

SISTEMA DE PRODUÇÃO EM PECUÁRIA DE CORTE NA ZONA DO RIO DOCE, ESTADO DE MINAS GERAIS*

Raimundo Rodrigues Pereira
Evonir Batista de Oliveira
Sônia Coelho de Alvarenga
Júlio Alberto Penna
Solon J. Guerrero**

1. INTRODUÇÃO

O «deficit» mundial de carne, estimado em 1.653.000 toneladas para o ano de 1980 (4), constitui um desafio para o Brasil, país alinhado entre os de maior potencialidade para a produção de carne bovina (5). Apesar de deter o quarto maior rebanho bovino do mundo, com 88.000 mil cabeças, a produtividade da bovinocultura brasileira é muito baixa, haja vista a taxa de abate relativa a 1974, 12,5%, quando comparada com as de outros países, como a Rússia, 36,64%, a República Federal da Alemanha, 35,32%, os Estados Unidos, 32,58%, e o Canadá, 31,35%, no mesmo ano. (2). Essa baixa produtividade pode ser atribuída ao baixo nível da tecnologia empregada na atividade pecuária. A produtividade do rebanho, função direta do potencial genético dos animais em interação com as condições do meio criatório (3), depende do sistema de produção usado.

Sistema de produção, conforme concebido por GALVÃO (7), é o processo de converter fatores produtivos em produção, por meio de adequada combinação desses fatores. ALVES (1), com o mesmo raciocínio, acrescenta características individuais do empresário, informações de mercado e processo decisório do produtor como importantes componentes do sistema de produção.

É possível que o modelo «difuso» de pesquisa até recentemente adotado no Brasil, conferindo informações isoladas, não tenha proporcionado condições aos pecuaristas de por si mesmo comporem seu sistema de produção. Os fatores produtivos e o estoque de conhecimentos gerados pela pesquisa não têm sido plenamente utilizados, quer pela falta de informações complementares, quer pela sua inadequação à realidade rural. Há necessidade de pesquisas que visem a compor sistemas de produção alternativos com base no diagnóstico dos sistemas atualmente em uso, a fim de proporcionar ao pecuarista a oportunidade de escolha do mais adequado à sua condição particular.

* Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, como uma das exigências do Curso de Mestrado em Extensão Rural, para obtenção do grau de «Magister Scientiae».

Recebido para publicação em 26-09-1977.

** O primeiro autor é Técnico da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG); os demais são Professores do Departamento de Economia Rural da U.F.V. e Pesquisadores do CNPq.

Pretende-se, com o presente estudo, descrever as principais características da pecuária de corte na Zona do Rio Doce, estabelecer e propor sistemas de produção alternativos mais adequados para determinados grupos de empresários da Zona do Rio Doce e descrever a infra-estrutura regional aplicada à exploração de pecuária de corte, a fim de verificar a viabilidade das recomendações propostas.

2. METODOLOGIA

Foram selecionados para o estudo os municípios de Conselheiro Pena, Governador Valadares e Santa Maria do Suaçuí, considerados representativos das três microrregiões mais importantes produtores de bovino de corte da Zona do Rio Doce, isto é, Microrregiões 174, 175 e 185.

2.1. Modelo Conceptual

O modelo conceptual baseia-se numa abordagem de sistema de produção feita por ALVES (1). De acordo com essa abordagem, o sistema de produção pode ser assim representado:

$$S = f(\bar{C}, \bar{D}, \bar{M})$$

onde:

C é uma expressão quantitativa dos elementos fundamentais que entram no processo produtivo, tais como terra, insumos, trabalho, benfeitorias, máquinas e equipamentos, rendimento físico e sua dispersão, etc.

D representa um conjunto de conhecimentos necessários para implementar a realização quantitativa; C . M representa conhecimentos sobre o mercado e processo decisório dos agricultores. Salienta-se que entre C e D existe interação; para um dado conjunto M podem-se gerar diferentes sistemas de produção, a partir das várias combinações possíveis dos elementos do conjunto C.

Com base nessa conceituação de sistema de produção, é possível representar a função de produção por:

$$Y = f(X, Z/K)$$

onde:

Y é a produção total, X representa o conjunto de variáveis tecnológicas ou econômicas, Z é o conjunto de características individuais dos produtores e K representa a infra-estrutura do mercado e outros fatores condicionantes da produção, mas que não participam diretamente do processo produtivo, e é considerado na amplitude deste estudo.

2.2. Modelo Econométrico

O modelo econométrico utilizado foi a função de produção do tipo Cobb-Douglas.

$$Y = A X_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_n^{b_n}$$

onde:

Y é o valor da produção total em Cr\$, X_i são fatores produtivos, A é a constante de regressão e b_j são os coeficientes de regressão.

As pressuposições e relações básicas da função de produção podem ser vistas nos livros-textos de Microeconomia e em estudos empíricos, como o realizado por GIRÃO (8). Uma delas é que o produtor tenha como objetivo maximizar lucro, o que se verifica numa amplitude de retornos decrescentes à escala para cada fator, dada a tecnologia.

2.3. Amostragem

A população estudada é constituída por 130 propriedades selecionadas ao aca-

so, com área de 50 ha até 3.000 ha e com 25 ou mais reses. As propriedades com menos de 50 hectares e com menos de 25 reses foram excluídas por não terem expressão econômica na atividade pecuária de corte.

A amostra foi dividida em seis classes de tamanhos de propriedades: 50-100, 100-200, 200-400, 400-800, 800-1600 e acima de 1600 ha. O critério estatístico para estratificação baseou-se em IÓRIO (9).

2.4. Procedimento e Definição de Variáveis

A metodologia abrangeu, de modo geral:

- estabelecimento de índices sociopsicológicas (ISP);
- diagnóstico dos atuais sistemas de produção;
- determinação de sistemas de produção alternativos;
- análise econômica dos sistemas de produção propostos.

O índice sociopsicológico do produtor foi determinado a partir de variáveis estatisticamente correlacionadas com produtividade em pecuária de corte. Cada uma dessas variáveis foi operacionalizada em forma de índice parcial, cuja soma constituiu o índice sociopsicológico, usado na função de produção.

Para a determinação de sistemas de produção estratificou-se a amostra em três grupos, conforme a produtividade na pecuária, ou seja, o valor total da produção da pecuária de corte, por hectare e por ano. Estrato I, baixa produtividade, até Cr\$ 350,00/ha/ano, abrangendo 43 pecuaristas, Estrato II, média produtividade, entre Cr\$ 350,00 e Cr\$ 695,00/ha/ano, abrangendo 44 pecuaristas, e Estrato III, alta produtividade, englobando 43 pecuaristas, que auferem mais de Cr\$ 695,00/ha/ano de renda bruta. Estimou-se uma função de produção para cada estrato. Determinaram-se três níveis médios de uso de cada variável que mais explica a produção por estrato. Fizaram-se várias combinações, cada uma delas representando um sistema de produção hipotético. As combinações consideradas zootecnicamente viáveis foram então selecionadas.

A análise econômica consistiu em estimar o valor da produção, os custos e lucros para cada combinação ou sistema de produção hipotético, determinando-se a seguir:

- sistema de produção de maior produção;
- sistema de produção de maior lucro;
- sistema de produção de maior retorno, ou seja, maior relação renda bruta/custo de produção.

Variável Dependente:

- Y — Variável dependente — É o valor, em cruzeiros, da produção total da pecuária, abrangendo o valor das vendas de bovinos e o valor do leite produzido na fazenda (vendido e consumido), mais a diferença de inventário no período de julho de 1974 a junho de 1975.

Variáveis Independentes:

- X₁ — Área total em pastagens — Medida em hectares. Refere-se a toda a área destinada ao pastoreio do rebanho.
- X₂ — Pasto em reserva — Área de pastagens reservada para o pastoreio do rebanho, na seca especialmente. Medida em hectares.
- X₃ — Forrageira — Medida em hectares. Refere-se à área com forrageira, em geral cana ou outra gramínea, própria para corte e fornecimento ao gado como suplementação alimentar na época crítica da seca, principalmente.
- X₄ — Valor da terra em pecuária — É o valor, expresso em cruzeiros, da área destinada à pecuária de corte, estimado pelo pecuarista. Em geral, nele se refletem a qualidade da terra e sua localização em relação à sede do município e às estradas.
- X₅ — Conservação de pastagens — Medida em cruzeiros. Trata-se do valor dos gastos na conservação das pastagens.
- X₆ — Formação de pastagens — Também é o valor dos gastos, em cruzeiros, na formação das pastagens.
- X₇ — Formação e conservação de forrageiras — Expressa em cruzeiros. Trata-se do valor dos gastos com essa finalidade.
- X₈ — Mineralização — Compreende o valor total, em cruzeiros, dos gastos com aquisição de sal comum, sais minerais e farinha de ossos, para suplementação mineral do rebanho.
- X₉ — Concentrado — Refere-se a todo alimento especial, protéico ou não, fornecido ao rebanho bovino como complementação alimentar. É expressa em

cruzeiros.

- X₁₀ — Número de touros — É o número de reprodutores disponíveis no rebanho.
 X₁₁ — Total de vacas — Número de vacas existentes no rebanho.
 X₁₂ — Total de cabeças — É o número total de animais que compõem o rebanho, incluindo-se os jovens e os adultos.

- X₁₃ — Total de unidades animais — Compreende todos os animais, medidos em unidade animal (U.A.), obedecendo ao seguinte critério (3):

Touro	1,25 U.A.
Vaca	1,00 U.A.
Macho e fêmea de 3-4 anos	1,00 U.A.
Macho e fêmea de 2-3 anos	0,75 U.A.
Macho e fêmea de 1-2 anos	0,50 U.A.
Macho e fêmea de 0-1 ano	0,25 U.A.
Bois de carro	1,00 U.A.

- X₁₄ — Valor do rebanho — É o valor do rebanho em julho de 1975, em cruzeiros.

- X₁₅ — Vacinas — Valor, em cruzeiros, dos gastos com vacinas e testes aplicados no rebanho no ano agrícola 1974/75.

- X₁₆ — Ectoparasitas — Refere-se aos gastos, em cruzeiros, no combate a berne e carrapato no ano agrícola 1974/75.

- X₁₇ — Endoparasitas — Compreende todos os gastos, em cruzeiros, na aplicação de vermífugos no gado no ano agrícola 1974/75.

- X₁₈ — Mão-de-Obra Permanente — Refere-se aos gastos, em cruzeiros, com administradores, vaqueiros, retireiros e operários, em geral, em caráter permanente. Incluem-se aluguéis, água, luz e lenha a eles fornecidos no ano agrícola 1974/75.

- X₁₉ — Mão-de-Obra Total — Compreende os gastos totais, em cruzeiros, com mão-de-obra permanente e mão-de-obra avulsa no ano agrícola 1974/75.

- X₂₀ — Fluxo de Benfeitorias — Refere-se aos serviços correspondentes às benfeitorias. Foi calculado levando-se em conta o valor atual (A), anos de duração ainda da benfeitoria (B), depreciação (A/B), gastos com conservação (C) e percentagem de uso na pecuária de corte (D). Utilizou-se a seguinte fórmula:

$$X_{20} = (A/B + C) D/100$$

- X₂₁ — Estoque de Benfeitorias — Valor, em cruzeiros, valor atual (A), isto é, em julho de 1975, de todas as benfeitorias componentes do aparelho produtivo da pecuária de corte.

- X₂₂ — Fluxo de Máquinas e Equipamentos Usados na Pecuária — Calculado semelhantemente ao fluxo de benfeitorias, acrescentando-se, quando necessário, gastos com combustíveis e lubrificantes (E). Usou-se a fórmula:

$$X_{22} = (A/B + C + E)$$

- X₂₃ — Estoque de Máquinas e Equipamentos — É o valor total das máquinas usadas na bovinocultura de corte em julho de 1975.

- X₂₄ — Índice Sociopsicológico (I.S.P.) — Representa a tipologia do produtor. Foi operacionalizada a partir das variáveis sociopsicológicas significantemente correlacionadas com a produtividade da pecuária de corte (Quadro 13).

a — Escolaridade — Número de anos de escola. Ao analfabeto atribuiu-se o valor 0. Os que não frequentaram escola, mas sabem ler e escrever, receberam valor 2. Habilitação cultural e técnica são importantes fatores para mudanças tecnológicas e melhoria da produtividade agrícola (10).

b — Isolamento geográfico — Refere-se à localização da propriedade e à possibilidade de acesso a ela.

c — Cosmopolitismo — Refere-se à frequência com que o produtor participa de outros sistemas sociais, mediante visita a outros centros urbanos, excluindo-se a sede do próprio município. Foi operacionalizada a partir de dois componentes: número de viagens e população das cidades visitadas.

d — Orientação ao Crédito — Mede o grau de utilização do crédito rural como fator propulsor da atividade pecuária. Foi operacionalizada a partir da média dos empréstimos contraídos pelo produtor nos últimos três anos dividida pelo montante máximo que ele se julga em

- condições de obter.
- e — Participação Social Formal — Representa o grau de associação do produtor a certas organizações formais e grau de participação nelas. Utilizou-se uma escala de onze itens.
 - f — Adotabilidade — Refere-se ao grau de adoção de novas práticas pelo pecuarista. Utilizou-se uma escala do tipo *Sim* ou *Não*.

Cada variável mencionada constituiu um índice parcial. A soma de todos eles forma o índice sociopsicológico do produtor. Outras variáveis sociopsicológicas foram também testadas, tais como Idade, Administração, Contato com Técnicos, Orientação ao Risco, Comunicação Coletiva, Crenças e Tabus, Nível de Conhecimento, Índice de Motivação, Nível de Vida e Solidariedade Comunitária. Entretanto, não foram usadas na formação do ISP por não se correlacionarem significativamente com a produtividade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Diagnóstico dos Atuais Sistemas de Produção

A estratificação da amostra permitiu agrupar os pecuaristas em três grupos de sistemas de produção, segundo a produtividade. As propriedades maiores tendem a apresentar maior produtividade. O número médio de bovinos por fazenda é 187, 403 e 598 para os estratos de baixa, média e alta produtividade, respectivamente. Dos produtores de baixa produtividade, 74,43% dedicam-se à cria, 23,25% à recria e 2,32% à cria, recria e engorda. Entre os de média produtividade, 52,28, 20,45 e 27,27% dedicam-se, respectivamente, à cria, recria e à cria, recria e engorda; enquanto entre os de alta produtividade 32,56% fazem cria, 27,91% cria e recria e 39,35% cria, recria e engorda.

Em todos os estratos o rebanho é mestiço, com predominância de raças indianas, na grande maioria, e raças européias, sobressaindo a holandesa. A mestiçagem Zebu/Holandês é maior no estrato de maior produtividade, onde há 10,49% de touros puros da raça holandesa, enquanto nos estratos de baixa e média produtividade há 3,52 e 5,14% de touros, respectivamente.

A pecuária é explorada em regime de pastagem. No período crítico da seca, os animais mais necessitados recebem suplementação alimentar. O uso de forrageira para corte é feito por 46,51, 70,45 e 65,11% dos produtores dos Estratos I, II, III, respectivamente, enquanto o concentrado é usado por 9,30, 31,82 e 36,51% dos produtores desses estratos, respectivamente.

Os sais minerais, embora de uso bastante generalizado, são mais usados, e em formulações mais completas, pelos produtores de mais alta produtividade.

Quanto à sanidade animal, os pecuaristas do Estrato III mantêm melhor controle sanitário do rebanho que os dos outros estratos, por meio de testes, vacinação contra brucelose e vermifugação. A maioria dos três grupos adota corte e desinfecção de umbigo dos recém-nascidos. Em todos os estratos quase a totalidade vacina contra a manqueira e 100% vacinam contra a febre aftosa.

Em geral, o manejo reprodutivo é precário. Os produtores do Estrato I, baixa produtividade, tendem a adquirir mais touros da própria região ou mesmo da criação própria. O manejo de produção é melhor no estrato de alta produtividade, onde 79,07% dos produtores fazem pastoreio rotativo, enquanto nos outros Estratos, I e II, essa prática é usada por 65,12% e 65,91% dos pecuaristas, respectivamente.

Na estrutura do capital, o uso de benfeitorias é mais expressivo no Estrato III que nos demais, o mesmo acontecendo com máquinas e equipamentos. Com relação ao valor do rebanho, o capital empatado em terra no Estrato III é menor que nos demais.

Os índices zootécnicos são mais altos entre os produtores de mais elevada produtividade (Quadro 1) e entre estes o controle da produção, mediante escrituração e contabilidade, é maior.

Quanto aos custos de produção, são mais baixos no Estrato III (Quadro 2), o que indica maior eficiência desses pecuaristas na produção de bovinos. Em todos os estratos os custos são mais onerados pelos fatores terra, benfeitorias, rebanho e mão-de-obra, em ordem decrescente.

3.2. Determinação de Sistemas de Produção

A determinação de sistemas de produção compreendeu ajustamentos e sele-

QUADRO 1 - Índices zootécnicos da pecuária de corte, por estrato, Zona do Rio Doce, Minas Gerais, ano agrícola 1974/75

Item	Estrato I	Estrato II	Estrato III
Natalidade (%)	50,31	58,35	62,14
Mortalidade: 0-1 ano (%)	14,58	10,77	8,24
Mortalidade: 1-2 anos (%)	4,66	3,60	2,35
Mortalidade: 2-3 anos (%)	3,59	1,15	2,53
Mortalidade: acima de 3 anos (%)	4,54	3,42	2,72
Idade média de desmame (mês)	8,00	8,00	8,00
Idade média de marcação (mês)	7,00	7,00	8,00
Idade média de castração (mês)	25,00	22,00	22,00
Fazem separação por sexo (%)	32,56	45,45	55,81
Idade média de separação por sexo (mês)	11,00	10,00	12,00
Idade média de 1ª cria (mês)	38,00	37,00	36,00
Substituição de matrizes (% ano)	8,29	10,11	12,88
Substituição de reprodutores (% ano)	9,95	9,27	11,63
Período médio de lactação (mês)	8,00	8,00	8,00
Produção média de leite (l/vaca/ano)	406,00	461,00	515,00
Média de vacas ordenhadas (%)	86,86	89,39	85,60
Idade média de abate (mês)	44,00	43,00	40,00
Peso médio de abate (a)	15,00	15,00	16,00
Média de desfrute (%)	12,25	21,71	25,58
Produção média de carne (kg/ha)	19,00	70,00	152,00
Lotação média das pastagens (UA/ha)	0,50	0,80	0,80

FONTE: Dados da pesquisa

ção das equações que melhor explicam as relações de produção na pecuária de corte e análise econômica dos sistemas de produção.

3.2.1. Os Ajustamentos

No Estrato I, os fatores mais associados à produção de bovinos de corte foram terra (X₁ e X₄), rebanho (X₁₀, X₁₁, X₁₂, X₁₃ e X₁₄) e vacinas (X₁₅). No Estrato II, além desses fatores, acrescentam-se benfeitorias (X₂₀ e X₂₁). No Estrato III, além dos fatores associados à produção nos Estratos I e II, incluem-se: conservação de pastagens (X₅), mineralização (X₈), combate a endoparasitas (X₁₇) e mão-de-obra (X₁₉). Em nenhum estrato o I.S.P. apresentou-se significativamente correlacionado com a produção de bovinos.

Os R² excessivamente altos, os coeficientes de regressão das variáveis que representam terra (X₁ e X₄) e rebanho (X₁₁, X₁₂, X₁₃ e X₁₄) superestimados, em detrimento dos coeficientes das demais variáveis, constituíram dificuldades nos ajustamentos das equações. A presença de altas correlações entre as variáveis ($R_{ij} > 0,8$), verificadas nas matrizes de correlação, evidenciou a existência de multicolinearidade entre elas. Tentou-se contornar o problema eliminando convenientemente algumas variáveis, baseado na hipótese de que, num caso deste, o efeito desses variáveis pode ser substituído pelo de uma só (11). No Estrato III não foi possível incluir no modelo nenhuma das variáveis terra (X₁ ou X₄) ou rebanho (X₁₀, X₁₁, X₁₂, X₁₃ ou X₁₄). Foram mantidas no modelo todas as variáveis cujos coeficientes de regressão fossem superiores aos respectivos erros-padrão e cujos coeficientes de correlação simples fossem menores que o coeficiente de correlação múltipla ($R_{ij} < R^2$), conforme Klein, citado por FARRAR e GLAUBER (6).

3.1.2. Equações Seleccionadas

Os melhores ajustamentos são vistos nos Quadros 3, 4 e 5. No Estrato III o problema de multicolinearidade não permitiu a inclusão de nenhuma variável relativa a terra ou rebanho. Entretanto, a determinação e a proposição de sistemas de produção não foram prejudicadas, de vez que foi possível estimar número de bovinos e área em pastagens indiretamente.

As equações especificadas explicam 81, 93 e 75% das variações na produção, respectivamente, para os Estratos I, II e III.

Todas as variáveis foram estatisticamente diferentes de zero, aos níveis de probabilidade estabelecidos.

QUADRO 2 - Custos fixos e variáveis, receitas totais, por ano e por produção, em cruzeiros, por fazenda e por estrato, Zona do Rio Doce, Minas Gerais, ano agrícola 1974/75

Item de custo	Estrato I		Estrato II		Estrato III			
	Cr\$/ano	Cr\$/Produção %	Cr\$/ano	Cr\$/Produção %	Cr\$/ano	Cr\$/produção %		
A - CUSTOS FIXOS								
01 - Fluxo de capital empatado em terra	84.283	1.5981	43,32	0,6510	43,31	218.473	0,3383	40,78
02 - Fluxo de capital empatado em benfeitorias	53.146	1.0077	27,32	0,3083	20,51	111.160	0,1721	20,75
03 - Fluxo de capital em máquinas e equipamentos	3.941	0,0747	2,03	0,0235	1,57	11.362	0,0176	2,12
04 - Fluxo de capital em rebanho	23.380	0,4436	12,02	0,2429	16,16	92.903	0,1439	17,34
05 - Formação de pastagens	420	0,0080	0,22	0,0134	0,89	4.161	0,0064	0,78
06 - Formação de forrageira p/ corte	192	0,0036	0,10	0,0008	0,06	258	0,0004	0,05
TOTAL DE CUSTOS FIXOS	165.362	3,1357	85,01	1,2399	82,50	438.317	0,6787	81,82
B - CUSTOS VARIÁVEIS								
07 - Combate a ectoparasitas	394	0,0075	0,20	0,0033	0,22	1.175	0,0018	0,23
08 - Combate a endoparasitas	282	0,0053	0,14	0,0054	0,36	1.815	0,0028	0,34
09 - Suplementação mineral	3.508	0,0665	1,80	0,0257	1,71	10.135	0,0157	1,89
10 - Suplementação alimentar - Concentrado	310	0,0059	0,16	0,0147	0,98	4.586	0,0071	0,86
11 - Testes e vacinas	706	0,0134	0,36	0,0058	0,39	2.097	0,0032	0,39
12 - Gastos c/ curativos	1.408	0,0267	0,72	0,0119	0,79	3.748	0,0058	0,70
13 - Mão-de-obra	14.346	0,2719	7,37	0,1433	9,52	42.901	0,0665	8,00
14 - Juros s/ capital de giro (6%a.a.)	1.425	0,0270	0,73	0,0126	0,84	3.978	0,0062	0,74
15 - Juros s/ empréstimos (15%a.a.)	4.489	0,0851	2,31	0,0304	2,02	22.049	0,0341	4,12
16 - Impostos e taxas	2.327	0,0441	1,20	0,0100	0,67	4.857	0,0075	0,91
TOTAL DE CUSTOS VARIÁVEIS	29.195	0,5534	14,99	0,2631	17,50	97.341	0,1507	18,18
C - CUSTOS TOTAIS	194.557	3,6891	100,00	1,5030	100,00	535.658	0,8294	100,00
D - RECEITA BRUTA	52.739		214.503			645.729		
E - RELAÇÃO								
Receita bruta - custos variáveis	23.544		158.039			548.388		
Receita bruta - custos totais	-141.818		-107.943			110.071		

FONTE: Dados da pesquisa

FONTE: Dados da pesquisa

As elasticidades parciais de produção maiores que zero e menores que a unidade ($0 < b_1 < 1$) indicam que os recursos estão sendo usados no estágio II da produção de bovinos de corte. Entretanto, observou-se que são bastante baixos os coeficientes de regressão (b_1) dos fatores conservação de pastagens e mineralização no estrato de baixa produtividade, do fator concentrado no de média produtividade, e dos fatores concentrado e combate a endoparasitas no de alta produtividade (Quadro 6). Isso talvez se deva ao efeito da interação de outras variáveis fortemente associadas. O valor produto médio de todos os fatores é maior que o valor do produto marginal em todos os estratos, o que indica produtividades marginais decrescentes (Quadro 6).

Aplicada a estatística de «t», constataram-se retornos crescentes à escala para o Estrato I, retornos constantes para o Estrato II e retornos decrescentes para o Estrato III. Conforme TOLLINI (11), no mundo empírico, o que parece mais lógico é haver retornos constantes à escala, e a diferença encontrada pode ser motivada, em parte, por erros na estimativa da equação, ao serem eliminadas do modelo variáveis relevantes. Esse parece ser o caso presente.

Não foi possível determinar máximo lucro da função de produção, mas, sim, as proporções ótimas de cada fator para os Estratos I e II.

Para comparação entre os valores dos produtos marginais e os preços dos fatores foram determinados os intervalos de confiança dos valores dos produtos marginais dos fatores, a fim de se testar a igualdade entre estes e os preços dos fatores (Quadro 7).

A análise sugere diminuir os investimentos em área total em pasto no Estrato I e em terra com pecuária no Estrato II. Por outro lado, deveriam ser aumentados os investimentos nos demais recursos, exceto na conservação de pastagens.

As proporções ótimas determinadas para os Estratos II e III são encontradas no Quadro 8 e podem ser comparadas com as proporções atuais. Nota-se que a proporção de terra (valor da terra em pecuária) baixou e as de concentrado (X_9) e vacinas aumentaram. Com relação ao Estrato III, X_9 e X_{17} tiveram as proporções aumentadas e X_{19} (mão-de-obra total) teve a proporção diminuída, indicando ser essa a melhor alocação desse recurso para aquele nível fixado de X_8 (mineralização) (Quadro 8). Foram calculados os níveis 1, 2 e 3 encontrados e que correspondem a diferentes tamanhos de empresa: pequena, média e grande, respectivamente. Trata-se de uma análise puramente matemática, sem considerar a viabilidade zootécnica, devendo, portanto, ser encarada com reserva.

3.1.3. Análise Econômica dos Sistemas de Produção

Acredita-se que, apesar da tentativa de homogeneização das observações por meio da estratificação da amostra, no caso por produtividade, em cada estrato haja inúmeros sistemas de produção, ou subsistemas de produção. Basicamente, esses sistemas são diferenciados por variações nas proporções e nos níveis de uso dos fatores produtivos, ou seja, por diferentes combinações de recursos.

A proporção dos sistemas de produção baseia-se em três níveis médios de uso de cada recurso (Quadro 9), os quais resultam em 81 combinações para cada estrato, de vez que cada modelo é composto de quatro variáveis. Entre todas as combinações selecionaram-se as que apresentavam maior produção ou maior lucro ou maior relação renda bruta/custo de produção zootecnicamente considerada viável (Quadro 10).

No estrato de menor produtividade (Estrato I), uma mesma combinação possibilitou maior produção, maior relação renda bruta/custo de produção (RB/CP) e maior lucro. Todas as combinações desse estrato, bem como quase todas do estrato de média produtividade (Estrato II), apresentaram renda líquida negativa, quando se computaram os valores terra e rebanho (X_1 ou X_4 , X_{11} ou X_{12}). Como o modelo estimado para o estrato de maior produtividade (Estrato III) não contém variáveis relativas a terra nem a rebanho, analisaram-se também as combinações de fatores dos Estratos I e II, na ausência dos preços de X_1 , X_4 , X_{11} e X_{12} , para efeito de comparação entre todos os estratos (Quadro 10).

Todos os outros fatores participantes do processo produtivo, mas excluídos da função de produção, foram considerados, o que constitui uma limitação do modelo.

Com relação ao Estrato III, em face da ausência das variáveis terra e rebanho na equação ajustada, tornou-se necessária uma estimativa dos níveis adequados desses fatores para implementação da produção esperada em cada sistema alter-

QUADRO 3 - Equações de regressão ajustadas aos dados originais, Estrato I, Zona do Rio Doce, Minas Gerais, ano agrícola 1974/75

Variáveis	Coefficiente de Regressão	Erro-Padrão	Teste "t"	Níveis de Significância
X ₁ Área total em pasto	0,6297	0,1250	5,04	1%
X ₅ Conservação de pastagens	0,0427	0,0264	1,62	10%
X ₈ Mineralização	0,0719	0,0707	1,02	20%
X ₁₁ Total de vacas	0,4235	0,1035	4,09	1%
		bo = 1,9856		
		$\frac{4}{2}$ bi = 1,1678		
		i=1		
		R ² = 0,81		
		"F" = 39,70		
X ₁ Área total em pasto	0,6478	0,1349	4,80	1%
X ₅ Conservação de pastagens	0,0412	0,0270	1,53	10%
X ₈ Mineralização	0,0701	0,0716	0,98	20%
X ₁₁ Total de vacas	0,4327	0,1074	4,03	1%
X ₂₄ ISP	0,1222	0,3187	0,38	NS
		bo = 1,7868		
		$\frac{5}{2}$ bi = 1,3140		
		i=1		
		R ² = 0,81		
		"F" = 31,07		

FONTE: Dados da pesquisa

QUADRO 4 - Equações de regressão ajustadas aos dados originais, Estrato II, Zona do Rio Doce, Minas Gerais, ano agrícola 1974/75

Variáveis	Coefficiente de Regressão	Erro-Padrão	Teste "t"	Níveis de Significância
X ₄ Valor terra em pecuária	0,6187	0,0993	6,23	1%
X ₉ Concentrado	0,0123	0,0115	1,06	20%
X ₁₂ Total de cabeças	0,2004	0,1437	1,39	10%
X ₁₅ Vacinas	0,1308	0,1125	1,16	15%
		4 bo = 0,4529 i ₂₁ bi = 0,9622		
		R ² = 0,93		
		"F" = 122,11		
X ₄ Valor terra em pecuária	0,6511	0,1093	5,95	1%
X ₉ Concentrado	0,0119	0,0116	1,03	20%
X ₁₂ Total de cabeças	0,1718	0,1498	1,15	15%
X ₁₅ Vacinas	0,1156	0,1151	1,00	20%
X ₂₄ ISP	-0,1109	0,1525	-0,72	NS
		5 bo = 0,5051 i ₂₁ bi = 0,8395		
		R ² = 0,93		
		"F" = 96,61		

FONTE: Dados da pesquisa

QUADRO 5 - Equações de regressão ajustadas aos dados originais, Estrato III, Zona do Rio Doce, Minas Gerais, 1975

Variáveis	Coefficiente de Regressão	Erro-Padrão	Teste "t"	Níveis de Significância
X ₈ Mineralização	0,3154	0,1111	2,84	1%
X ₉ Concentrado	0,0372	0,0245	1,52	10%
X ₁₇ Endoparasitas	0,0563	0,0562	1,25	15%
X ₁₉ Mão-de-obra total	0,3871	0,1455	2,66	1%
		bo = 2,4458		
		bi = 0,8100		
		$\sum_{i=1}^4$		
		R ² = 0,75		
		"F" = 29,19		
X ₈ Mineralização	0,3175	0,1130	2,30	1%
X ₉ Concentrado	0,0373	0,0247	1,50	10%
X ₁₇ Endoparasitas	0,0684	0,0577	1,19	15%
X ₁₉ Mão-de-obra total	0,3841	0,1482	2,59	1%
X ₂₄ ISP	-0,0780	0,4079	-0,19	NS
		bo = 2,5539		
		bi = 0,7293		
		$\sum_{i=1}^5$		
		R ² = 0,75		
		"F" = 22,76		

FONTE: Dados da pesquisa

QUADRO 7 - Intervalos de confiança (95%) dos valores dos produtos marginais e preços dos fatores de produção de bovinos de corte, por estrato, na Zona do Rio Doce, Minas Gerais, ano agrícola 1974/75

Fatores de	Valor do Pro-	Limite	Limite	Preço do
Produção	duto Marginal	Inferior	Superior	Fator
	(VPMaXi)			(Pxi)
Estrato I				
X ₁ Área total em pasto	92,59	62,55	122,63	280,00
X ₅ Conservação de pastagens	1,09	0,04	2,22	1,12
X ₈ Mineralização	1,59	1,05	4,23	1,12
X ₁₁ Total de vacas	302,79	167,66	437,92	168,12
Estrato II				
X ₄ Valor da terra em pecuária	0,06	0,04	0,08	1,06
X ₉ Concentrado	502,13	286,58	1.290,89	1,12
X ₁₂ Total de cabeças	94,06	19,26	207,38	57,21
X ₁₅ Vacinas	20,07	8,92	49,06	1,12
Estrato III				
X ₈ Mineralização	29,68	12,11	47,25	1,12
X ₉ Concentrado	816,51	86,87	1.719,89	1,12
X ₁₇ Combate a endoparasitas	79,31	27,21	185,83	1,12
X ₁₉ Mão-de-obra total	4,80	1,77	7,83	1,12

FONTE: Dados da pesquisa

QUADRO 8 - Níveis de uso presente, proporção ótima e níveis dos fatores de produção na proporção ótima, Estratos II e III

Fatores de Produção	Níveis de Uso Presente	Proporção		Níveis de Uso na Proporção Ótima		
		Presente	Ótima	1	2	3
Estrato II						
X ₄ Valor da terra em pecuária	1.050.872,43	4.629,38	176,63	12.717,36	40.095,00	155.964,29
X ₉ Concentrado (Cr\$)	2,61	0,01	3,51	252,72	796,77	3.099,33
X ₁₂ Total de cabeças	227,00	1,00	1,00	72,00	227,00	883,00
X ₁₅ Vacinas (Cr\$)	694,54	3,06	137,17	9.876,24	31.137,59	121.121,11
Estrato III						
X ₈ Mineralização (Cr\$)	2.604,95	1,0000	1,0000	553,43	2.604,95	27.533,57
X ₉ Concentrado (Cr\$)	11,17	0,0043	0,1179	55,25	307,12	3.246,21
X ₁₇ Combate a endoparasitas	217,32	0,0834	0,2229	123,36	584,64	6.137,23
X ₁₉ Mão-de-obra total (Cr\$)	19.768,33	7,5888	1,2273	679,22	3.197,15	33.791,95

FONTE: Dados da pesquisa

QUADRO 10 - Combinações de níveis de fatores que possibilitam maior produção, maior lucro, maior relação renda bruta/custo de produção, para os Estratos I, II e III

Itens	Combinações		
	Maior Produção (Y)	Maior Lucro (RB-CP)	Maior Relação RB/CP +
Estrato I:			
X ₁	653,57	653,57	653,57
X ₅	15.034,28	15.034,28	15.653,57
X ₈	9.043,86	9.043,86	9.043,86
X ₁₁	149,00	149,00	149,00
Produção (Y)	138.534,00	138.534,00	138.534,00
Lucro (RB-CP)	89.406,00	89.406,00	89.406,00
RB/CP	2,81	2,81	2,81
Estrato II:			
X ₄	5.579.515,00	5.579.515,00	5.579.515,00
X ₉	17.779,00	2.367,00	2.367,00
X ₁₂	883,00	883,00	231,00
X ₁₅	2.894,71	2.894,71	2.894,71
Produção (Y)	535.211,00	522.100,00	399.072,00
Lucro (RB-CP)	644.021,00	466.322,00	380.595,00
RB/CP	7,51	9,56	21,59
Estrato III:			
X ₈	27.533,57	27.533,57	2.174,47
X ₉	19.380,00	19.380,00	1.005,00
X ₁₇	4.337,86	4.337,86	410,87
X ₁₉	95.083,28	95.083,28	7.172,20
Produção (Y)	1.542.928,00	1.542.928,00	193.351,00
Lucro (RB-CP)	1.396.593,00	1.396.593,00	182.589,00
RB/CP	10,54	10,54	17,96

FONTE: Dados da pesquisa

RB = Renda Bruta

CP = Custo de Produção

nativo apresentado. Determinaram-se indiretamente de X_1 (área total em pastagem) e X_{12} (total de cabeça), os quais representam a área média em pasto e o número médio de bovinos encontrados entre pecuaristas classificados num mesmo nível de uso das variáveis ajustadas na equação. O conhecimento das relações quantidades ou valores gastos em cada fator por U.A. ou por cabeça e U.A. ou cabeça/hectare de pasto serviram para testar os resultados (Quadros 11 e 12).

Tendo como critério de seleção das combinações maior lucro e maior produção, maior lucro e maior relação RB/CP, ocorre que as combinações selecionadas correspondem a empresas médias e grandes em todos os estratos e somente no Estrato III, de mais elevada tecnologia, foi possível uma combinação de recursos de razoável lucro, correspondente à média empresa (173 hectares de pasto). As demais combinações correspondem a empresas maiores. Isso indica que a pecuária de corte em regime de pasto somente constitui uma atividade econômica em empresas médias e grandes. As empresas com menos de 173 hectares de pastagens deveriam mudar o atual sistema extensivo para o intensivo ou semi-intensivo, elevando desse modo a eficiência do fator terra.

QUADRO 11 - Níveis médios de uso dos fatores de produção utilizados na função de produção e níveis médios de uso dos fatores pasto e rebanho, estimados indiretamente. Estrato III

Níveis	X_1	X_2	X_8	X_9	X_{17}	X_{19}
1	51	55	553,43	0,1	92,14	7.172,20
2	173	186	2.174,47	1.005	410,87	22.368,07
3	1.234	1.374	27.533,57	19.380	4.337,86	95.083,28

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho preocupou-se com a elaboração de sistemas de produção de pecuária de corte economicamente mais eficientes para a Zona do Rio Doce, com base no diagnóstico dos sistemas de produção atualmente usados na região.

O problema consiste na necessidade de maiores conhecimentos, que possibilitem a composição de sistemas de produção mais eficientes, de vez que a produtividade da pecuária de corte na região é baixa, apesar do considerável estoque de conhecimentos acumulados nas instituições de pesquisa.

O estudo foi desenvolvido em três municípios: Conselheiro Pena, Governador Valadares e Santa Maria do Suaçuí, por meio de 130 pecuaristas selecionados ao acaso, agrupados em três estratos de produtividade.

Os resultados mostraram que a pecuária na região é totalmente em regime de pastagens e que os pastos são de baixa capacidade de suporte, o que pode ser elevado mediante a adoção de práticas como divisão de pastagens e manejo adequado, rotação, conservação e consorciação de pastagens com leguminosas. No período da seca é imprescindível a complementação com forrageiras para corte, sob a forma de silagem, feno ou verde picado e concentrado. Há deficiência de cuidados sanitários, manejo reprodutivo e melhoramento genético do rebanho.

Os pecuaristas dos Estratos I e II apresentaram renda líquida negativa, quando computados os custos fixos, conseguindo, entretanto, pagar os custos variáveis e parte dos fixos, o que justifica sua permanência no mercado. Os pecuaristas do

QUADRO 12 - Combinações de níveis de fatores que possibilitam maior produção, maior lucro, maior relação renda bruta/custo de produção, considerando os níveis médios de uso de pasto (X_1) e animais (X_{12}) para o Estrato III

Combinação	X_1	X_8	X_9	X_{12}	X_{17}	X_{19}	Renda Bruta (Y)	Lucro (RB-CP)	RB/CP +
Maior Produção									
(Y)	1.234	27.534	19.380	1.374	4.338	95.083	1.542.928	1.396.593	10,54
Maior Lucro									
(RB-CP)	1.234	27.534	19.380	1.374	4.338	95.083	1.542.928	1.396.593	10,54
Maior Relação									
(RB-CP)	173	2.174	1.005	186	410	7.172	193.351	182.589	17,96

+ RB = Renda Bruta.

CP = Custo de Produção.

Estrato III alcançaram renda líquida positiva, em média Cr\$ 110,071,00, pagando todos os custos, inclusive os fixos.

Os principais fatores de produção foram terra, rebanho e, ainda, vacinas no Estrato I, vacinas e benfeitorias no Estrato II, conservação de pastagens, mineralização, vacinas, combate a endoparasitas, mão-de-obra e benfeitorias no Estrato III. A diferença de produtividade entre os estratos deve-se principalmente aos diferentes níveis de tecnologia adotada e à fase da exploração em que o pecuarista opera, sendo que os que operam nas três fases, cria, recria e engorda, auferem mais lucros que os que fazem apenas cria ou cria e recria.

5. SUMMARY

The world deficit in beef supply is particularly challenging in Brazil since this country has the fourth largest cattle herd in the world. Poor resource combinations which imply low rates of return on investment in beef production are considered the major problem in the sector.

Under these circumstances the present study attempts to provide information to improve technical and economic efficiency in beef production in the *Zona da Mata* of the State of Minas Gerais. The study is part of a larger research program.

A random sample of 130 farms from three counties was used. These farms were divided into three groups according to their productivities.

A Cobb-Douglas production function for each group, in addition to several tables, was used to analyze the data.

It was found that the technology used is rather low.

One of the most important findings was that only one group of beef producers was making a profit. The other two groups were only paying variable costs and part of their fixed costs. Therefore, in the long run, only the first group of beef producers will stay in business, thus increasing the existing deficit in supply.

It appears that one solution to the problem would be to encourage the other two groups of beef producers to adopt the practices being used by those farmers already making a profit.

6. LITERATURA CITADA

1. ALVES, E.R. de A. *O processo de geração de conhecimento*. (s.n.t.) 21 p. (mimeografado).
2. ANUÁRIO DE PRODUCCIÓN — 1974. Roma, v. 26. 1975.
3. BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte. *Programa de desenvolvimento da pecuária de corte*. Belo Horizonte. s.d. 2 v.v. 1.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura. SUPLAN. *Identificação e avaliação preliminar da política de incentivo à produção de carne bovina: primeiro relatório*. Brasília, 1972. 131 p.
5. CONJUNTURA ECONÔMICA. Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, abr. 1974.
6. FARRAR, D. & GLAUBER R.R. Multicollinearity in regression analysis: the problem revisited. *The Review of Economics and Statistics*.
7. GALVÃO, A. *O sistema de produção da empresa agrícola como objeto de planejamento*. Lisboa, Calouste Gulbenkian, 1968. 57 p.
8. GIRÃO, J.A. *A função de produção Cobb-Douglas e a análise interregional da produção agrícola*. Lisboa, Calouste Gulbenkian — CGEA, 1965. 117 p.
9. IORIO, O. Introdução à teoria da amostragem. *Revista Bras. Est.*, Rio de Janeiro, 27(108):215-253. out./dez. 1966.
10. SCHULTZ, T.W. *A transformação da agricultura tradicional*. Rio de Janeiro, Zahar, 1965. 207 p.

11. TOLLINI, H. *Produtividade marginal e uso dos recursos: análise da função de produção de leite em Leopoldina, Minas Gerais, ano agrícola 1961-1963*. Viçosa, UREMG, Imprensa Universitária, 1964. 89 p. (Tese M.S.).