

DETERMINAÇÃO DO PERÍODO ÓTIMO DE PASTEJO DE BOVINOS DE CORTE NO ESTADO DO PIAUÍ¹

VALDERI VIEIRA DA SILVA², AHMAD SAEED KHAN³ e GONÇALO MOREIRA RAMOS²

RESUMO - O objetivo principal deste trabalho é o de determinar e analisar economicamente o período ótimo de pastejo de bovinos de corte, em pastagem nativa com e sem adubação fosfatada, sob diferentes taxas de lotação. Os dados foram obtidos de um experimento desenvolvido na região de 'Mimoso' em Campo Maior, PI, no período de março a novembro de 1978. O instrumental analítico utilizado foi baseado no método do valor atual, para o cálculo do custo operacional de produção e das receitas bruta e líquida, considerando uma taxa de juros reais com capitalização contínua. O método de mínimos quadrados ordinários foi usado para estimar os coeficientes da função de produção para os cinco tratamentos. Para os tratamentos considerados, conclui-se que os tratamentos T₃ e T₅ foram os mais rentáveis, com taxas de lotação de 3,3 e 1,4 ha/animal, respectivamente.

Termos para indexação: bovinos de corte, período ótimo de pastejo, taxa de lotação, pastagem nativa.

DETERMINING OPTIMUM PERIOD OF GRAZING BEEF CATTLE IN THE STATE OF PIAUÍ

ABSTRACT - The main objective of the study was to determine, and analyse economic feasibility of optimum period of grazing beef cattle at different stocking rates on native, fertilized and non-fertilized pastures. The data were obtained from the experiments in the Mimoso region of Campo Maior - Piauí, during the months of march-november of 1978. Present value technique was used to calculate variable cost of production, gross revenue and net income. The ordinary least square method was used to estimate production function coefficients for all the five treatments. The results indicated that 5th and 3rd treatments having 3.3 and 1.4 ha/animal, respectively, bring higher returns.

Index terms: beef cattle, optimum time of grazing, stocking rate, native pastures.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

No Estado do Piauí (PI), a exploração da pecuária bovina caracteriza-se pela utilização de métodos extensivos, onde a pastagem nativa é a base da alimentação do rebanho. O sistema extensivo de criação, que perdura desde os tempos coloniais, baseado nos latifúndios com baixa inversão de capital e baixa remuneração do fator trabalho, deixou ao pecuarista piauiense a idéia de que somente com as pastagens

¹ Recebido em 06 de dezembro de 1984.
Aceito para publicação em 18 de junho de 1985.

² Eng.^o Agr.^o MS, em Economia Rural e Forragicultura, respectivamente, Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/UEPAE) - CEP 64000 - Teresina, PI.

³ Eng.^o Agr.^o, PhD, em Economia Rural, Professor Adjunto do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará - Campus do Pici - CEP 63000 - Fortaleza, CE.

nativas os rebanhos asseguram sua alimentação, sem, contudo, se preocupar com a produção de forrageiras e introdução de tecnologias, necessárias ao bom desempenho do rebanho. O superpastejo e o baixo nível de manejo do rebanho têm constituído importante causa da degradação da pastagem.

Os maiores problemas da exploração da pecuária, no Piauí, estão nas deficiências e baixa qualidade das pastagens no período seco do ano, o que prejudica o desempenho produtivo do rebanho. Neste período, as pastagens, além de escassas, apresentam baixo valor nutritivo, baixo coeficiente de digestibilidade e pouca palatabilidade para o gado, resultando em consideráveis prejuízos para os criadores, no que concerne à baixa eficiência produtiva e reprodutiva do rebanho (Bandeira, 1981).

Como ressalta Ramos et alii (1979), entre os diversos tipos de vegetação existente no Estado do Piauí, pode-se destacar, como mais importantes: pastagem nativa da região de 'Mimoso' e pastagem nativa da região de 'Agreste'. Na região de 'Mimoso', caracterizada por extensas áreas de campos constituídos de gramíneas e leguminosas forrageiras, durante o período chuvoso, quando se concentra cerca de 84% da precipitação pluviométrica anual, o ganho de peso dos animais em pastejo é, relativamente, alto em função do consumo de forragem com um bom valor nutritivo. Por outro lado, no período seco do ano, por falta de umidade no solo, a pastagem torna-se escassa e de qualidade inferior, em relação ao período chuvoso, prejudicando as condições de alimentação dos animais, os quais chegam a perder cerca de 30 a 50% de peso vivo.

Experimentos com animais em pastejo, sob diferentes taxas de lotação em pastagem nativa adubada, na região de 'Mimoso', evidenciam um ganho de peso considerável em bovinos de corte, indicando que o melhoramento de pastagem nativa através da adubação fosfatada, pode proporcionar grandes benefícios em termos de produção quando comparado ao sistema de criação tradicional adotado pelos criadores, onde as pastagens são superpastejadas (Ramos et alii, 1981).

Desta forma, acredita-se que, o melhoramento da pastagem nativa, através da adubação fosfatada e sob um manejo adequado, possa contribuir para uma exploração mais racional e econômica da pecuária de corte no Estado do Piauí.

O objetivo central deste trabalho é analisar a viabilidade econômica da exploração de bovinos de corte em pastagem nativa adubada e submetida a *diferentes taxas de lotação*, na região de 'Mimoso' no município de Campo Maior, no Estado do Piauí. Especificamente, pretende-se determinar: a) o ponto de máxima eficiência econômica para o criador, ou seja, para os diferentes tratamentos e níveis de preços; b) com que idade (meses) e peso os bovinos devem ser abatidos, a fim de maximizar a receita líquida do produtor, por animal vendido.

MATERIAL E MÉTODOS

Área do estudo e origem dos dados

Este trabalho foi desenvolvido no Município de Campo Maior, PI. A área do

estudo apresenta características edafoclimáticas e ecológicas comuns às demais áreas de pastagem nativa da região de 'Mimoso'. A topografia se apresenta com relevo plano e suavemente ondulado; e o tipo de cobertura vegetal, é a de campos abertos, com predominância de vegetação herbácea, principalmente gramíneas e leguminosas.

Os dados utilizados são provenientes de um experimento conduzido pela Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Teresina (UEPAE de Teresina).

Procedimento experimental

Foram estudadas três taxas de lotação na pastagem nativa adubada e duas na pastagem nativa sem adubação, formando os seguintes tratamentos, sem repetição:

- T₁ - pastagem nativa sem adubação com uma taxa de lotação de 2,0 ha/animal;
- T₂ - pastagem nativa sem adubação com uma taxa de lotação de 3,3, ha/animal;
- T₃ - pastagem nativa com adubação fosfatada, calagem e uma taxa de lotação de 1,4 ha/animal;
- T₄ - pastagem nativa com adubação fosfatada, calagem e uma taxa de lotação de 2,0 ha/animal; e
- T₅ - pastagem nativa com adubação fosfatada, calagem e uma taxa de lotação de 3,3 ha/animal.

A adubação constou de 125 kg/ha de superfosfato simples (25 kg de P₂O₅/ha) e uma calagem de 1 t/ha de calcário dolomítico.

A área total de pastagem nativa foi de 72 ha, subdividida em cinco subáreas de tamanhos variáveis em função da taxa de lotação, sendo duas de 19,8 ha, duas de 12 ha e uma de 8,4 ha, não havendo repetição de área.

Foram utilizados animais azebuados da própria região, machos não castrados, com idade variando de 18 a 24 meses e peso médio de 168 kg/animal. No início do período experimental, os animais eram pesados, identificados com marca de ferro a fogo, vacinados contra a febre aftosa e vermifugados; repetindo-se a vacinação a cada 4 meses e a vermifugação a cada 6 meses. Foram utilizados 30 animais, distribuídos em cinco grupos de seis animais, um grupo para cada tratamento. Os animais foram mantidos em regime de pastejo contínuo durante todo período experimental, e pesados a cada 28 dias, após 14 horas de jejum. Em cada tratamento havia água e sal mineral disponíveis à vontade.

Instrumental analítico

Função de produção

Um problema importante, no estudo de ajustamento de uma função de produção, consiste na escolha da forma funcional a ser utilizada, a qual depende, fundamentalmente, dos objetivos do estudo e das características do processo produtivo.

A variável 'tempo' tem grande importância nos estudos da produção animal, levando-se em consideração que esta é uma atividade que se processa por um período de tempo, relativamente longo. Assim, quando a decisão para produzir é tomada em termos de maximização da receita líquida, o fator tempo torna-se restritivo, devido à utilização crescente dos fatores de produção (Crocomo, 1973; Campos, 1980).

Tendo em vista os objetivos do presente trabalho as análises econômicas desenvolvidas tiveram como base a teoria da economia da produção, no curto prazo. O princípio básico, necessário na evolução do processo temporal, pode ser representado pela seguinte função de produção: $Y = F(t)$, onde Y representa o peso em kg de um animal em dado período de tempo, e t é a variável independente (representando o período de tempo, em meses, em que os animais são mantidos em pastejo, a partir do início do experimento).

Não existe uma função de produção que se adapte a todo e qualquer processo produtivo. Assim, tendo por base a lógica do fenômeno, procura-se, entre as equações matemáticas alternativas, a que melhor se adapte ao caso em estudo. A literatura (Heady & Dillon, 1961) indica que, para o crescimento de animais, as formas quadráticas ou da raiz quadrada são as que melhor se ajustam. Para atender os objetivos deste estudo, escolheu-se a primeira por se ajustar melhor aos dados.

A equação ajustada pelo método dos mínimos quadrados ordinários foi, portanto, da forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \epsilon,$$

onde:

Y = o peso vivo do animal em quilograma;

t = o período de tempo em que os animais são mantidos em pastejo, dado em meses;

ϵ = a perturbação estocástica;

β = parâmetros a estimar.

Receitas e custos pelo método do valor presente

A viabilidade econômica, por tratamento, será feita utilizando-se o 'Método do

Valor Atual' para o cálculo do custo operacional total e das receitas bruta e líquida, considerando uma dada taxa real de juros com capitalização contínua⁴. Este procedimento analítico é recomendado, considerando-se que, no caso de bovinos de corte, ocorre um fluxo de despesas e receitas que se estende por um período de tempo relativamente longo⁵.

A) Valor presente da receita bruta

Considerando a função de produção: $Y = F(t)$ ⁶, o valor da receita bruta da venda de um animal, no tempo t , foi dada pela expressão (1) a seguir, onde p representa o preço por kg de peso vivo do animal:

$$VRB = pF(t) \quad (1)$$

Considerando uma taxa real de juros com capitalização contínua, e igual a r , o valor presente da receita bruta (VPRB) foi dado pela expressão (2), a seguir:

$$VPRB = pF(t)e^{-rt} \quad (2)$$

B) Valor presente do custo operacional total

b.1. Considerando a função de custo:

$$C = f(t) \quad (3)$$

a. com base na estrutura de custo operacional de produção, o valor do custo acumulado (VCA), para um dado animal, até o instante t , é representado pela função $VCA_t = f(t)$, onde VCA cresce com o tempo t , ou seja:

$$\frac{dVCA}{dt} = f'(t) > 0 \quad (4)$$

⁴ A Receita Bruta (RB) é representada pelo valor da produção de carne. A Receita Líquida (RL), neste trabalho, é definida como sendo a Receita Bruta (RB) menos o Custo Operacional Total (COT). Desta forma, a RL se destina a remunerar o empresário e o capital empatado (terra e capital de exploração fixo e circulante) (Hoffmann et alii, 1978).

⁵ Maiores esclarecimentos, veja: Mischan, 1972; Crocomo, 1973; Martin, 1975; Campos, 1980; Faro, 1979; Hess, 1982.

⁶ Y (variável dependente, em kg) representa o peso de um animal no período de tempo t : t (variável independente, em meses) indica o período de tempo em que os animais são mantidos em pastejo.

O valor do custo acumulado por animal, em um intervalo de tempo dt , a partir do tempo inicial ($t = 0$), é dado pela diferencial total de $VCA_t = f(t)$, ou seja:

$$dVCA_{dt} = f'(t) dt \quad (5)$$

Quando se considera uma taxa real de juros com capitalização contínua, o valor presente do custo acumulado (VPCA) por animal no intervalo de tempo dt , no instante inicial ($t = 0$) é dado pela expressão:

$$DVPCA = f'(t) e^{-rt} dt \quad (6)$$

O valor presente do custo operacional total (VPCOT), referente a um animal, até o tempo t , dado pela integração da expressão (6), ou seja:

$$VPCOT = \int_0^t f'(t) e^{-rt} dt \quad (7)$$

b. considerando o valor ou custo de repetição de um animal no tempo t , como sendo V_t , o valor atual $V_{t=0}$ é dado pela expressão:

$$V_{t=0} = V_t e^{-rt} \quad (8)$$

O resultado da soma das expressões (7) e (8) representa o valor presente do custo total (VPCT) de um determinado animal, ou seja:

$$VPCT = \int_0^t f'(t) e^{-rt} dt + V_t e^{-rt} \quad (9)$$

O valor do custo total (VCT), no tempo t , foi dado por:

$$VCT = e^{rt} \left[\int_0^t f'(t) e^{-rt} dt + V_t e^{-rt} \right] \quad (10)$$

b.2. Considerando a função de custo⁷

$$C = f(t) = Kt \quad (11)$$

Nesta função o valor de K (custo operacional total por animal/mês), é considerado independente do período de pastejo e peso do animal, dentro de cada tratamento, sendo um custo constante, ou seja:

$$f(t) = kt$$

$$f'(t) = K$$

$$f''(t) = 0$$

(12)

⁷ Função de custo a ser considerada neste trabalho: $f(t) = Kt$

O valor atual do custo total, segundo a expressão (9), neste caso foi representado por:

$$VPCT = \int_0^t k e^{-rt} dt + V_t e^{-rt}$$

$$VPCT = \frac{K}{r} (1 - e^{-rt}) + V_t e^{-rt} \quad (13)$$

O valor do custo total, no tempo t , foi dado por:

$$VCT = \frac{K}{r} (e^{rt} - 1) + V_{t=0} e^{rt} \quad (14)$$

C) Valor presente da receita líquida

c.1. Quando se considera a função de custo: $C=f(t)$

$$VPRL = pF(t)e^{-rt} - \left[\int_0^t f'(t)e^{-rt} dt + V_t e^{-rt} \right] \quad (15)$$

onde:

VPRL = valor presente da receita líquida por animal;

p = preço do kg de peso vivo do animal, no tempo t ;

$F(t)$ = o peso vivo de um animal, dado em kg, que varia em função do tempo t , dado em meses;

t = o tempo, em meses, em que o animal deve permanecer em pastejo;

r = a taxa real de juros com capitalização contínua, onde: $r = \text{Ln}(1+i)$;

$f'(t)$ = custo por unidade de tempo (mês) para um dado animal;

V_t = valor ou custo de reposição do animal, no tempo t ;

e = a base dos logaritmos naturais, sendo constante e aproximadamente igual a 2,718; e

e^{-rt} = fator de valor atual, também denominado de 'fator de desconto';

Para se obter o máximo valor da receita líquida, no período de tempo ótimo de pastejo, venda ou abate do animal, deve-se ter as seguintes condições:

$$\frac{dVPRL}{dt} = 0 \longrightarrow \text{Condição necessária} \quad (16)$$

$$\frac{d^2 VPRL}{dt^2} < 0 \longrightarrow \text{Condição suficiente} \quad (17)$$

A condição necessária para um máximo é dada pela derivação da expressão (15), ou seja:

$$\frac{dVPRL}{dt} = pF'(t)e^{-rt} - rpF(t)e^{-rt} - f'(t)e^{-rt}$$

$$\frac{dVPRL}{dt} = e^{-rt} \left[pF'(t) - rpF(t) - f'(t) \right] = 0$$

onde:

$$pF'(t) - rpF(t) - f'(t) = 0$$

$$pF'(t) = rpF(t) + f'(t) \quad (18)$$

Pela interpretação econômica da expressão (18), o animal só deve ser mantido em pastejo, enquanto o valor do produto marginal [VPMg = $pF'(t)$] for maior do que os juros sobre o valor do produto [$j = rpF(t)$], mais o acréscimo do custo [$\Delta C = f'(t)$], através do tempo de pastejo dos animais.

A condição suficiente para um máximo é dada pela segunda derivada da expressão (15), ou seja:

$$\frac{d^2VPRL}{dt^2} = -re^{-rt} [pF'(t) - rpF(t) - f'(t) + e^{-rt}] + [pF''(t) - rpF'(t) - f''(t)] \quad (19)$$

Considerando a equação (18), o sinal da segunda derivada no ponto que maximiza o valor presente da receita líquida é igual ao sinal da expressão a seguir:

$$Z = pF''(t) - rpF'(t) - f''(t) \quad (20)$$

c.2. Quando se considera a função de custo:

$$C = f(t) = Kt$$

A maximização do valor presente da receita líquida, no período de tempo ótimo de pastejo, venda ou abate do animal, está sujeita às seguintes condições:

a) condição necessária: dada pela substituição da expressão (12) na (18):

$$pF'(t) - rpF(t) - K = 0 \quad (21)$$

b) condição suficiente:

$$pF''(t) - r pF'(t) - K < 0 \quad (22)$$

Sendo satisfeitas estas duas condições, o valor presente da receita líquida é dado pela seguinte expressão:

$$VPRL = p [\hat{b}_0 + \hat{b}_1 t + \hat{b}_2 t^2] e^{-rt} - \frac{K}{r} (1 - e^{-rt}) - V_t e^{-rt} \quad (23)$$

D) Período de tempo ótimo de pastejo

O período de tempo ótimo de pastejo (venda ou abate do animal), que maximiza o valor atual da receita líquida, é dado pelo valor de \hat{t} , encontrado através da solução da equação (24), a seguir:

$$p(\hat{b}_1 - r\hat{b}_0) - K + p(2\hat{b}_2 - r\hat{b}_1) t - r p\hat{b}_2 t^2 = 0 \quad (24)$$

Custos operacionais de produção

Segundo Matsunaga (1976), a estrutura denominada 'custo operacional', compõe-se dos custos variáveis que englobam os dispêndios em dinheiro e alguns custos fixos, representados pela depreciação e conservação dos bens duráveis, empregados no processo produtivo. No custo operacional não são incluídos os juros sobre o capital empatado (capital fundiário e capital de exploração fixo e circulante) e uma possível remuneração do trabalho do empresário.

A depreciação anual foi calculada pelo método linear, considerando-se o valor de reposição dos bens e uma taxa de depreciação dada em função da vida útil prevista para cada tipo de bem de capital. Os custos de conservação foram calculados em função da vida útil do bem de capital, considerando-se que o custo anual de conservação de cada bem não deve ultrapassar 75% do seu valor de reposição, pois a partir desse percentual já seria recomendada a sua substituição (Rodrigues, 1975).

Levando-se em consideração as dificuldades em se determinar os coeficientes técnicos referentes à mão-de-obra para cada tratamento, considerou-se um operário em regime permanente, remunerado a base do salário mínimo vigente no Estado do Piauí, em abril de 1984, ou seja, Cr\$ 50.256. O valor desta mão-de-obra é referente aos gastos com todas as operações durante o experimento, inclusive a aplicação de fertilizante e manejo do rebanho. O valor mensal de mão-de-obra foi distribuído levando-se em consideração a área total e as operações requeridas para cada tratamento. No caso dos tratamentos com adubação, foi considerada a operação com aplicação do adubo e do calcário. Desta forma, o valor de Cr\$ 50.256 foi assim distribuído: T₁ (18%); T₂ (19%); T₃ (20%); T₄ (21%) e T₅ (22%).

Para os cálculos dos custos com vacinas e medicamentos, baseou-se na vacinação contra a febre aftosa a cada 4 meses, e a vermifugação dos animais a cada 6 meses.

Os custos com combustível (óleo diesel) foram estimados considerando-se um consumo de 1,2 litros de óleo por hora, para a moto bomba funcionando meia hora para cada dois dias, dando um total de 7,5 horas/mês.

Levando-se em consideração o efeito residual da adubação fosfatada e da calagem, por um período de quatro anos, os custos de superfosfato simples e do calcário, foram assim distribuídos: primeiro ano (50%), segundo ano (25%), terceiro ano (15%) e quarto ano (10%).

Preços e taxas de juros utilizados

O preço de Cr\$ 1.500 pago ao produtor foi obtido junto ao Frigorífico do Piauí S/A (FRIPISA), relativo ao mês de abril de 1984. Este preço refere-se ao peso de carcaça dos animais, e para se obter o preço equivalente em peso vivo, considerou-se um rendimento de carcaça igual a 50% (Ramos, 1979). Portanto, o preço do kg de peso vivo, em abril de 1984, era de Cr\$ 750, e conforme a metodologia adotada neste trabalho, foram considerados mais dois outros níveis de preços: Cr\$ 900, e Cr\$ 1.500, correspondendo, respectivamente, a um acréscimo de 20 e 40% sobre o primeiro nível de preço.

O custo de reposição ou valor do animal (V_t), com aproximadamente 168 kg de peso vivo, foi de Cr\$ 126.000, que corresponde a um preço de Cr\$ 750/kg de peso vivo, em abril de 1984.

Para os insumos e fatores de produção (sal mineral, vacinas, medicamentos, óleo combustível, superfosfato simples, calcário, mão-de-obra e bens de capital (instalações e equipamentos), foram considerados os preços vigentes no mercado local de Teresina, PI, em abril de 1984.

Para a determinação dos valores atuais dos custos e receitas, utilizou-se uma taxa real de juros com capitalização contínua igual a 1% ao mês.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos custos de produção

Na Tabela 1, são apresentados os custos operacionais mensal para um lote de 6 animais, e por animal, em regime de pastejo contínuo, para cada tratamento.

Os custos com vacinas, medicamentos e óleo combustível, são os mesmos para todos os tratamentos, uma vez que estes contém o mesmo número de animais. Os custos com a mão-de-obra, sal mineral, fertilizantes, depreciação e conservação, foram calculados levando-se em consideração os requerimentos para cada tratamento.

O valor da mão-de-obra é referente aos gastos com todas as operações durante

o experimento, inclusive a aplicação de fertilizantes e manejo do rebanho. O valor mensal da mão-de-obra foi distribuído levando-se em consideração a área total e as operações requeridas para cada tratamento. No caso dos tratamentos com adubação, foi considerada a operação com aplicação do adubo e do calcário. Desta forma, o valor de Cr\$ 50.256, foi assim distribuído: T₁ (18%); T₂ (19%); T₃ (20%); T₄ (21%) e T₅ (22%).

TABELA 1. Estimativa do custo operacional total mensal para um lote de 6 animais, por tratamento, em regime de pastejo contínuo em pastagem nativa sem e com adubação fosfatada. Campo Maior, PI/1978.

Discriminação	Tratamentos				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
A. Despesas diretas	15 167	14 839	23 505	25 956	34 843
Mão-de-obra	9 046	9 549	10 051	10 554	11 056
Sal mineral	4 527	3 697	3 327	1 618	2 079
Vacinas	438	438	438	438	438
Medicamentos	311	311	311	311	311
Combustível (óleo diesel)	844	844	844	844	844
Superfosfato simples	-	-	6 000	8 572	14 143
Calcário dolomítico	-	-	2 533	3 619	5 971
B. Despesas indiretas	9 956	14 312	8 540	9 976	14 312
Depreciação	5 691	8 167	4 870	5 691	8 167
Conservação	4 265	6 146	3 670	4 285	6 145
Custo operacional total (A + B)	25 123	29 151	32 045	35 932	49 155
Custo operacional total mensal/animal (K)	4 187	4 858	5 341	5 989	8 192

Fonte: Dados da pesquisa

Os custos com sal mineral são relativamente elevados nos tratamentos sem adubação (T₁ e T₂), em relação aos tratamentos com adubação (T₃, T₄ e T₅), o que indica uma possível deficiência de fósforo na pastagem, levando os animais ao maior consumo de sal para suprir suas necessidades.

Dentro de um mesmo tratamento, o custo utilizado por mês na engorda de um animal é constante. Entretanto, todos os custos utilizados, tais como: mão-de-obra, depreciação das instalações, juros sobre os capitais investidos em equipamentos, instalações e cercas, juros sobre os animais em estoque, são proporcionais ao tempo de permanência do animal na Empresa. Desta forma, quando a decisão para produzir é tomada em termos de lucro em dado período de tempo, é de fundamental importância a determinação do período ótimo de pastejo, visto que a permanência dos animais na Empresa, além do tempo ótimo, irá compreender a rentabilidade da atividade.

Ajustamento da função de produção

Com base nos pesos individuais dos animais, utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários, ajustou-se uma função de produção quadrática para cada tratamento.

Como evidencia a Tabela 2, para todos os tratamentos, os valores da estatística 'F' são significantes ao nível de 1% de probabilidade, indicando que a variável 't' (tempo) influencia significativamente na produção de carne bovina. Os valores dos coeficientes de determinação múltipla, R^2 , variaram entre 0,44 (para o T_2) e 0,74 (para o T_5).

TABELA 2. Estimativas dos coeficientes de regressão e de seus correspondentes testes "t" da função de produção quadrática, para os tratamentos considerados.

Tratamento	Equações estimadas	R^2	F	n
T_1	$Y_1 = 168,56 + 18,35 t - 1,37 t^2$ (5,28) * (3,27) *	0,54	36,06	54
T_2	$Y_2 = 164,11 + 24,97 t - 2,02 t^2$ (4,32) * (2,91) *	0,44	19,85 *	54
T_3	$Y_3 = 163,48 + 33,81 t - 2,48 t^2$ (5,56) * (3,39) *	0,62	41,23 *	54
T_4	$Y_4 = 162,01 + 37,03 t - 3,28 t^2$ (5,03) * (3,71) *	0,46	21,34 *	54
T_5	$Y_5 = 161,10 + 42,13 t - 3,31 t^2$ (7,87) * (5,15) *	0,74	70,62 *	54

Fonte: Dados da pesquisa

- Os números entre parênteses, sob os coeficientes estimados, indicam os valores da estatística "t" de Student; R^2 , é o coeficiente de determinação múltipla; "F" é a estatística de Snedecor; e "n" representa o número de observações.
- Asteriscos indicam que os valores do teste "F" e os valores dos coeficientes (testes "t" unilaterais) são significantes ao nível de 1 por cento de probabilidade.

Os valores do teste t de Student para a hipótese nula de cada um dos parâmetros, foram estatisticamente significantes ao nível de 1% de probabilidade.

Os sinais dos coeficientes da variável independente, em suas formas linear e quadrática, são consistentes com a teoria de produção, caracterizada por taxas decrescentes de ganho de peso dos animais (da fase de puberdade até a maturidade), ou

seja, a partir da fase de puberdade os retornos em peso vivo do animal são decrescentes, à medida que aumenta o fator tempo (Crocomo, 1973).

Período ótimo de pastejo e receita líquida atual

A Tabela 3 apresenta os diferentes períodos ótimos de pastejo para cada tratamento, considerando os três níveis de preços. Um acréscimo de 20% no preço do produto (variação de Cr\$ 750 para Cr\$ 900), exerce pequena influência no deslocamento do período ótimo de pastejo, em todos os tratamentos. Para um acréscimo de 40% (variação de Cr\$ 750 para Cr\$ 1.050), as variações foram mais acentuadas, no período ótimo de pastejo.

Os tratamentos T₁ e T₄, com a mesma taxa de lotação (2,0 ha/animal), sem e com adubação, respectivamente, apresentaram uma pequena diferença no período ótimo de pastejo. Com relação ao ganho de peso vivo, o T₄ foi superior ao T₁.

TABELA 3. Valor presente da receita líquida para cada nível de preço e período ótimo de pastejo dos animais. Campo Maior, PI/1978.

Tratamento	Preço (Cr\$/kg de de peso vivo)	Custo (Cr\$/mês/ animal)	Período ótimo de pastejo (meses)	Peso ótimo de abate (kg)	Receita líquida (Cr\$/animal)
T ₁	750	4 817	4,0	220	21 255
	900		4,2	221	52 892
	1 050		4,5	224	86 198
T ₂	750	4 858	4,1	224	24 576
	900		4,3	225	52 831
	1 050		4,6	226	84 441
T ₃	750	5 341	5,9	276	45 760
	900		6,1	277	84 398
	1 050		6,3	278	140 984
T ₄	750	5 989	4,2	260	51 531
	900		4,4	261	78 433
	1 050		4,5	265	119 199
T ₅	750	8 192	4,3	281	46 702
	900		4,5	284	47 848
	1 050		4,8	287	128 737

Fonte: Dados da pesquisa

Os tratamentos T_2 e T_5 , com a mesma taxa de lotação (3,3 ha/animal), sem e com adubação, respectivamente, apresentam pequenas variações no período ótimo de pastejo. O T_3 , com uma taxa de lotação de 1,4 ha/animal, e com adubação, apresenta um período ótimo de pastejo superior aos demais tratamentos.

Admitindo-se que o empresário deseja maximizar o valor atual da receita líquida, os animais deverão ser mantidos em regime de pastejo contínuo, enquanto o valor do produto marginal $VPMg = pF'(t)$ for maior que a soma dos juros sobre o valor do produto $j = rpF(t)$ e o acréscimo de custo $\Delta C = f'(t)$. Assim, para este estudo, o período ótimo de pastejo foi dado pela solução da equação (24).

Considerando-se constante o custo total mensal por animal e a taxa de juros, o período de pastejo é função do peso vivo do animal e do preço do produto pago aos produtores.

A maximização do valor presente da receita líquida, por tratamento e por nível de preço do produto, foi obtida introduzindo-se o período ótimo de pastejo (\hat{t}), na expressão (23).

Como evidencia a Tabela 3, todos os tratamentos apresentaram valor positivo da receita líquida atual, sendo que, para o primeiro nível de preço (Cr\$ 750/kg de peso vivo), este valor é relativamente baixo. Portanto, sendo todos os tratamentos economicamente viáveis, o produtor pode tomar a decisão de produzir com menores lucros por lote de animais, se o uso mais intensivo dos fatores de produção (bens de capital, mão-de-obra, etc) lhe proporcionar maior lucro por período de tempo.

Quando a decisão para produzir é tomada em termos de lucro, em dado período de tempo, e não em termos de lucro por lote de animais, o fator tempo pode ser restritivo. Desta forma, a determinação do período ótimo de pastejo é de fundamental importância, principalmente, quando se utiliza pastagens nativas adubadas, com custos elevados, visto que a permanência dos animais em pastejo, além do tempo ótimo, ou seja, onde as receitas líquidas são maximizadas, irá comprometer a rentabilidade do empreendimento.

CONCLUSÕES

- a. Todos os tratamentos apresentaram valor presente da receita líquida positivo, indicando que os mesmos são economicamente viáveis, no período ótimo de pastejo.
- b. Nas condições deste trabalho, os tratamentos T_5 e T_3 — pastagem nativa com adubação fosfatada, calagem e taxa de lotação de 3,3 e 1,4 ha/animal, respectivamente — foram os mais rentáveis.
- c. Com o valor presente da receita líquida positivo, o produtor pode tomar a decisão de produzir com menores lucros por lote, quando o uso mais intensivo dos fatores de produção lhe proporcionar um maior lucro por período de tempo.

- d. A função de produção ajustada exibe produtividade média e marginal sempre decrescente.
- e. O estudo econômico, da produção de bovinos de corte, baseado na função quadrática permite a conclusão de que o período ótimo de pastejo varia em função do peso vivo do animal e do preço do produto pago aos produtores.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, W. J. et alii. **Aspectos do setor primário piauiense**. Teresina, Fundação CEPRO, 1981. 49p.
- CAMPOS, R. T. **Análise econômica do arraçamento suplementar e determinação da idade ótima de abate de bovinos de corte: Estado do Ceará**. Fortaleza, UFC, 1980, 85p. (Tese M.S.).
- CROCOMO, C. R. **Análise econométrica do crescimento ponderal de gado bovino**. Piracicaba, ESALQ, 1973. 138p. (Tese M.S.).
- FARO, G. de. **Elementos de engenharia econômica**. 3. ed. São Paulo, Atlas, 1979. 328p.
- HEADY, E. O. & DILLON, J. **Agricultural production functions**. Ames, Yowa State University Press, 1961. 667p.
- HESS, G. et alii. **Engenharia econômica**. 14.ed. São Paulo, Difel, 1982. 100p.
- HOFFMANN, R. et alii. **Administração da empresa agrícola**. 2.ed. São Paulo, Pioneira, 1978. 325p. II. (Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais, Série Estudos Agrícolas).
- MARTIN, N. B. & PIRES, A. A. **Período ótimo de confinamento de bovinos de corte**. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola, 1975. 25p.
- MATSUNAGA, M. et alii. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agric. SP.**, São Paulo, 23(1):123-39, 1976.
- MISCHAN, M. M. **Análise econométrica de crescimento de gado bovino**. Botucatu, SP., Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, 1972. 141p. (Tese Ph.D.).
- RAMOS, G. M. et alii. Efeito da taxa de lotação em pastagens nativas, com e sem adubação fosfatada e calagem, sobre o ganho de peso de bovinos. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUI, 2, Teresina, 1981. **Anais . . . Teresina, s. ed.**, 1981. p. 215-28.
- RAMOS, G. M. et alii. **Recomendações sobre a utilização das pastagens nativas da região de Mimoso, em Campo Maior**. Teresina, EMBRAPA-UEPAE, 1979. 5p. (Comunicado Técnico, 13).
- RODRIGUES, P. C. **Análise econômica de um sistema de engorda de bovinos em confinamento, RS**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1975. 96p. (Tese M.S.).