação da puberdade e do abate, há a liberação de mais áreas de pastagens, esse fato faz com que número de fêmeas em reprodução seja maior. Assim, os sistemas que utilizaram animais cruzados obtiveram taxas de desfrute superiores aos zebuínos (tabela 16). A média nacional, segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras

de Carnes, (ABIEC, 2012) foi de 18,9% em 2011, inferior aos valores encontrados, tanto de cruzados quanto de zebuínos, porém inferiores as taxas de desfrute obtido em sistemas mais avançados tecnologicamente, como no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte da Embrapa, que é de 32 % (Corrêa et al., 2000).

Os sistemas CriaCRUZA e CompCRUZA obtiveram maior peso de bezerro desmamado/vaca quando comparado aos do zebuíno (Tab. 16) devido ao maior peso à desmama dos animais cruzados proveniente do efeito da heterose. Em um estudo com 882 animais da raça tabapuã e cruzados com outras raças europeias, Borges et al. (2010) concluíram que os animais cruzados pesaram 27,69 kg a mais para peso a desmama aos 205 dias.

Desempenho superior dos animais cruzados em relação aos zebuínos também foram observados por Perotto et al. (2001) que concluíram que o efeito fixo de grupo genético indicaram melhor ganho de peso diário pós-desmama para o grupo Red Angus x Nelore (366g/dia), seguido de Marchigiana x Nelore (352 g/dia) e Guzerá x Nelore (287g/dia), indicativo de que cruzamentos de raças de corte com matrizes Nelore são opções disponíveis para os criadores para melhorar o desempenho de seus rebanhos. Os menores ganhos foram para os animais da raça Nelore (352g/dia).

Tabela 16. Indicadores de eficiência biológica dos sistemas simulados CriaCRUZA, CompCRUZA, CriaZEBU, CompZebu.

Categorias	Cria CRUZA	Cria ZEBU	Comp CRUZA	Comp ZEBU
Total de animais ¹ (cabeças)	5.024	5.624	5.483	6.309
Fêmeas em reprodução (cabeças)	2.708	2.582	2.695	2.346
Taxa de natalidade média (%)	80	80	80	80
Bezerros (as) desmamados (cabeças)	2.036	1.932	2.026	1.744
Kg de bezerros (as) desmamados/vaca (cabeças)	145,1	127,5	145,1	127,3
Total de animais vendidos (cabeças)	2.000	2.002	1.991	1.726
Total de machos vendidos (cabeças)	1.016	965	990	762
Desfrute anual (%)	24,4	22,7	24,4	19,8
Kg de peso vivo vendido/ha (kg)	211,6	175,8	230,3	176,4
Kg carne (carcaça) vendida/ha (kg)	49,9	45,5	118,1	94,2

¹ Média dos doze meses do ano.

Quando avaliamos as vendas de carcaça/ha e de peso vivo (peso corporal)/ha vimos a superioridade dos cruzados em relação aos zebuínos (tabela 16), graças a precocidade para a terminação e reprodução aumentando assim a produtividade. Da mesma forma a maior venda do sistema de ciclo completo quando comparamos com os de cria. (Barbosa et al., 2010), avaliando diferentes taxas de natalidade de um sistema de ciclo completo com rebanho misto zebu e cruzado, encontrou valores superiores ao deste estudo, estando entre 141 e 149 kg peso vivo total vendido/ha/ano, respectivamente.

4.2 Custos

Quando comparamos a estrutura de custos dos quatro sistemas (tabela 17) podemos observar que não houve diferença entre os gastos relativos a manutenção de pastagens, uma vez que a mesma área em todos os sistemas simulados. Os gastos com instalações, benfeitorias, maquinas e equipamentos, foi superior para os sistemas de ciclo completo. Mesmo a propriedade tendo toda a estrutura de confinamento, os valores investidos e a sua manutenção foram retirados da simulação nos sistemas de cria, uma vez que não é necessário a ao sistema. Para nenhum dos cenários simulados foram necessários modificações (novos investimentos) nesses itens. Os custos fixos diferiram também no tocante à depreciação e juros relativos aos bovinos. Essa diferença é proporcional ao tamanho (cabeças) e peso (kg ou UA) de cada rebanho.

O percentual do custo fixo é maior nos sistemas de cria comparado aos de ciclo completo, sendo 28,1%, 27,1% e 18,8%, 20,1% para CriaCRUZA, CriaZEBU, CompCRUZA e CompZEBU respectivamente. Isso se deve a menor produtividade e menor número de cabeças nesse sistema. Quando comparado o sistema de cria, o cruzado tem um custo 9,5% maior que o zebu, diferente do constatado por Guimarães et al. (2006) em que o zebu teve um custo total 0,2% menor. Essa diferença é explicada em sua maior parte pela utilização, neste trabalho, da suplementação aos bezerros cruzados em aleitamento. O “creepfeeding” teve um custo anual de R\$ 71.455,87, elevando o custo total em 4,6%.

Os gastos relativos à alimentação, controle sanitário, mão de obra, impostos sobre a venda e juros referentes ao capital, também foram proporcionais ao tamanho e peso de cada rebanho no sistema. Os valores dispendidos em confinamento somente foram considerados nos sistemas que adotam essa tecnologia (CompCRUZA e CompZEBU).

Tabela 17. Estrutura de custos dos sistemas simulados no 10º ano de projeção dos sistemas simulados CriaCRUZA, CompCRUZA, CriaZEBU, CompZebu.

Categorias	CriaCRUZA		CriaZEBU		CompCRUZA		CompZEBU	
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%
A.CUSTO FIXO	432.802,10	(28,1)	382.536,80	(27,1)	443.430,20	(18,8)	369.796,00	(20,1)
A.1.Rebanho bovino e animais de trabalho								
Depreciação	104.514,10	(6,8)	86.536,55	(6,1)	101.817,40	(4,3)	76.648,91	(4,2)
Juros	174.897,20	(11,3)	142.609,40	(10,1)	169.734,70	(7,2)	121.269,00	(6,6)
A.2.Instalações e benfeitorias								
Depreciação	59.030,48	(3,8)	59.030,48	(4,2)	66.773,65	(2,8)	66.773,65	(3,6)
Juros	34.316,00	(2,2)	34.316,00	(2,4)	40.074,98	(1,7)	40.074,98	(2,2)
A.3.Máquinas Equipamentos e veículo								
Depreciação	53.537,52	(3,5)	53.537,52	(3,8)	58.121,52	(2,5)	58.121,52	(3,2)
Juros	4.985,53	(0,3)	4.985,53	(0,4)	5.386,63	(0,2)	5.386,63	(0,3)
A.4.Imposto territorial	1.521,30	(0,1)	1.521,30	(0,1)	1.521,30	(0,1)	1.521,30	(0,1)
B.CUSTO VARIÁVEL	1.109.694,00	(71,9)	1.026.777,00	(72,9)	1.915.539,00	(81,2)	1.466.089,00	(79,9)
B.1.Manutenção de benfeitorias	28.273,71	(1,8)	28.273,71	(2,0)	32.629,24	(1,4)	32.629,24	(1,8)
B.2.Manutenção máquinas, equip. e veículo	19.216,55	(1,3)	19.216,55	(1,4)	20.935,55	(0,9)	20.935,55	(1,1)
B.3.Gastos com combustível de veículo	4.032,00	(0,3)	4.032,00	(0,3)	4.032,00	(0,2)	4.032,00	(0,2)
B.4.Controle sanitário	29.465,06	(1,9)	27.665,50	(2,0)	33.347,04	(1,4)	32.708,18	(1,8)
B.5.Sal mineral	109.430,90	(7,1)	96.701,59	(6,9)	106.574,20	(4,5)	100.573,70	(5,5)
B.6.Alimentação em confinamento	0,00	(0,0)	0,00	(0,0)	680.818,60	(28,9)	283.086,30	(15,4)
B.7.Suplementação alimentar em pasto	71.455,87	(4,6)	0,00	(0,0)	68.646,23	(2,9)	39.686,77	(2,2)
B.8.Mão-de-obra e encargos sociais	106.207,90	(6,9)	121.380,50	(8,6)	156.951,70	(6,7)	141.189,10	(7,7)
B.9.Adubação (manutenção) de pastagens	611.233,90	(39,6)	611.233,90	(43,4)	611.233,90	(25,9)	611.233,90	(33,3)
B.10.Impostos sobre vendas de animais (FUNRURAL)	33.319,23	(2,2)	30.153,33	(2,1)	77.654,69	(3,3)	59.247,05	(3,2)
B.11.Outras despesas	30.000,00	(1,9)	30.000,00	(2,1)	30.000,00	(1,3)	30.000,00	(1,6)
B.12.Juros sobre o capital circulante	67.059,03	(4,4)	58.119,77	(4,1)	92.715,90	(3,9)	110.767,10	(6,0)
C.CUSTO TOTAL (A+B)	1.542.496,00	(100)	1.409.314,00	(100)	2.358.969,00	(100)	1.835.885,00	(100)

Os custos com a manutenção de pastagens (irrigadas e de sequeiro) estão representados na tabela 17 pelos custos com adubo e distribuição e representaram de 25,9 a 42,6% do custo total, sendo percentualmente mais representativos nos sistemas de cria.

Os sistemas que adotam o ciclo completo tem um custo total (R\$/ano) muito superior aos que adotam a venda de bezerros, sendo 52,9 e 30,3 % superiores aos de cria de cruzados e zebuínos, respectivamente. Entre os grupos genéticos a diferença também é significativa, sendo que a produção de bezerros cruzados tem um custo total (R\$/ano) 9,5 % maior e a produção de bois cruzados 28,5% superior. A produção de animais cruzados quando comparados com zebuínos ou ainda de ciclo completo comparados com cria demandam maior aporte de recursos para fluxo de caixa.

4.3 Receitas

A tabela 18 mostra a quantidade de animais vendidos por categoria. Os números referem a média de venda nos 10 anos de simulação.

Tabela 18. Média de venda de animais nos 10 anos de simulação

Categorias	CriaCRUZA	CriaZEBU	CompCRUZA	CompZEBU
TOTAL DE VENDAS	2000	2002	1991	1726
Vacas velhas	298	367	298	338
- Vacas crioulas ¹	231	243	231	232
- Vacas adquiridas	67	125	67	106
Novilhas (descarte de seleção)	144	146	140	129
Fêmeas excedentes	0	0	24	22
- Novilhas jovens	0	0	24	22
Fêmeas vazias	523	507	520	459
- Novilhas	120	130	119	116
- Vacas de 1ª cria	223	238	222	216
- Vacas de 2ª cria em diante	179	139	179	127
Touros descartados	19	18	19	16
Bezerros desmamados	1016	965	0	0
Machos de 1-2 anos	0		990	0
Machos de 2-3 anos				762

¹. Vacas que nasceram na fazenda.

A tabela 19 mostra as receitas provenientes das vendas das diversas categorias nos quatro sistemas simulados com rebanho estabilizado, no 10º ano. Os sistemas que adotaram o ciclo completo obtiveram uma receita total maior. Dentre os sistemas que apresentaram as maiores receitas foram aqueles que apresentaram a maior quantidade de peso vivo vendido/ha (item 4.1). Isto está relacionado com a maior eficiência de utilização de energia para ganho. Os que utilizaram as raças zebuínas apesar de terem uma venda de peso vivo vendido/ha semelhante, se diferem na receita, pois a quantidade de bovinos machos vendidos é superior no sistema com animais cruzados, resultando em uma venda com receita superior.

Tabela 19. Receitas com rebanho estabilizado, no 10º ano de simulação.

Categorias	CriaCRUZA		CriaZEBU		CompCRUZA		CompZEBU	
Bezerro desmamado	R\$	934.888,00	R\$	766.621,00	R\$	-	R\$	-
Boi gordo cria	R\$	-	R\$	-	R\$	1.960.414,00	R\$	1.493.067,00
Vaca velha	R\$	469.926,00	R\$	526.580,00	R\$	469.926,00	R\$	402.915,00
Novilha descarte	R\$	193.220,00	R\$	133.397,00	R\$	164.289,00	R\$	114.973,00
Touro velho	R\$	60.178,00	R\$	49.432,00	R\$	58.566,00	R\$	43.522,00
Novilha vazia	R\$	206.998,00	R\$	169.292,00	R\$	202.745,00	R\$	145.603,00
Vaca 1 cria vazia	R\$	408.857,00	R\$	357.408,00	R\$	381.936,00	R\$	316.928,00
Vaca > 2 cria vazia	R\$	302.703,00	R\$	208.302,00	R\$	302.703,00	R\$	173.924,00
TOTAL	R\$	2.576.770,00	R\$	2.211.032,00	R\$	3.540.579,00	R\$	2.690.932,00

Observando na tabela 19, veremos que a receita total de CriaCRUZA é próxima de CompZEBU, sendo assim atividades economicamente semelhantes.

4.4 Indicadores econômicos e de investimentos

A tabela 20 mostra a média nos dez anos de projeção dos principais indicadores econômicos anuais.

Tabela 20. Indicadores econômicos anuais (média dos dez anos projetados) dos sistemas simulados CriaCRUZA, CompCRUZA, CriaZEBU, CompZEBU.

Categorias	CriaCRUZA	CriaZEBU	CompCRUZA	CompZEBU
Margem bruta (R\$) (= receitas totais – custos variáveis)	1.329.332,00	1.159.455,00	1.571.729	1.306.749,00
Margem operacional (R\$) (= lucro operacional / receita líquida)	1.124.920,00	963.761,50	1.355.439	1.106.549,00
Margem Operacional/ha (R\$)	295,77	253,40	356,38	290,94
Margem Operacional/cabeça (R\$)	223,91	171,37	247,21	175,39
Lucro/ha (área total) (R\$)	168,05	140,67	207,48	160,40
Lucro/cabeça vendida (R\$)	426,11	356,33	528,45	471,26
Lucro (R\$)	852.210,70	713.371,70	1.052.137,0	813.386,40

Observa-se na da Tabela 20 que os valores da margem bruta, margem operacional e lucro, foram positivos e mostram a viabilidade econômica de qualquer um dos quatro sistemas adotados. Do ponto de vista econômico o mais vantajoso seria o CompCRUZA. Ele foi superior em relação ao parâmetro lucro em 29,4%, 23,5% e 47,5% quando comparados com o CompZEBU, CriaCRUZA e CriaZEBU, respectivamente. O lucro e margem bruta do CompZEBU e do CriaCRUZA foram semelhantes, sendo o lucro do cruzado superior em 4,8%. De acordo com Nix (1995), a comparação da margem bruta pode ser uma forma útil de se avaliar a eficiência técnica dos sistemas de produção, principalmente quando os recursos utilizados nos sistemas são semelhantes.

Nos sistemas que adotam a venda de bezerros, o CriaCRUZA obteve um lucro 19,5% sendo maior que o CriaZEBU, resultado semelhante aos encontrados por Guimarães et al. (2006) que foram 24% superior quando comparados Nelore e Nelore com Angus. Nos sistemas que adotam ciclo completo o CompCRUZA foi 29,4% maior que o CompZEBU. Nota-se a superioridade em todos os parâmetros econômicos encontrados na tabela 21 nos

sistemas que adotam o cruzamento de raças zebuínas com taurinas em relação aos sistemas somente raças zebuínas.

Podemos observar na tabela 21 que os quatro sistemas apresentaram índices econômicos e financeiros positivos, se comparados aos rendimentos da caderneta de poupança (6 % ao ano) e ao praticados no financiamento agropecuário brasileiro (6,75 % ao ano). A TIR e a VPL, quando consideramos a venda do patrimônio no final dos dez anos, foi superior para os sistemas que adotam o cruzamento de zebuínos com raças europeias (CriaCRUZA e CompCRUZA). Entre os sistemas de criação os que adotam o ciclo completo (CompCRUZA e CompZEBU) também foi melhor remunerado os que utilizam do cruzamento. Os resultados de fluxo de caixa pela TIR encontrados por Barbosa et al. (2008), com o preço de terra incluído no cálculo, indicaram uma TIR de 13,26% para ciclo completo em propriedades de Minas Gerais e 8,61%, para propriedades na Bahia. Outra informação importante é que o sistema CriaCRUZA foi mais rentável que o CompZEBU. Outros autores também encontraram valores positivos para VPL em bovino de corte: Abreu et al. (2003) simulando 5 cenários na implantação de período de monta em sistema de cria a uma taxa de desconto de 10% (R\$ 512.866,00 a R\$ 668.743,00) e Guimarães et al. (2006) simulando a produção de bezerros da raça Nelore (US\$ 233.757,00).

Tabela 21. Análise financeira do investimento dos sistemas simulados CriaCRUZA, CompCRUZA, CriaZEBU, CompZEBU.

Categorias	CriaCRUZA	CriaZEBU	CompCRUZA	CompZEBU
Taxa Interna de Retorno - TIR	17,2%	14,6%	18,9%	16,2%
Taxa de desconto	6.75 %	6.75 %	6.75 %	6.75 %
Valor Presente Líquido - VPL	R\$ 10.151.896,54	R\$ 7.955.230,38	R\$ 11.749.329,42	R\$ 9.568.293,51

5 CONCLUSÕES

Os quatro sistemas intensivos simulados apresentaram viabilidade econômica, obtendo rentabilidade superior que os juros de poupança e de financiamento agropecuário, reflexo da boa remuneração tanto de bezerros desmamados quanto da arroba do boi gordo.

Os sistemas que utilizaram os cruzamentos de zebuínos x taurinos tiveram um resultado econômico superior quando comparados ao que utilizaram somente as raças zebuínas devido à maior produtividade (taxa de desfrute e kg de peso vendido/ha) desses sistemas e, conseqüentemente, maior lucro.

Quando comparados os sistemas de produção, o ciclo completo são mais rentáveis que os de cria, quando comparados dentro do mesmo grupo genético, devido à maior venda de kg de peso vivo e de carcaça/ha e, conseqüentemente, maior lucro.

Devido ao maior peso vivo dos animais cruzados, a quantidade de animais em um rebanho estabilizado é menor nos sistemas de cruzados, porém a quantidade vendida em kg de carcaça e peso vivo/ha e a taxa de desfrute são superiores em relação ao sistema com zebuínos, decorrente da maior precocidade da idade ao primeiro parto e ao abate dos animais cruzados.

A comparação de sistemas de produção por meio da simulação é importante para que se possam definir os caminhos a se tomar no planejamento da empresa rural, com custos mais baixos que na situação real. A simulação tem que estar baseada nos aspectos zootécnicos da produção e nos aspectos econômicos tanto de investimento quanto de fluxo de caixa. Os sistemas mais vantajosos economicamente demandam um capital para fluxo de caixa bem maior. Assim, qualquer erro no planejamento financeiro pode acarretar em menor lucratividade ou até mesmo prejuízo financeiro.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC. [2012]. **Pecuária Brasileira**. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/3_pecuaria.asp>. Acesso em: 01/02/2012.
- ABREU, U.G.P.D.; CEZAR, I.M.; TORRES, R.D.A. Análise Bioeconômica da Introdução de Período de Monta em Sistemas de Produção de Rebanhos de Cria na Região do Brasil Central. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.5, p.1198-1206, 2003.
- AGRITEMPO. [2012], Disponível em: <www.agritempo.gov.br>. Acesso em: 2011.
- ARGOLOME, A. C.; OLIVEIRA, R. D. Um modelo de simulação de cenários como ferramenta de planejamento na bovinocultura de corte. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 6., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2006.
- BARBIER, B.; CARPENTIER, C. The conditions for sustainability of tropical Agriculture: Bioeconomic models applied to five contrasting farming systems. In: MINI-SYMPOSIUM ON MODELING AT THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF AGRICULTURAL ECONOMISTS CONFERENCE, 2000, Berlim. **Proceedings...** Berlim: [s.n.], 2000. Disponível em: <http://www.jircas.affrc.go.jp/project/africa_dojo/Metadata/grad_research/05.pdf> Acesso em: 26/12/2011.
- BARBOSA, F. A. **Viabilidade econômica de sistemas de produção de bovinos de corte em propriedades nos estados de Minas Gerais e da Bahia**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 137p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; ANDRADE, V. J. E. A. Viabilidade econômica da terminação de bovinos de corte em sistema intensivo de pastagem e confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 2008.

- BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D.S.; ANDRADE V.J. et al. Produtividade e eficiência econômica de sistemas de produção de cria, recria e engorda de bovinos de corte na região sul do estado da Bahia. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.3, p.677-685, 2010.
- BARBOSA, F.A.; SOUZA, R.C. **Administração de fazendas de bovinos – leite e corte**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2007. 342 p.
- BARBOSA, P.F. Raças e estratégias de cruzamento para produção de novilhos precoces. In: I Simpósio de Produção de Gado de Corte, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999.
- BARBOSA, P.F.; COSTA, M.A.B.; TORRES, I. Modelos de simulação como ferramentas de auxílio à tomada de decisões em sistemas de produção de gado de corte. In: BARBOSA, P.F.; ASSIS, A.G.; COSTA, M.A.B. **Modelagem e simulação de sistemas de produção animal**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002. p.97-119.
- BELTRAME, R.T.; BARIONI, L.G.; QUIRINO, C.R. et al. Modelagem bioeconômica da transferência de embriões em bovinos. **Ci. Anim. Bras.**, v.11, n.1, p.32-41, 2010.
- BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G.A. Produtividade e Eficiência Biológica de Sistemas Pecuários de Cria Diferindo na Idade das Novilhas ao Primeiro Parto e na Taxa de Natalidade do Rebanho no Rio Grande de Sul. **Rev. bras. zootec.**, v.30, n.4, p.1278-1286, 2001.
- BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G.A. Produtividade e Eficiência Biológica de Sistemas de Produção de Gado de Corte de Ciclo Completo no Rio Grande de Sul. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.2, p.991-1001, 2002.
- BORGES, D.N.; BARBOSA, F.; CABRAL FILHO, S.L.S. et al. Desempenho produtivo de bovinos tabapuã e seus cruzados em pastagens de braquiárias no estado da bahia. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010, Palmas. **Anais...** Palmas: Zootec, p.677-685, 2010.
- BRASIL. Portaria interministerial MPS/MF nº 77, de 11 de março de 2008. Diário Oficial da União, Brasília, 12/03/2008. Seção 1;p.42-43.
- CARVALHO, L.C.S.; ELIA, B.S.; DECOTELLI, C.A. **Matemática Financeira Aplicada**. 1a. ed. [S.l.]: FGV, 2009. 160 p.
- CBH VELHAS. [2011]. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Disponível em: <<http://www.cbhvelhas.org.br>>. Acesso em: 26/12/2011.
- CEZAR, I.M. Modelo bioeconômico de produção de bovino de corte. I. Descrição do modelo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.17, n.6, p.941-949, 1982.

- CEZAR, I. M.; ALVES, R. G. **Embrapec: modelo bioeconômico de pecuária de corte**. Campo Grande: Embrapa/CNPGC, 1997. (Manual do usuário).
- CORRÊA, E.S.; VIEIRA, A.; COSTA, F.P.E.A. **Sistema semi-intensivo de produção de carne de bovinos nelores no Centro-Oeste do Brasil**. Campo Grande: Embrapa/CNPGC, 2000. (Documento, 95).
- COSTA, F.P.; PACHECO, J.A.C.; CORRÊA, E.S.E.A. **Estimativa do custo de produção da carne bovina para a região centro-oeste**. Campo Grande: Embrapa/CNPGC, 1986. (Comunicado Técnico, 30).
- CUBAS, A. C.; PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J. J. et al. Desempenho até a desmama de bezerros Nelore e cruzas com Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.3, p.694-701, 2001.
- CUNHA, M.T.D. **Dicionário de bovinocultura**. Uberlândia: EDUFU, 1997. 379 p.
- DIJKHUIZEN, A.A.; JALVINGH, A.W.; HUIRNE, R.B.M. Critical steps in system simulation. In: DIJKHUIZEN, A.A.; MORRIS, R.S. **Animal health economics Principles and applications**, 1.ed. Sydney: University of Sydney, 1997, p.59-67.
- ELER, J. P.; LÔBO, R. B.; ROSA, A. N. Influência de fatores genéticos e de meio em pesos de bovinos da raça Nelore criados no estado de São Paulo. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v.18, n.2, p.103-111, 1989.
- EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo - ambiente - mercado**. Campo Grande: Embrapa/CNPGC, 2000. 61p. (Documentos 85).
- EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z.J. de. et al. Desempenho de Novilhos em Pastagens de *Brachiaria decumbens* Submetidos a Diferentes Regimes Alimentares. **R. Bras. Zootec.**, v.27, n.2, p.246-254, 1998.
- FERREIRA, G.; CARDOZO, O.; LIMA, J. M. S. Modelo bio-econômico para toma de decisões em engorde de novillos a pastoreio. In: EVERLING, D.M.; QUADROS, F.L.F.; VIÉGAS, J. et al. **Modelos para tomada de decisões na produção de bovinos e ovinos**. Santa Maria, Pallotti, 2002. p.121-145.
- FERREIRA, I. C.; SILVA, M.A.; BARBOSA, F.A. et al. Avaliação técnica e econômica de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte machos superprecoces e do sistema de produção em confinamento. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.61, n.1, p.243-250, 2009.
- FONTOURA-JÚNIOR, J.A.S.; MENEZES, L.de M.; CORRÊA, M.N. et al. Utilização de modelos de simulação em sistemas de produção de bovinos de corte. **Vet. e Zootec.**, v.14, n.1, p.19-30, 2007.

- FRANK, R. G. **Introducción al cálculo de costos agropecuarios**. Buenos Aires: El Ateneo, 1978, 37p.
- GUIMARÃES, P.H.S. **Comparação econômica entre produção de fêmeas F1 Holandês x Gir e alternativas de produção de gado de corte por meio de simulação**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2003. 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.
- GUIMARÃES, P. H. S.; MADALENA, F.E.; CEZAR, I.M. Comparative economics of Holstein/Gir F1 dairy female production and conventional beef cattle suckler herds – A simulation study. **Agricultural Systems**, v.88, p.111–124, 2006.
- HOJI, M. **Administração financeira e orçamentária**. 9a. ed. São Paulo: Atlas, 2010, 587p.
- IBGE. [2007]. População: Contagem da População 2007 . Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 26/12/2011.
- JORGE JUNIOR, J.; CARDOSO, V.L.; ALBUQUERQUE, L. G. de. 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. **R. Bras. Zootec**, v.35, n.5, p.2187-2196, 2006.
- LAMPERT, V. D. N. **Produtividade e eficiência de sistemas de ciclo completo na produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- MARTINS, G. A.; MARTINS FILHO, R.; LIMA, F. A. M. et al. Influência de fatores genéticos e de meio sobre o crescimento de bovinos da raça Nelore no estado do Maranhão. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.1, p.103-107, 2000.
- MENDONÇA, L. R. C. D. **Simulador de Cenários Bioeconômicos para Suporte à Decisão no Gerenciamento de Fazendas Produtoras de Gado de Corte**. Goiânia: Escola de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Federal de GoiásUFG, 2004. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Federal de GoiásUFG, 2004.
- MERTENS, D. R. Principles of Modeling and Simulation in Teaching and Research. **Journal of Dairy Science**, v.60, n.7, p.1176-1186, 1977.
- MUNIZ, C. A. S. D.; QUEIROZ, S. A. Avaliação do peso à desmama e do ganho médio de peso de bezerros cruzados, no estado do Mato Grosso do Sul. **Rev. Bras. Zootec.**, v.27, n.3, p504-512, 1998.

- NAVES, A. C. **Parâmetros produtivos e reprodutivos usados na seleção de fêmeas bovinas da raça Nelore**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade federal de Minas Gerais, 2001. 35p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade federal de Minas Gerais, 2001.
- NIX, J. **Farm management pocketbook**. Kent: Wye College, 1995.
- OAIGEN, R. P.; BARCELLOS, J.O.J.; CHRISTOFARI, L.F. et al. Melhoria organizacional na produção de bezerros de corte a partir dos centros de custos. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.3, p.580-587, 2008.
- PEROTTO, D.; CUBAS, A.C.; ABRAHÃO, J.J. dos S. et al. Ganho de Peso da Desmama aos 12 Meses e Peso aos 12 Meses de Bovinos Nelore e Cruzas com Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.3, p.730-735, 2001.
- PORTO, M. O.; PAULINO, M.F.; , VALADARES FILHO, S. de C. et al. Fontes suplementares de proteína para novilhos mestiços em recria em pastagens de capim-braquiária no período das águas: desempenho produtivo e econômico. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.8, p.1553-1560, 2009.
- PÖTTER, L.; LOBATO, J.F.P.; NETTO, C.G.A.M. Análises Econômicas de Modelos de Produção com Novilhas de Corte Primíparas aos Dois, três e Quatro Anos de Idade. **Rev. bras. zootec.**, v.29, n.3, p.861-870, 2000.
- REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002, 95p.
- SANT'ANNA, D. M. **Modelagem Bio-econômica para planejamento e tomada de decisão em sistemas agropecuários**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. 293p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- SANTOS, E. S.; SANTOS, C. L. F. Variações no peso ao desmame de animais da raça Nelore. **Rev. Bras. Zoot.** , v.15, n.4, p.263-268, 1986.
- SOARES, R. P. **Desenvolvimento de um Simulador Genérico de Processos Dinâmicos**. Porto Alegre: Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 163p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- SOUZA, R. M.; COELHO, R. W.; RODRIGUES, R. C. Simulação da produção animal para avaliar o efeito de práticas de manejo na produtividade do gado de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECCIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001.

- TANURE, S.; NABINGER, C. Ferramentas de gerenciamento bioeconômico e suporte à decisão em empresas de pecuária de corte. In: IV Congreso Internacional de la Carne Bovina, 4., 2010, Asunción. **Anais...** Asunción: [s.n.]. 2010. Disponível em: <http://www.agr.una.py/congreso/imagen/presentaciones/Soraya_Tanure/Palestra1.pdf>. Acesso em 28/08/2011.
- TANURE, S.; MACHADO, J.A.D.; NABINGER, C. Técnicas de gerenciamento e suporte à decisão em unidades de produção agropecuária. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; FRIES, L.A. Comparações bioeconômicas entre três idades à primeira cobertura em novilhas nelore. **Ars Veterinaria**, v.18, p.197-203, 2002.
- TONHATI, H.; GIANNONI, M. A.; OLIVEIRA, A. A. D. Avaliação de parâmetros ambientais e genéticos na produção de bovinos da raça Nelore: fase de aleitamento. **Rev. Soc. Zootec.**, v.15, n.6, p.498-507, 1986.
- VALLE, E.R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L.R.L.S. **Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1998. 80 p. (EMBRAPA-CNPGC, DOCUMENTOS).
- VIEIRA, A.; LOBATO, J.F.Piva; CORREA, E.S. et al. Produtividade e Eficiência de Vacas Nelore em Pastagem de Brachiaria decumbens Stapf nos Cerrados do Brasil Central. **Rev. Bras. Zootec.**, v34, n4, p1357-1365, 2005.
- WALLHAUS, R.A. Modeling for higher education administration and management. In: JOHNSON, C.B.; KATZENMEYER, W.G. **Management information systems in higher education: the state of the art**. Durham: Duke University, 1969. p.125-144.
- YÁÑEZ, L.; ARANGUREN-MÉNDEZ, J.; VILLASMIL-ONTIVEROS, Y. et al. Modelo Bioeconomico de simulación para orientar la definición del objetivo de selección en el sistema doble propósito. **Revista Científica**, v.16, n.4, p.381-392, 2006.
- ZIMMER, A.H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, p.349-379, 1997.