

# MODELO BIOECONÔMICO DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE

## II. AVALIAÇÃO ECONÔMICA NA INTRODUÇÃO DE PASTAGEM CULTIVADA EM UM SISTEMA EXTENSIVO DE CRIA NO BRASIL CENTRAL<sup>1</sup>

IVO MARTINS CEZAR<sup>2</sup>

**RESUMO** - Através de um modelo de simulação, avaliou-se a introdução de pastagem cultivada em um sistema de cria, sob diferentes estratégias e riscos. Embora o estabelecimento da pastagem através da cultura de arroz tenha apresentado uma variação alta sobre o desempenho econômico do sistema, essa prática ainda se mostrou mais atrativa do que o estabelecimento direto. O risco devido à variação nos preços da carne não pareceu ser um fator importante no melhoramento do sistema, a longo prazo. Entretanto, iniciar a formação de pastagem no topo do ciclo de preços da carne apresentou-se como uma estratégia melhor do que no início, meio e parte inferior do ciclo. A compra de vacas de cria para acelerar o crescimento do rebanho proporcionou melhor resultado econômico do que o crescimento natural, com e sem aquisição de novilhos. A venda de novilhos gordos (46 meses) superou qualquer outra idade de venda. A total substituição do cerrado por pastagem cultivada, através da tecnologia usual, mostrou-se atrativa somente com o uso de crédito subsidiado.

Termos para indexação: vacas de cria, cerrado, bioeconômico, simulação.

### BIOECONOMIC MODEL OF BEEF PRODUCTION

#### II. ECONOMIC EVALUATION OF INTRODUCING IMPROVED PASTURE INTO AN EXTENSIVE BEEF SYSTEM IN CENTRAL BRAZIL

**ABSTRACT** - Through a simulation model the introduction of improved pasture into a breeding system was evaluated under different strategies and risk. Although the pasture establishment by way of rice cropping showed a high variation on the economic performance of the system, this alternative still was more attractive than direct establishment. Risk due to variation in beef prices did not seem to be an important factor for the system improvement in the long term. However, starting the pasture establishment at the top of the beef price cycle was shown to be a better strategy than the beginning, middle and bottom of the cycle. The buying of breeding cows to accelerate the herd growth provided better economic results than natural growth with and without buying of steers. The selling of fat steers (46 months) was better than any other selling age. The total replacement of "cerrado" by cultivated pasture, through the usual technology, only showed to be attractive by using subsidised credit.

Index terms: breeding cows, simulation, "cerrado", bioeconomic.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos dez anos, tem-se efetuado no Brasil Central uma acelerada incorporação de áreas de Cerrado a processos produtivos mais intensivos de gado de corte, através da substituição da vegetação nativa por pastagem cultivada. Embora esta substituição aumente a qualidade e disponibilidade de forragem e, conseqüentemente, a produção de carne, a transformação do cerrado em pastagem cultivada envolve um alto custo. Pode-se dizer que a rápida expansão da área de pastagem é resultante principalmente das políticas de incentivos através

dos programas especiais de crédito dos últimos dez anos. Entretanto, a lucratividade da atual tecnologia de formação de pastagens na ausência de crédito subsidiado tem sido questionada. Por outro lado, o rendimento econômico de um sistema de produção de gado de corte também é dependente da utilização, estratégias de implantação da pastagem, além dos fatores de risco e do ambiente econômico no qual o sistema opera. Daí a necessidade de avaliar o impacto físico e econômico da introdução de tecnologias dentro do sistema como um todo. Considerando o fazendeiro como principal cliente, justifica-se que a tecnologia deva ser avaliada dentro do enfoque de sistema de produção.

A experimentação com ruminantes através de sistemas físicos, para estimar respostas e relacionamentos, é geralmente cara, difícil e prolongada (Morley 1981). Este tipo de experimentação pode

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 16 de maio de 1982.

<sup>2</sup> Eng.<sup>o</sup> Agr.<sup>o</sup> M.Sc. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) - EMBRAPA, Caixa Postal 154, CEP 79100 - Campo Grande, MS.

ser inconcluso, porque os recursos não são suficientes para demonstrar efeitos que poderiam ser relevantes. Frequentemente, os resultados são específicos para um número reduzido de anos e para locais que podem não ser representativos de uma região. Muitas das limitações de experimentar com sistemas reais de produção são contornadas na experimentação com modelos de simulação por computador. Uma vez construído um modelo representativo do sistema de produção que se deseja estudar, e que este modelo tenha sido verificado e validado, é possível gerar informações relevantes sobre o sistema sob diferentes combinações de fatores econômicos, biológicos, de manejo e sob diferentes condições ambientais (Dent & Blackie 1979).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho econômico da introdução de pastagem cultivada (*Brachiaria decumbens*) em um sistema de produção tradicional de cria extensiva no cerrado, através de um modelo de simulação. Em particular, as avaliações se concentraram no efeito de diferentes proporções de pastagem cultivada, métodos de implantação de pastagem, idade de venda de machos, crescimento do rebanho, financiamentos, efeitos do ciclo de preços da carne e riscos devido a variações de preço da carne e rendimento de cultura anual no desempenho econômico de uma fazenda de gado de corte.

#### MATERIAL E MÉTODOS

A experimentação foi conduzida através de um modelo bioeconômico de produção de gado de corte, construído no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Cezar 1982). O sistema tradicional, que serviu de base para experimentação, foi representado no modelo por uma fazenda hipotética de cria, exclusivamente de pastagem nativa de cerrado, com área total de 4.000 ha. O rebanho inicial foi estabilizado com a capacidade de suporte da fazenda, constituindo, assim, o rebanho base do sistema. Assumiu-se que a fazenda dispunha de uma casa sede, um curral, casas para vaqueiros e pastagens subdivididas em quatro poteiros. Práticas relativas ao rebanho, tais como vacinação contra aftosa e vacinação contra carbúnculo sintomático e mineralização, fizeram parte integrante do sistema.

A receita do sistema tradicional (atual) foi caracterizada pela venda de: bezerros desmamados, vacas e novilhas excedentes e vacas e touros descartados. Os parâmetros zootécnicos que determinam o crescimento e o desempe-

nho do rebanho nos sistemas simulados, tais como taxas de mortalidade, natalidade e descarte, idade das fêmeas na primeira parição e relação touro vaca, foram estimados com base em informações disponíveis (Correa et al. 1977, Saturnino et al. 1977) e conhecimento prático da região.

Do mesmo modo que o sistema tradicional, os sistemas melhorados entram no modelo representados por variáveis quantitativas e de decisões. O modelo está estruturado de tal maneira que a introdução de um sistema melhorado se processa ao longo do tempo, a partir do sistema tradicional (atual). Além disso, a estrutura do modelo permite calcular os custos e receitas adicionais devido a mudanças no sistema tradicional. Os custos e receitas adicionais são obtidos rodando o modelo primeiramente para o sistema tradicional e, em seguida, para o sistema melhorado. Uma vez obtido o fluxo de caixa adicional, proveniente das modificações, o modelo calcula o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), os quais foram considerados, neste trabalho, como parâmetros de resposta.

Para calcular o valor presente líquido, utilizou-se uma taxa de desconto de 10% e um fluxo de caixa para 20 anos. As projeções econômicas foram calculadas tendo como base os preços de insumos e produtos vigentes em 1979.

#### Fatores experimentais

- a. Crescimento do rebanho
  1. Compra de vacas de cria
  2. Crescimento natural
  3. Crescimento natural e compra de novilhos de um ano de idade
- b. Estratégias para utilização da pastagem cultivada na estação chuvosa
  1. Compra de vacas velhas
  2. Sem compra de vacas velhas
- c. Idade de venda de machos
  1. 9 meses
  2. 22 meses
  3. 34 meses
  4. 46 meses
- d. Proporção de pastagem cultivada a ser formada na fazenda
- e. Número de anos em cultura anual, antes de estabelecer a pastagem cultivada
- f. Etapas para derrubar a área total a ser formada em pastagem cultivada
- g. Proporção de financiamento sobre investimentos fixos e semifixos
- h. Efeito de inflação na amortização e pagamento de juros de financiamento
  1. com inflação
  2. sem inflação
- i. Posição inicial no ciclo de preços da carne, no início do processo de melhoramento da fazenda
  1. início do ciclo ( $W = 0.00$  radianos)
  2. topo do ciclo ( $W = 1.57$  radianos)

- 3. meio do ciclo ( $W=3.14$  radianos)
- 4. parte inferior do ciclo ( $W=4.71$  radianos)
- j. Ordem de prioridade no uso da pastagem cultivada
  - 1. novilhos de 9 meses
  - 2. novilhos de 22 meses
  - 3. novilhos de 34 meses
  - 4. novilhas de 1 e 2 anos
  - 5. vacas de primeira cria
  - 6. outras vacas
- l. Risco devido a variações no preço da carne
- m. Risco devido a variações no rendimento da cultura de arroz

**Suposições básicas**

a. Conforme a descrição de Cezar 1982, o modelo também simula investimentos decorrentes da introdução de pastagem cultivada, tais como construção de cercas, currais e casas para vaqueiros. O aumento da capacidade de suporte permite o aumento do rebanho, que poderá ocorrer através do crescimento natural e ou de aquisição de animais. Assim, foram considerados como investimentos fixos a formação de pastagens, currais, cercas e casas para vaqueiros e como investimentos semifixos, as aquisições de vacas de cria e touros.

**b. Características de financiamentos**

Investimentos fixos: taxa de juros de 10% ao ano, prazo de doze anos e período de carência de quatro anos.

Investimentos semifixos: taxa de juros de 10% ao ano, prazo de cinco anos e período de carência de dois anos.

Cultura anual: taxa de juros de 17% ao ano, período de amortização de um ano.

c. O efeito de inflação no pagamento de juros e principal provenientes de financiamentos foi incluído no estudo. Isto foi baseado na característica do financiamento, o qual não corrige os juros e o saldo devedor com a inflação (caso do POLOCENTRO). Tal efeito foi estimado através dos seguintes passos:

- Passo 1 - inflacionar anualmente os custos e receitas, excluindo juros e amortizações.
- Passo 2 - calcular os empréstimos anuais referentes aos custos de investimentos fixos e semifixos inflacionados no Passo 1.
- Passo 3 - calcular os juros anuais e pagamento do principal.
- Passo 4 - adicionar os juros e pagamento do principal no fluxo de caixa proveniente do Passo 1.
- Passo 5 - deflacionar o novo fluxo de caixa obtido do passo 4, para calcular os parâmetros de resposta.

d. A retenção de machos de 9, 22 e 34 meses é determinada pela existência de pastagem cultivada disponível. O modelo assume aumentos na taxa de natalidade das vacas de segunda cria, proporcional ao número de vacas de primeira cria que tiveram acesso à pastagem cultivada no ano anterior. Uma redução de um ano na idade das fêmeas na primeira parição é aplicada sobre as novilhas de um e dois anos que tiveram acesso à pastagem cultivada. No caso específico deste trabalho, tal redução é de quatro para três anos. Além disso, vacas de terceira cria em diante teriam suas taxas de natalidade aumentadas de 10% se tivessem acesso à pastagem cultivada no ano anterior.

e. Opcionalmente, o modelo gera o preço da arroba de novilho gordo a partir de uma equação que incorpora ciclo e tendência do preço proveniente de uma série temporal (Cezar 1982). Mediante os preços das diferentes categorias animais, vigentes em 1979, estabeleceu-se uma relação entre o valor do novilho gordo (16 arrobas aos 46 meses de idade) e as demais categorias. A equação que gera o preço anual da arroba de novilho gordo aleatoriamente, incluindo ciclo e tendência, foi dada pela forma:

$$\text{PREÇO (ANO)} = \text{PREÇO (1)} + 5.023 * \text{ANO} + 45.67 * \text{SENO} (W + \frac{2\pi}{8} * \text{ANO}) + X(\text{ANO}) \dots \dots \dots (1)$$

PREÇO (1) = preço da arroba ao iniciar o desenvolvimento da fazenda.

5.023 = tendência do preço dada pelo coeficiente da variável independente, calculado pela regressão linear tendo preço como variável dependente e ano como variável independente.

45.67 = amplitude do ciclo dado pelo coeficiente da regressão senoidal entre preço (sem tendência) e comprimento do ciclo.

W = posição inicial no ciclo ao iniciar o desenvolvimento da fazenda (dado em radianos).

8 = comprimento do ciclo (em anos) que melhor acomodou a regressão senoidal.

X = termo de variação do preço, gerado aleatoriamente.

Análise de sensibilidade. Seria impraticável e inadequado incluir em um delineamento experimental todos os fatores e usar o modelo estocasticamente. Por isso, a experimentação seguiu passos distintos e sequenciais, com o objetivo de explorar os efeitos dos fatores e interações considerados mais importantes. Desta maneira, o primeiro passo foi uma análise de sensibilidade incluindo todos os fatores e usando o modelo deterministicamente. Esta análise foi conduzida variando o nível de um fator de cada vez mantendo os outros constantes. Para isso, escolheu-se arbitrariamente um sistema melhorado padrão a ser introduzido com as seguintes características: 1. crescimento do rebanho determinado pelo crescimento natural e pela compra de novilhos de um ano de idade; 2. nenhuma aquisição de vacas velhas durante a estação chuvosa; 3. idade de venda de machos fixada em 22 meses; 4. estabelecer 5% de pastagem cultivada; 5. um ano de cultura de arroz antes de estabelecer a pastagem cultivada; 6. efetuar a derrubada da área de cerrado a ser formada em pastagem, em duas etapas; 7. não usar financiamento para investimentos fixos e semifixos; 8. projeções de preço de

animais sem considerar o ciclo e a tendência de preços da carne; 9. prioridade no uso da pastagem cultivada definida pela ordem j.3, j.2, j.1, j.5, j.4, j.6; 10. rendimento da cultura de arroz fixado em 25 sacos de 60 kg/ha.

As variações nos níveis de cada fator e estratégias de manejo encontram-se discriminadas na Tabela 1 de resultados.

**Experimentos.** Mediante os resultados da análise de sensibilidade, decidiu-se continuar experimentando com o modelo deterministicamente, para explorar algumas das interações entre alguns fatores experimentais que mais afetaram o desempenho econômico do sistema, a saber: a. proporção de pastagem cultivada; b. idade de venda de machos; c. posição inicial no ciclo de preços da carne; d. efeitos da inflação na amortização de principal e pagamentos de juros provenientes de financiamentos de investimentos fixos e semifixos.

As interações entre esses fatores foram investigadas através de dois experimentos. Os experimentos foram conduzidos sob um conjunto de estratégias fixas e suposições, como seguem: 1. comprando vacas de cria para aumentar o rebanho; 2. não comprando vacas velhas para engordar durante a estação chuvosa; 3. derrubando a área para estabelecer a pastagem em duas etapas; 4. um ano em cultura de arroz antes de estabelecer a pastagem; 5. financiando 100% dos investimentos fixos e semifixos; (6) efeito da inflação: experimento 1: 0% e experimento 2: 50% ao ano; (7) prioridade no uso da pastagem cultivada definida pela ordem j.3, j.2, j.1, j.5, j.4, j.6.

**Experimento 1:** Efeitos combinados de proporções de pastagem cultivada com a posição inicial no ciclo de preços da carne e idade de venda de machos sobre o desempenho econômico do sistema.

O delineamento experimental usado foi um fatorial, totalizando 128 tratamentos, no qual foram envolvidas: quatro idades de venda de machos (9, 22, 34 e 46 meses); oito proporções de pastagem cultivada (5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 e 50%); e quatro posições iniciais no ciclo do preço da carne (início,  $W = 0.0$ ; topo,  $W = 1.57$ ; meio,  $W = 3.14$ ; parte inferior,  $W = 4.71$  radianos).

**Experimento 2:** Efeitos combinados de inflação, idade de venda de machos e proporções de pastagem cultivada sobre o desempenho econômico do sistema.

A experimentação foi conduzida através de um delineamento em fatorial totalizando 32 tratamentos, envolvendo uma taxa de inflação anual de 50%, oito níveis de proporção de pastagem cultivada (30, 35, 40, 45, 50, 60, 70 e 80%) e quatro idades de venda de machos (9, 22, 34 e 46 meses).

**Experimento 3:** Avaliação do melhoramento do sistema sob os riscos de preços da carne e de rendimento da cultura anual.

Procurou-se neste experimento quantificar a variação em lucro devido ao risco do preço da carne e ao risco da cultura de arroz. Para isso, consideraram-se duas al-

ternativas para estabelecer a pastagem: a. estabelecimento direto após a limpeza e preparo do solo e b. uso da cultura de arroz numa fase intermediária à formação de pastagem. As duas alternativas foram avaliadas para um sistema introduzindo 80% da área total em pastagem cultivada e com a posição inicial no ciclo de preços fixada no topo do ciclo ( $W = 1.57$  radianos).

A análise de risco em relação ao preço da carne baseou-se na variação do preço dada pela geração aleatória do termo (X) da equação (1).

A metodologia empregada na geração do termo (X) é fundamentada na suposição de que este termo de erro é normalmente distribuído com média zero e desvio padrão 30.737. Este desvio é a estimativa do erro da variável dependente (preço) encontrado pela análise de regressão senoidal entre preço e comprimento do ciclo. Para gerar amostras aleatórias de uma distribuição normal, a partir do desvio padrão, utilizou-se uma sub-rotina chamada Gauss (McArthur 1979). Os números aleatórios utilizados na sub-rotina foram gerados através de uma função intrínseca (RANDOM (NUM) disponível no computador BURROUGHS 6.700. As sementes para gerar os números aleatórios foram tirados de uma tabela (Neter & Wasserman 1966), seguindo um curso de ação predeterminado para evitar tendências.

A análise de risco devido à cultura de arroz foi desenvolvida baseando-se na variação anual do rendimento da cultura. O fator mais importante na variação do rendimento da cultura de arroz de sequeiro é a chuva. Por isso, a maneira mais apropriada de estimar esta variação é através dos relacionamentos entre o balanço hídrico nas diferentes fases da cultura e o seu rendimento. Por exemplo, estresse de água durante a formação da panícula, até a maturação, resultou em morte de cachos e reduziu o número de grãos inteiros de 20-40% (Nayak et al. 1974). Do mesmo modo, estresse durante o perfilhamento, até a formação da panícula, decresceu a produção de 2,4-5,6% (Sahu & Rao 1974). Modelos de simulação envolvendo componentes climáticos têm sido publicados por Byrne & Tognetti (1969), Flinn (1971), Hones & Brockington (1971), Rose et al. (1972), Dumont & Boyce (1974), White (1975), nos quais o risco pode ser introduzido através da geração aleatória de chuva (Phillips 1971) e número de dias de chuva. Entretanto, dados sobre os relacionamentos entre umidade no solo, nas diferentes fases da cultura de arroz de sequeiro, e a produção de grãos, não foram encontrados para a região em estudo. Por isso, adotou-se a distribuição triangular como metodologia para incorporar o risco. As definições matemáticas envolvidas neste tipo de distribuição foram descritas por McArthur (1979). A maneira pela qual este artifício está incorporado no modelo, pode ser encontrado em Cezar 1982. Esta distribuição baseia-se em três valores do fator em estudo, ou seja, um valor pessimista, um otimista e um mais provável. O rendimento mais provável foi selecionado como a média do rendimento da cultura de arroz (25 sacos de 60 kg/ha) (Agro 1979). O valor otimista e pessimista

TABELA 1. Resultados econômicos da análise de sensibilidade.

Tratamentos	Critério de análise de investimento	
	VPL (Cr\$ 1,00)	TIR (%)
1. Crescimento de rebanho		
- Crescimento natural + compra de novilhos de 1 ano (básico)	145.181	12,0
- Comprando vacas de cria	194.245	12,7
- Crescimento natural	162.483	12,2
2. Estratégia para a estação chuvosa		
- Não comprando vacas velhas (básico)	145.181	12,0
- Comprando vacas velhas	1.514.344	12,0
3. Idade de venda de machos		
- 9 meses	250.268	13,6
- 22 meses (básico)	145.181	12,0
- 34 meses	50.049	10,7
- 46 meses	703.365	18,2
4. Proporção de pastagem cultivada		
- 2,5%	238.949	16,3
- 5,0% (básico)	145.181	12,0
- 7,5%	140.569	11,3
- 10,0%	86.058	10,6
5. Anos em culturas anuais na área a ser formada em pastagem cultivada		
- 0	-696.318	****
- 1 (básico)	145.181	12,0
- 2	296.716	14,4
6. Etapas para formar a pastagem		
- 1	168.596	12,1
- 2 (básico)	145.181	12,0
- 3	146.499	12,2
7. Proporção de financiamento sobre investimentos		
- 0% (básico)	145.181	12,0
- 70%	145.181	13,3
- 100%	145.181	15,0
8. Posição inicial no ciclo de preços da carne incluindo tendência		
- Sem incluir tendência e as características cíclicas (básico)	145.181	12,0
- Início do ciclo	330.662	13,8
- Topo do ciclo	335.224	14,2
- Meio do ciclo	452.472	14,7
- Parte inferior do ciclo	447.911	14,7
9. Prioridades no uso da pastagem cultivada		
- 3, 2, 1, 5, 4, 6 (básico)	145.181	12,0
- 3, 2, 1, 4, 5, 6	145.181	12,0
- 3, 2, 1, 5, 6, 4	133.122	18,8
- 3, 2, 1, 6, 5, 4	133.122	18,8
- 3, 2, 1, 6, 4, 5	133.122	18,8
10. - Proporção de financiamento e inflação		
- 0% financiamento e 0% inflação (básico)	145.181	12,0
- 70% financiamento e 20% inflação	619.846	****
- 100% financiamento e 20% inflação	762.898	****
- 70% financiamento e 50% inflação	908.922	****
- 100% financimando e 50% inflação	1.115.424	****

VPL = Valor presente líquido

TIR = Taxa interna de retorno

foi considerado como 35 e 10 sacos/ha respectivamente.

As estimativas de riscos foram então calculadas através das variâncias dos valores presentes líquidos provenientes de dez repetições (para cada alternativa). Cada repetição foi rodada com diferente semente para gerar os números aleatórios uniformemente distribuídos entre 0 e 1, os quais proporcionaram a fonte de variação. Embora o critério na escolha dos números (sementes) para gerar os preços da carne e o rendimento da cultura tenha sido o mesmo, os números escolhidos foram diferentes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Análise de sensibilidade.** O sistema melhorado padrão (básico) apresentou um valor presente líquido de Cr\$ 145.181,00 e uma taxa interna de retorno de 12%. Estes resultados são repetidos com o resultado de cada fator em análise para facilitar o entendimento da sensibilidade do sistema (Tabela 1). É importante lembrar que os critérios de análise de investimentos foram aplicados sobre os custos e receitas adicionais em relação ao sistema tradicional.

Os resultados mostraram que o sistema não é muito sensível às mudanças nas alternativas de crescimento do rebanho. Porém, a alternativa de compra de vacas de cria apresentou-se mais econômica do que o crescimento natural com e sem aquisição de machos de um ano.

Foi registrado um aumento expressivo no desempenho econômico do sistema quando foram adquiridas vacas velhas para engordar durante o período de chuvas. Esta estratégia demonstrou ser altamente lucrativa, porque utiliza a capacidade de suporte excedente da pastagem nativa e da pastagem cultivada. Como o custo marginal da pastagem nativa é considerado zero, e o sistema rodou com baixa proporção de pastagem cultivada, a estratégia mostrou altos lucros. Provavelmente a relação de lucratividade não se manteria a mesma, caso o sistema rodasse com altas proporções de pastagem cultivada.

O sistema apresentou uma sensibilidade marcante em relação à idade de venda de machos, sendo que a estratégia de venda de bois gordos (46 meses) mostrou um nível de lucro mais alto. Por outro lado, pareceu economicamente mais vantajosa a cria do que cria e recria.

A introdução de pastagem cultivada provocou

mudanças substanciais no rendimento econômico do sistema, o que demonstra a alta sensibilidade do sistema a este fator. A análise também demonstrou um sensível aumento na lucratividade quando a pastagem foi estabelecida através de cultura anual. Esta lucratividade também aumentou quando o sistema passou de um para dois anos em cultura, antes do estabelecimento da pastagem. O sistema não mostrou sensibilidade à taxa de desenvolvimento, embora uma ligeira vantagem tenha sido encontrada quando toda a área a ser formada foi preparada em uma etapa. É importante ressaltar que, em termos de liquidez (fluxo de caixa), taxas mais lentas de desenvolvimento podem ser preferíveis.

Em termos de valor presente líquido, não houve nenhuma mudança em relação à aplicação de financiamento sobre os investimentos. Isto é explicado pelo fato de que a taxa de desconto, usada para calcular o valor presente líquido, foi igual à taxa de juros do financiamento. Entretanto, a taxa interna de retorno aumentou de 12 para 15% quando o sistema passou de 0 para 100% de financiamento.

Como era esperado, os preços dos animais, incluindo tendência e ciclo do preço da carne, aumentou o nível de lucratividade. Uma importante característica de projetar os preços dessa maneira é a posição inicial no ciclo do preço da carne ao iniciar os investimentos (melhoramento) na fazenda. Os resultados mostraram que o sistema é ligeiramente sensível a mudanças nessas posições.

A análise de sensibilidade também mostrou que o sistema não reagiu de maneira expressiva a mudanças na ordem de prioridade no uso da pastagem cultivada pelas fêmeas. Entretanto, é possível que existam interações com proporções mais altas de pastagem cultivada.

Os efeitos combinados de inflação e aplicação e de crédito subsidiado a nível de fazenda, foram mostrados pela análise. Como era de esperar, o aumento da taxa de inflação e da proporção de financiamento, provocou aumentos no rendimento econômico do sistema. Entretanto, verificou-se que a relação de aumento no rendimento não foi a mesma à medida que se aumentou a proporção de financiamento e a taxa de inflação.

Pela natureza da análise de sensibilidade, não é possível detectar efeitos de interações entre fatores. Por isso, algumas das possíveis interações foram estudadas nos experimentos que seguem.

**Experimento 1**

**Idade de venda de machos vs proporção de pastagem cultivada.** Os relacionamentos representados na Fig. 1 mostram que a venda de machos aos 46 meses (boi gordo) é significativamente mais lucrativa do que a venda aos 9, 22 e 34 meses, para todas as proporções de pastagem cultivada analisadas. Este resultado está de acordo com a tendência dos fazendeiros em completar as três fases do processo produtivo, ou seja, cria, recria e engorda. Por outro lado, o resultado também indica que o nível de lucratividade atinge o seu máximo ao redor de 25% da pastagem cultivada, decrescendo de maneira acentuada com proporções acima de 40%. Isto sugere que, para uma situação onde a inflação é zero e financiando 100% dos investimentos, a introdução de pastagem cultivada no sistema tradicional não deveria ultrapassar 25% da área total da fazenda,

se o fazendeiro mudasse a atividade para cria, recria e engorda. Caso contrário, a cria somente teria o seu lucro máximo ao redor de 10% de pastagem cultivada.

A superioridade da alternativa de vender os machos aos 9 meses, sobre 22 e 34 meses, não era esperada. Embora, na prática, se questione sobre as diferenças de lucro entre essas alternativas, é geralmente esperado que a venda de machos aos 22 e 34 meses proporcione mais lucros. Via de regra, o tipo de atividade é determinado pela qualidade e disponibilidade da pastagem cultivada. Entretanto, os resultados indicaram que manter os machos na fazenda torna-se lucrativo somente quando eles são vendidos como bois gordos (46 meses).

**Posição inicial no ciclo de preço da carne vs idade de venda de machos.** Esperava-se que o início do melhoramento do sistema em diferentes posições no ciclo proporcionaria diferentes padrões de resultados. Entretanto, isto não ocorreu, e o padrão de resposta entre valor presente líquido e posição inicial no ciclo manteve-se independente da idade de venda de machos (Fig. 2, 3, 4 e 5). A posição no meio do ciclo ( $W = 3.14$  radianos) proporcionou os mais altos valores presentes líquidos com proporções de pastagem cultivada mais baixas, enquanto a posição no topo do ciclo ( $W = 1.57$ ) dominou em proporções mais altas.

**Posição inicial no ciclo vs proporção de pastagem cultivada.** Pode-se observar nas Fig. 2, 3, 4 e 5 que, iniciando o melhoramento da fazenda no topo do ciclo ( $W = 1.57$  radianos), foram obtidos maiores níveis de lucratividade somente quando a proporção de pastagem cultivada foi maior do que 25%. De outro modo, a posição no meio do ciclo foi mais lucrativa. Tais diferenças podem ser explicadas pelo fato de que, aumentando a proporção de pastagem cultivada, induz-se a venda de um número maior de vacas nos primeiros anos, a qual coincide com o topo do ciclo (preço alto). O modelo assume a venda de vacas, devido ao decréscimo da capacidade de suporte, provocada pela derrubada do cerrado. Por outro lado, a aquisição de matrizes, proveniente do aumento de capacidade de suporte pela pastagem cultivada, coincide com o meio e com a parte inferior do ciclo, épocas de preços mais baixos. Portanto, estes

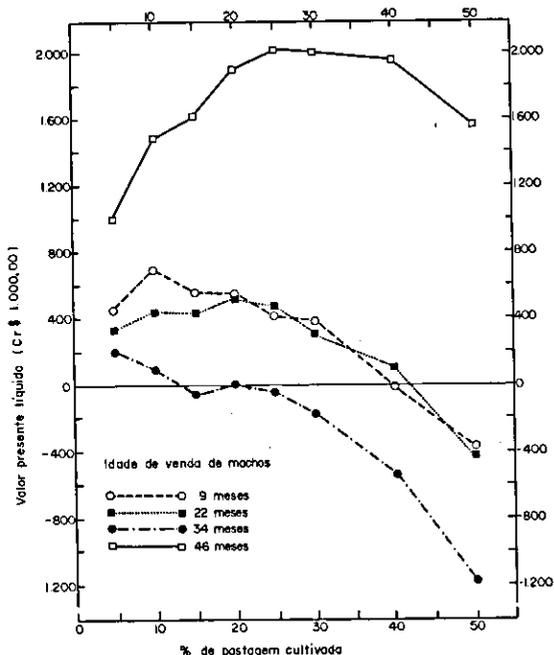


FIG. 1. Efeito combinado de proporções de pastagem cultivada e idades de venda de machos sobre a lucratividade do sistema.

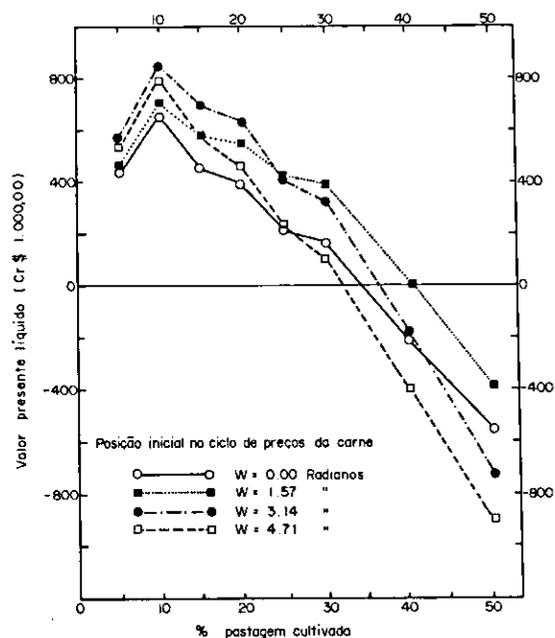


FIG. 2. Relacionamento entre proporção de pastagem cultivada, posição inicial no ciclo de preços da carne, lucratividade e venda de machos aos 9 meses.

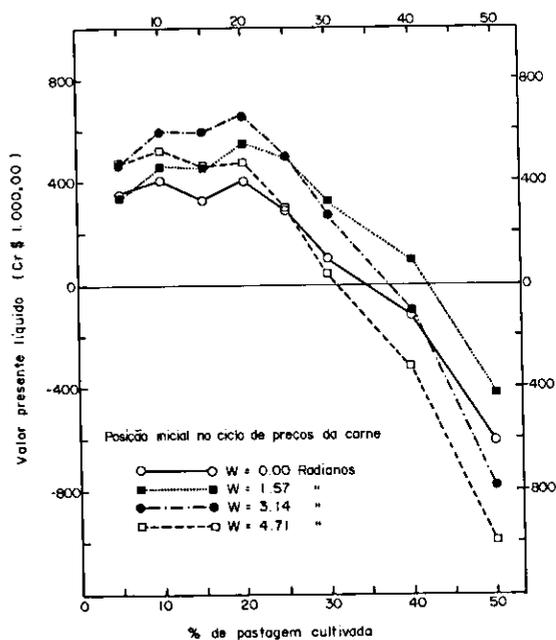


FIG. 3. Relacionamento entre proporção de pastagem cultivada, posição inicial no ciclo de preços da carne, lucratividade e venda de machos aos 22 meses.

efeitos foram mais pronunciados em proporções altas de pastagem cultivada.

### Experimento 2

No experimento anterior, ficou demonstrado que o nível de lucratividade decresceu a partir de uma certa proporção de pastagem cultivada. Entretanto, ao incluir o efeito da inflação, obteve-se um relacionamento positivo e quase linear entre lucratividade e proporções de pastagem cultivada (Fig. 6). Embora a venda de machos aos 46 meses tenha proporcionado os valores presentes líquidos mais altos, a venda nas outras idades também mostrou aumentos na lucratividade com aumentos na proporção de pastagem cultivada. Portanto, os relacionamentos indicam que a total substituição do cerrado por pastagem cultivada, através da tecnologia usual, é lucrativa para o produtor, se for usado crédito subsidiado.

### Experimento 3

O resultado econômico de cada repetição, referente aos dois tratamentos (com e sem cultura

anual), é mostrado na Tabela 2 e as variâncias de cada tratamento são apresentadas na Tabela 3.

Comparando as duas médias (Tabela 3), pode-se observar que a alternativa de introduzir pastagem através de cultura anual proporciona um lucro esperado substancialmente mais alto (33%) do que o estabelecimento sem cultura. Entretanto, os resultados indicam (Tabela 3) que a variância em lucro, associada à alternativa com cultura, é consideravelmente maior do que introduzir pastagem diretamente. Obviamente, a escolha entre as duas alternativas depende da atitude do fazendeiro em relação ao risco. É importante ressaltar que, sob esta proporção de pastagem cultivada (80%), o limite inferior do lucro, proporcionado pela alternativa com cultura, ainda representa um nível de lucratividade alto. Provavelmente, fazendeiros extremamente avessos ao risco escolheriam a alternativa de estabelecer pastagem cultivada diretamente.

A variância em lucro devido à variação do preço

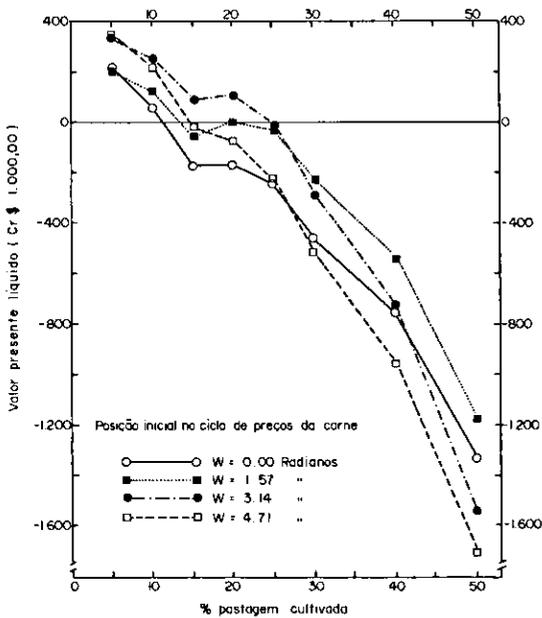


FIG. 4. Relacionamento entre proporção de pastagem cultivada, posição inicial no ciclo de preços da carne, lucratividade e venda de machos aos 34 meses.

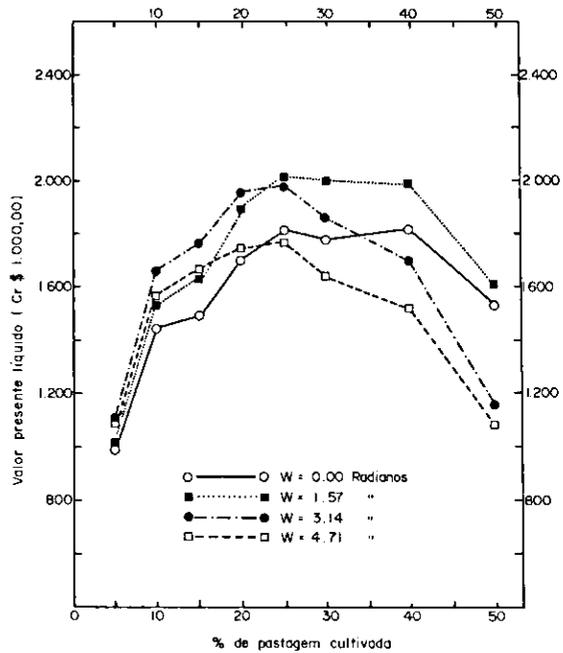


FIG. 5. Relacionamento entre proporção de pastagem cultivada, posição inicial no ciclo da carne, lucratividade e venda de machos aos 46 meses.

da carne, estimada através da alternativa de estabelecer a pastagem diretamente (Tabela 3), pode ser considerada baixa. Isto indica que, a longo prazo, o risco devido à variação no preço da carne, não se apresenta como um fator importante para influenciar no melhoramento de uma fazenda de gado de corte, na região de Cerrado.

O valor presente líquido e a taxa interna de retorno não devem ser os únicos critérios de análise, uma vez que o fazendeiro também está interessado em liquidez. Normalmente, a execução de um projeto de melhoramento de uma fazenda de pecuária de corte, na região, encontra seu período crítico financeiro nos primeiros anos. Por isso, a análise do fluxo de caixa se torna imprescindível. Para o caso em estudo, as médias de fluxo de caixa anual, tiradas de dez repetições, indicam que a alternativa de estabelecer pastagem através de cultura anual apresenta-se melhor distribuída (Fig. 7). A inferioridade desta alternativa no sexto e sétimo ano é explicada pelo atraso no

aumento da capacidade de suporte em relação ao estabelecimento direto. Quando a pastagem foi estabelecida diretamente, o tamanho do rebanho

TABELA 2. Resultado econômico das repetições provenientes da geração aleatória de preços da carne e do rendimento da cultura de arroz.

Número da repetição	Valor presente líquido (Cr\$ 1,00)	
	Sem cultura	Com cultura
1	10.512.836	13.094.815
2	10.625.104	10.542.733
3	10.702.760	12.692.026
4	11.080.616	18.427.809
5	10.071.655	17.942.594
6	10.289.446	13.817.864
7	10.317.353	8.433.013
8	11.063.392	13.347.388
9	10.411.497	16.775.482
10	10.539.500	15.689.758
Média	10.561.400	14.076.300

aumentou mais rapidamente, resultando em um volume maior de venda de animais naqueles anos. Ao analisar os primeiros sete anos verifica-se que, no tratamento com cultura anual, a soma dos fluxos positivos cobre cerca de 88% dos fluxos negativos, enquanto que, no outro tratamento, somente 14,8% dos fluxos negativos são cobertos.

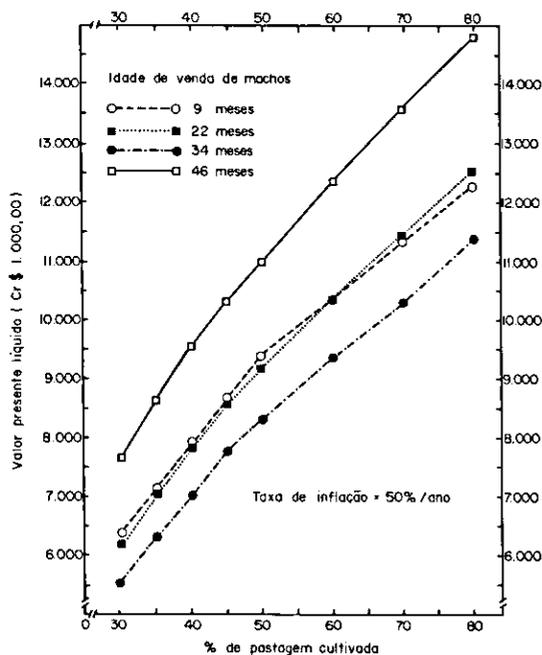


FIG. 6. Efeito combinado de proporções de pastagem cultivada e idades de venda de machos sobre a lucratividade do sistema considerando uma taxa de inflação.

TABELA 3. Variância do valor presente líquido de estabelecer pastagem com e sem cultura de arroz.

Tratamentos	Média do valor presente líquido (Cr\$ 1,00)	Desvio padrão (S) (Cr\$ 1,00)	Intervalo de confiança a 95% significância (Cr\$ 1,00)
Sem cultura	10.516.400	324.482	11.250.378 9.782.422
Com cultura	14.076.300	3.190.200	21.292.532 6.860.068

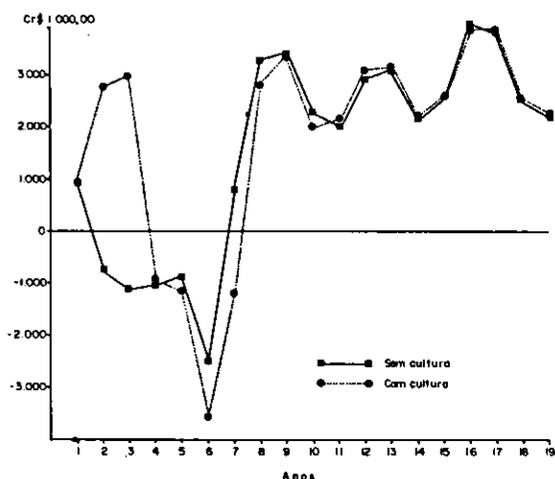


FIG. 7. Médias anuais de fluxo de caixa estabelecendo pastagem com e sem cultura anual.

## CONCLUSÕES

1. Frequentemente, aqueles que estão envolvidos em tomadas de decisões, a nível de fazenda, enfrentam problemas para selecionar combinações entre alternativas que sejam mais eficientes economicamente. A simples orçamentação que geralmente é usada, limita o poder de avaliação de alternativas, sobretudo quando envolve elementos de risco. Por outro lado, modelos de simulação permitem que a complexidade de um sistema de produção animal possa ser estudada de maneira mais eficiente. Por isso, concentrou-se esforço na construção deste modelo, o qual permitiu experimentar com um grande número de fatores, o que de outra maneira seria impossível. Embora reconhecendo que um modelo de simulação é uma simplificação do sistema real, este trabalho, além de proporcionar diretrizes para selecionar alternativas, serviu como instrumento para facilitar a compreensão do sistema de produção de gado de corte no cerrado e indicar áreas de pesquisa.

2. Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que a total substituição do cerrado por pastagem cultivada torna-se lucrativa, a nível de fazenda, somente através da aplicação de crédito subsidiado. Caso contrário, uma proporção ótima de pastagem cultivada deveria ser encontrada para

melhor desempenho econômico da fazenda. A taxa de desenvolvimento da fazenda é um determinante crítico no fluxo de caixa. Por isso, ao estabelecer uma proporção alta de pastagem cultivada, é aconselhável usar taxas baixas de desenvolvimento. Evidentemente, a taxa de desenvolvimento deverá ser ajustada para cada caso em particular.

3. Utilizar a cultura de arroz por um ou dois anos antes de estabelecer a pastagem, embora tenha apresentado uma alta variação no lucro, mostrou ser uma alternativa mais lucrativa do que o estabelecimento direto. Do mesmo modo, a aquisição de vacas de cria e a venda dos machos como bois gordos são duas alternativas que devem ser adotadas em um sistema de cria que introduz pastagem cultivada.

4. A longo prazo, o risco devido à variação no preço da carne não demonstrou ser um fator importante no desenvolvimento de uma fazenda. Finalmente, pode-se concluir que também, a longo prazo, a posição inicial no ciclo de preços da carne não é um fator de importância. Entretanto, iniciar o processo de substituição do cerrado, por pastagem cultivada, no topo do ciclo é mais rentável do que iniciar nas outras posições (início, meio e parte inferior do ciclo).

### SUGESTÕES

Além dos resultados obtidos neste trabalho acrescentam-se os seguintes comentários como sugestões de pesquisa:

1. Métodos alternativos de formação de pastagens, envolvendo custos inferiores à tecnologia atual, deveriam ser desenvolvidos, a fim de que a total substituição do cerrado por pastagem cultivada, na ausência de crédito subsidiado, possa ser atrativa para o produtor.

2. Informações sobre adubação de manutenção e seu efeito residual precisam ser desenvolvidas. Tais informações são imprescindíveis para prever a produtividade das pastagens cultivadas e sua economicidade, bem como poder orientar o melhor uso dos recursos (físicos e financeiros).

3. A quantificação dos relacionamentos entre pastagem cultivada e desempenho reprodutivo das

fêmeas (novilhas e vacas), também se faz necessário para estimar com maior precisão a melhor utilização dessas pastagens.

### REFERÊNCIAS

- AGRO. Estimativa de custos para o período agrícola 1979/80. Referência; parâmetros de preços para desmate e estimativas de custos para culturas anuais encaminhada ao Banco do Brasil. Campo Grande, s.ed., 1979. p.5. Mimeografado.
- BYRNE, G.E. & TOGNETTI, K. Simulation of a pasture environment interaction. *Agric. meteorol.*, 6:151-63, 1969.
- CEZAR, I.M. Modelo bioeconômico de produção de gado de corte. I. Descrição do modelo. *Pesq. agropec. bras.*
- CORREA, A.N.S.; FAGUNDES, L.M.; BRITO, W.M.; OLIVEIRA, J.P.; KOUCHI, K.; SOUZA, O.B.M. & KAKAZU, M.I. Mato Grosso do Sul, subsídios para o diagnóstico do estado. Campo Grande, EMBRATER, 1977. 123p.
- DENT, J.B. & BLACKIE, M.J. *Systems simulation in agriculture*. London, Applied Science Publishers, 1979. 174p.
- DUMONT, A.G. & BOYCE, D.S. The probabilistic simulation of weather variable. *J.Agric. Eng. Res.*, 19: 131-45, 1974.
- FLINN, J.C. The simulation of crop-irrigation systems. In: DENT, J.B. & ANDERSON, J.R. *Systems analysis in agricultural management*. London, John Wiley, 1971. p.123-51.
- JONES, J.G.W. & BROCKINGTON, N.R. Intensive grazing systems. In: DENT, J.B. & ANDERSON, J.R. *Systems analysis in agricultural management*. London, John Wiley, 1971. p.188-211.
- McARTHUR, A.T.G. A course for Fortran simulators. Canterbury, Lincoln College University College of Agriculture, 1979. 49p.
- MORLEY, F.H.W. *Quantitative analysis of ruminant production systems*. s.l. University of Melbourne, Veterinary Clinical Centre, 1981. 21p. Mimeografado.
- NAYAK, R.L.; RAY S. & SHARMA, J.P. Effect of soil drought at different physiological growth stages on yield and water requirement of upland, direct seeded rice. *Oryza*, 11(2):81-6, 1974.
- NETER, J. & WASSERMAN, W. *Fundamental statistic for business and economics*. Boston, Allyn & Bacon, 1966. n.p.
- PHILLIPS, J.B. Statistical methods in systems analysis. In: DENT, J.B. & ANDERSON, J.R. *Systems analysis in agricultural management*. London, John Wiley, 1971. p.34-52.
- ROSE, C.R.; BEGG, J.E.; BYRNE, G.F.; TORSELL, B.W.R. & CONCZ, J.H. A simulation model of

- growth-field environment relationships for Townsville stylo (*Stylosanthes humilis* H.B.K.) pasture. *Agric. Meteorol.*, 10:161-83, 1972.
- SAHU, B.N. & RAO, B.J.H. Water regime in rice soils. 1. Effect of soil moisture stress at different phases of growth of three rice plant types. *Oryza*, 11(2):59-65, 1974.
- SATURNINO, H.M.; MATTOSO, J. & CORREA, A.N.S. Sistemas de produção pecuária em uso nos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 4., Brasília, 1976. São Paulo, USP, 1977. p.59-84.
- WHITE, D.H. *Simulation models and sheep production*. s.l., University of New South Wales, 1975. 339p. Tese Ph.D.