

RELAÇÕES DE PRODUÇÃO NA PECUÁRIA LEITEIRA DE MINAS GERAIS – 1995¹

Ângelo Costa Gurgel²

Fernando Antônio Agra Santos³

Erly Cardoso Teixeira⁴

RESUMO

Examinam-se a oferta de produtos e a demanda de fatores para a pecuária leiteira de Minas Gerais no ano de 1995, através de uma função translog de lucro. Evidencia-se o caráter complementar da produção de leite e carne na atividade leiteira. A oferta de leite é elástica, enquanto a oferta de carne não responde a variações no seu preço. Os insumos capital, trabalho e alimentação são complementares entre si. Aumentos nos preços dos produtos intensificam o uso dos insumos, enquanto aumentos nos preços dos insumos reduzem a produção de leite e carne, isto é, observa-se a característica de não-regressividade nas relações entre produtos e fatores de produção. A atividade é, portanto, sensível a políticas de preços.

Palavras-chave: modelo translog de lucro, relações da produção, pecuária leiteira.

1 Introdução

Assim como os demais segmentos da agropecuária nacional, a pecuária leiteira tem passado por diversas mudanças nos últimos anos. A abertura comercial e a menor intervenção do governo na atividade

¹ Os autores agradecem aos três revisores anônimos da SOBER pelas críticas e sugestões e ao Prof. João Eustáquio de Lima pelas contribuições ao trabalho.

² Doutorando em Economia Rural, UFV. Bolsista do CNPq. E_mail: gurgel@alunos.ufv.br.

³ Doutorando em Economia Rural, UFV. Bolsista da CAPES. E_mail: fasantos@alunos.ufv.br.

⁴ Ph.D. Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa. DER/UFV - CEP 36571-000, Viçosa-MG E_mail: teixeira@mail.ufv.br

trouxeram maior competitividade para o setor, exigindo dos produtores maiores conhecimentos técnicos e econômicos sobre a atividade como forma de conseguir sobreviver competitivamente no mercado.

Tem-se observado que o produtor mineiro, assim como o de todo o País, necessita, cada vez mais, ampliar o conhecimento do mercado, procurando melhorar a produtividade e a qualidade, uma vez que os aumentos de escala passam a ser fundamentais devido ao baixo retorno por litro de leite. Assim, o produtor deve identificar no seu sistema produtivo os pontos de estrangulamento e buscar alternativas para superá-los.

Pesquisas que possam fornecer informações sobre a relação entre fatores e produtos no processo produtivo a agentes econômicos como produtores, órgãos de assistência técnica e formuladores de políticas para o setor, entre outros, tornam-se importantes para o desenvolvimento da atividade. Ressalta-se, entretanto, a escassez de estudos que forneçam uma base técnico-científica sobre alocação ótima de recursos, a fim de atingir maior eficiência no processo produtivo. Logo, faz-se necessário suprimir essa deficiência por meio de trabalhos que enfoquem a estrutura produtiva e o uso de recursos da atividade em questão.

O empresário rural objetiva a maximização de lucros. Este máximo ocorre com retornos marginais decrescentes de cada recurso, a dado nível de tecnologia, no ponto em que o valor do produto marginal se iguala ao preço do recurso, sob a pressuposição do mercado competitivo, tanto na compra dos insumos como na venda do produto (Gomes, 1976). Dessa forma, o conhecimento das relações entre preços e quantidades de fatores e produtos resultantes no processo produtivo é de suma importância para o produtor.

Segundo Oliveira *et al.* (1985), o uso de insumos modernos implica a possibilidade de aumento da produtividade tanto da terra quanto do trabalho empregados na agricultura. No Brasil, medidas de políticas diferenciadas, ao longo do tempo e entre insumos, podem ter levado ao uso excessivo, em termos sociais, de certos insumos em relação a outros,

o que onerou custos e reduziu retornos. O conhecimento da estrutura de mercado de insumos modernos para a agricultura é necessário ao sucesso de políticas de promoção do uso de insumos.

No cenário internacional, a abertura comercial expôs os produtores à competitividade das importações. Neste contexto, a Argentina tem apresentado custos de produção mais baixos e aumentado suas exportações para o grande mercado brasileiro, devido à redução das tarifas de importação, possibilitada pela ascensão das atividades do Mercosul.

O fim do tabelamento do preço do leite por parte do governo, no início da década, colocou o produtor diante das estruturas de mercado, concorrência e exigências do consumidor.

Reis (1993), ao procurar verificar o efeito da intervenção governamental no mercado de leite sobre a estrutura produtiva da atividade, concluiu que a intervenção do governo nessa atividade não foi capaz de atingir os objetivos de estímulo à produção e produtividade, estabilização da renda do produtor e melhoria da infra-estrutura produtiva. A política de controle de preços, segundo esse autor, foi responsável pela descapitalização da atividade leiteira em Minas Gerais e a competitividade no mercado interno foi garantida pela taxaço das importações do produto no período 1977-84.

O preço do leite no Brasil, ao longo dos anos, tem declinado, enquanto a produção tem elevado. O aumento da produtividade e a queda dos custos de produção permitem esta contradição. Porém, os índices de produtividade do País ainda são baixos e pode-se verificar a existência de uma dualidade entre os sistemas de produção, que variam dos mais eficientes aos mais atrasados, sendo que estes últimos tendem a tornar-se cada vez menos viáveis (Sebrae/Faemg, 1996).

A produção mineira de leite é a maior do País, correspondendo a aproximadamente 30% da produção nacional (Minas Gerais, 1995), sendo que as regiões tradicionais do Sul de Minas e Zona da Mata têm apresentado um pequeno crescimento em relação às áreas do Triângulo

Mineiro e Alto Paranaíba, áreas de cerrado (Sebrae/Faemg, 1996). Apesar da importância da pecuária leiteira de Minas Gerais no contexto nacional, tal atividade pode ser considerada mista com a pecuária de corte, como evidenciou Reis (1993). Segundo afirmativa deste autor, leite e carne são produzidos em proporções fixas, não se constatando a pecuária leiteira como atividade especializada.

Diante desse quadro, faz-se necessário conhecer as características da produção e do mercado de leite, de forma a contribuir para que esta atividade continue desempenhando papel importante na economia nacional.

Este trabalho objetiva o estudo das relações existentes entre os principais fatores de produção empregados na pecuária leiteira no Estado de Minas Gerais, para o ano de 1995. Pretende-se determinar a substituíbilidade ou a complementariedade entre os fatores de produção, bem como avaliar os impactos das variações nos preços dos produtos leite e carne e dos insumos na pecuária leiteira. Dessa forma, procurar-se-á caracterizar a estrutura de oferta de produtos e a demanda de fatores de produção na atividade em estudo.

No próximo item apresenta-se o instrumental teórico utilizado no estudo, baseado na função de lucro translog. São discutidos também os resultados obtidos na estimação econométrica e, por último, são apresentadas as principais conclusões.

2 Metodologia

As Teorias da Produção e do Custo permitem o estudo empírico do processo produtivo, admitindo-se a existência de dualidade entre as funções de produção, de custo e de lucro de forma que se possa estudar o processo produtivo pela função de lucro ou pela função de custo. Hertel (1984), bem como Varian (1994), discutiram mais detalhadamente o enfoque da dualidade.

Uma função de produção é uma relação técnica que associa, a

cada dotação de fatores, a máxima quantidade de produto obtida. Portanto, sintetiza para dado instante de tempo o estoque de conhecimentos tecnológicos existentes na produção daquele bem (Curi, 1997).

Uma função de produção para um produto agrícola qualquer deve procurar relacionar a produção com os fatores, tais como terra, mão-de-obra e capital. Assim, a função pode ser representada por:

$$Y = f(T, L, K), \quad (1)$$

em que Y = produção agrícola; T = terra; L = mão-de-obra; e K = capital.

Na análise econômica, o conceito de lucro torna-se importante no contexto da dualidade. Uma função de lucro relaciona o valor da produção com os custos envolvidos, para dado nível de produto. Dessa forma, o lucro é obtido pela diferença entre receita e custos. Essa função pode ser representada da seguinte forma:

$$P = P_Y \cdot Y - C, \quad (2)$$

em que P = lucro; P_Y = preço do produto; e C = custo.

Pela teoria da dualidade, podem-se obter informações sobre tecnologia de produção, expressas pela função de produção, a partir das funções de custo e de lucro. Com isso, pode-se obter mais de uma forma de representar a tecnologia de produção. Pela dualidade, equações de oferta de produtos e demanda de fatores podem, então, ser obtidas pela diferenciação parcial de uma função-objetivo indireta, que será a função de lucro ou a função de custo.

A partir da diferenciação da função de lucro indireta, com respeito aos preços dos fatores e dos produtos, é possível obter as equações de demanda de fatores e de oferta de produtos que otimizam os níveis de lucro de longo prazo da firma. Essa diferenciação consiste na aplicação do Lema de Hotelling.

A obtenção dos parâmetros das equações de demanda dos fatores e oferta de produtos torna-se importante para o cálculo das elasticidades parciais de substituição, elasticidades-preço diretas e cruzadas da demanda e da oferta.

Formas funcionais flexíveis de estimação de funções têm sido usadas para expressar tecnologias mais elaboradas, a partir do uso de algoritmos na estimação de equações múltiplas. Desta forma, torna-se possível contornar deficiências de modelos do tipo Cobb-Douglas e CES (*Constant Elasticity of Substitution*).

A partir das formas funcionais flexíveis é possível aplicar os Lemas de Hotelling e Shephard na obtenção de equações de oferta de produtos e demanda de fatores, e, a partir destas, encontrar as elasticidades parciais de substituição.

A forma funcional transcendental logarítmica (Translog) apresentada por Christensen *et al.* (1973), citados em Hertel (1984), é uma forma funcional flexível muito empregada, sendo uma aproximação de segunda ordem da série de Taylor.

Utilizando-se a função translog de lucro, pode-se obter um conjunto de equações de oferta dos produtos e demanda dos fatores. Essa função permite a obtenção de elasticidades de substituição entre fatores, produtos e entre ambos.

A função de lucro translog pode ser especificada como:

$$\ln \pi = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln P_i + 1/2 \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln P_i \ln P_j, \quad (3)$$

em que P_i e P_j correspondem aos preços dos produtos e dos fatores.

A função de lucro possui as propriedades de ser contínua e diferenciável nos preços dos produtos e nos preços dos fatores; de simetria; de ser linearmente homogênea em preços; e de ser convexa nestes. A derivada primeira da função de lucro indireta em relação ao preço de um fator qualquer fornece a função de demanda ótima deste fator. Da mesma forma, a derivada primeira da função de lucro indireta em relação ao

preço do produto fornece a função de oferta ótima deste produto. As funções de demanda dos fatores e oferta de produtos são contínuas e homogêneas de grau zero nos preços.

Para que a função translog de lucro esteja de acordo com as propriedades acima, faz-se necessário impor restrições aos valores de seus parâmetros de forma a satisfazer às condições de homogeneidade e simetria. A função de lucro translog deve, ainda, satisfazer às condições de monotonicidade e convexidade, que devem ser verificadas, pois estas características não são impostas previamente ao modelo.

As condições de simetria e homogeneidade podem ser expressas como:

$$\begin{aligned}\beta_{ij} &= \beta_{ji}, & i \neq j; \\ \sum_i \alpha_i &= 1; \\ \sum_j \beta_{ij} &= \sum_i \beta_{ji} = 0.\end{aligned}\tag{4}$$

A condição de monotonicidade, a ser testada após a estimação, será satisfeita se as parcelas de lucro forem positivas para os produtos e negativas para os fatores de produção. A condição de convexidade, também a ser testada, será satisfeita quando a matriz Hessiana, formada pelas elasticidades parciais de substituição, for positiva semidefinida.

Diferenciando-se a função translog de lucro em relação aos logaritmos dos preços dos produtos e dos insumos e aplicando-se o Lema de Hotelling, podem-se obter as equações de parcelas de lucro (S_i) para cada produto ou fator (Y_i):

$$S_i = \frac{Y_i P_i}{\pi} = \alpha_i + \sum_j \beta_{ij} \ln P_j.\tag{5}$$

O sistema de equações parciais obtido constitui uma matriz singular e, portanto, não-inversível. Para resolver essa situação, aplica-se, novamente, a restrição de homogeneidade de forma a eliminar uma

das equações, que terá seus parâmetros obtidos por diferença, observando-se as condições de homogeneidade e simetria impostas ao modelo. Desta forma, cada equação de parcela de lucro terá, agora, um parâmetro β_{ij} eliminado, correspondente àquele cujo termo j corresponde à equação descartada, bem como todos os preços estarão divididos pelo preço do produto ou fator pertencente à equação eliminada.

A partir da estimação desse modelo de equações, podem-se obter elasticidades parciais de substituição, elasticidades-preço diretas (Z_{ii}) e preço cruzadas de oferta dos produtos (Z_{ij}) e elasticidades-preço diretas (η_{ii}) e preço cruzadas de demanda dos fatores (η_{ij}), pelas seguintes expressões:

$$\begin{aligned} Z_{ii} &= S_i + \frac{\beta_{ii}}{S_i} - 1, \\ Z_{ij} &= S_j + \frac{\beta_{ij}}{S_i}, \\ \eta_{ii} &= S_i + \frac{\beta_{ii}}{S_i} - 1, \\ \eta_{ij} &= S_j + \frac{\beta_{ij}}{S_i}. \end{aligned} \tag{6}$$

Vale ressaltar que tais elasticidades não são simétricas, isto é, $Z_{ij} \neq Z_{ji}$ e $\eta_{ij} \neq \eta_{ji}$, sendo simétrico o produto das referidas elasticidades pelas respectivas parcelas de participação no lucro. Ressalta-se que a estimação das elasticidades parciais de substituição de Allen não se aplica à função de lucro, sendo por isso inadequada a sua aplicação em Reis (1992).

Mediante este estudo, pretende-se estimar o sistema de equações de parcelas de lucro para os fatores de produção e produtos envolvidos na pecuária leiteira. Destaca-se que a pecuária leiteira pode ser considerada uma atividade de produção conjunta, utilizando-se os mesmos insumos para a produção de leite e carne (venda de animais), como

especificado por Reis (1992). O produto carne deve ser considerado como o agregado das vendas de animais para o abate e para as atividades de cria e recria.

O modelo de lucro translog deverá incluir o lucro total da atividade leiteira, os preços dos diversos insumos e dos produtos leite e carne. Os insumos deverão ser agregados de forma a representar as parcelas de capital, trabalho e alimentos. Dessa forma, a função de lucro translog para a pecuária leiteira mineira será aquela de acordo com a representação (3), sendo i e j os índices dos produtos leite (L) e carne (C) e dos fatores capital (K), mão-de-obra (M) e alimentos (A).

Os insumos capital, mão-de-obra e alimentos, estudados neste trabalho, correspondem a cerca de 71,17% do custo operacional total da pecuária leiteira de Minas Gerais, para o ano de 1995 (Sebrae/Faemg, 1996). Leite e carne correspondem aos produtos advindos da pecuária leiteira, considerando-se que esta atividade possua o caráter misto, como evidenciado por Reis (1992, 1993).

A parcela de lucro com o produto leite (carne) é dada pela relação entre a receita da venda de leite (venda de animais) e o lucro total da atividade leiteira. A parcela de lucro com dado fator é a relação entre o fluxo de serviços desse e o lucro total efetuado pela atividade leiteira.

O preço do leite é obtido pela divisão da receita deste produto pela produção total. Com relação ao preço da carne, este é obtido pela divisão da receita da venda de animais pelo total de animais vendidos. O preço de cada fator é obtido pela razão entre as despesas do fator e a quantidade utilizada no processo produtivo da pecuária leiteira.

O fator capital (K) foi medido como o valor de todas as benfeitorias, máquinas e equipamentos utilizados na pecuária leiteira. O fluxo de serviços do capital corresponde à depreciação do fator capital no ano em estudo. O fator mão-de-obra (M) agrega os trabalhadores contratados para a atividade leiteira (administrador, ordenhador, ajudante e eventuais) e a mão-de-obra familiar utilizada na atividade. O fluxo de serviços da mão-de-obra corresponde aos gastos totais com esta no ano

agrícola em questão. O fator correspondente ao item alimentos (A) agrega a alimentação fornecida ao rebanho na forma de rações, farelos, sais e minerais. O fluxo de serviços desse insumo corresponde aos gastos explícitos com este insumo durante o ano agrícola em estudo.

As equações de parcelas de lucro serão estimadas para obtenção dos parâmetros da função de lucro translog. Dado que o somatório das parcelas de lucro é igual a um, é necessário suprimir uma das equações para evitar matriz de variância-covariância singular. Neste trabalho estimar-se-á o sistema de equações excluindo-se a parcela referente à participação de alimentos (A). Os coeficientes dessa parcela serão obtidos por diferença. Dessa forma, o sistema de equações de oferta de produtos e demanda de fatores a ser estimado, em termos de parcelas de lucro, pode ser expresso como:

$$S_L = \alpha_L + \beta_{LL} \ln(P_L/P_A) + \beta_{LC} \ln(P_C/P_A) + \beta_{LK} \ln(P_K/P_A) + \beta_{LM} \ln(P_M/P_A),$$

$$S_C = \alpha_C + \beta_{CL} \ln(P_L/P_A) + \beta_{CC} \ln(P_C/P_A) + \beta_{CK} \ln(P_K/P_A) + \beta_{CM} \ln(P_M/P_A),$$

$$S_K = \alpha_K + \beta_{KL} \ln(P_L/P_A) + \beta_{KC} \ln(P_C/P_A) + \beta_{KK} \ln(P_K/P_A) + \beta_{KM} \ln(P_M/P_A),$$

$$S_M = \alpha_M + \beta_{ML} \ln(P_L/P_A) + \beta_{MC} \ln(P_C/P_A) + \beta_{MK} \ln(P_K/P_A) + \beta_{MM} \ln(P_M/P_A),$$

(7)

em que S_i = parcela de lucro do produto ou do fator e P_i = preço do produto ou do fator, sendo que i = leite (L), carne (C), capital (K), mão-de-obra (M) e alimentos (A).

A restrição de homogeneidade está imposta ao modelo por meio da normalização das equações de parcela de lucro pela variável preço de alimentos (P_A). A partir dessa normalização, pode-se perceber que os parâmetros b_{ij} estimados passam a incorporar a relação de preços P_i/P_A . Como as elasticidades parciais de substituição são obtidas a partir dos parâmetros estimados, fica claro que estas elasticidades significam

a variação na quantidade ofertada de produto ou demandada de insumo a partir da variação na relação de preços P_i/P_A . Ainda, as elasticidades obtidas a partir de funções de lucro translog destinam-se ao estudo de um conjunto de atividades (multiprodutos) que utiliza insumos em comum (multifatores), captando apenas as relações entre essas variáveis econômicas. Dessa forma, a comparação dessas elasticidades de substituição com as elasticidades-preço de demanda ou oferta obtidas de alterações nas quantidades ofertadas de produto ou demandadas de insumos em decorrência de variações em preços não procede.

As condições de monotonicidade e convexidade são testadas pela análise do comportamento das parcelas de lucro e da resultante da matriz Hessiana. De acordo com Fulginiti e Perrin (1990), que estudaram a agricultura da Argentina por meio de um modelo translog de lucro, a convexidade será violada se as elasticidades-preço diretas possuírem sinais opostos aos previstos pela teoria.

De acordo com Reis (1992), a função de lucro translog pode não satisfazer às condições de monotonicidade e convexidade na sua totalidade. Como discutido por Hertel (1984), é comum a obtenção de estimativas que violam a teoria econômica devido a problemas de agregação dos dados e qualidade destes, bem como à própria vulnerabilidade da manutenção das hipóteses de maximização de lucros. Desta forma, pode-se avaliar a satisfação das condições de monotonicidade e convexidade localmente.

Como o modelo a ser estimado é um sistema de equações, os termos de erro destas podem estar contemporaneamente correlacionados, logo, será utilizado o Método de Zellner para a estimativa do sistema, (SUR - Seemingly Unrelated Regression) (Greene, 1990).

A significância dos parâmetros de regressão será testada por meio da estatística “t” de Student. Serão conferidas, ainda, as condições de monotonicidade e convexidade.

Os dados utilizados neste estudo fazem parte do Projeto Sistema Agroindustrial do Leite, coordenado pelo SEBRAE - MG, em parceria

com a Faemg - Federação da Agricultura do Estado de Minas Gerais e SEBRAE - MG, com o apoio da OCEMG - Organização das Cooperativas do Estado de Minas Gerais. Os dados foram levantados sob a coordenação da STG-Consultoria em Economia Agrícola, com sede em Viçosa - MG, mediante entrevistas diretas junto a produtores de leite distribuídos em todas as mesorregiões do Estado de Minas Gerais, referentes ao ano agrícola de 1994/95. Foram utilizadas 133 observações, abrangendo todos os níveis de produção (pequeno, médio e grande).

Vale ressaltar que dados de série temporal são mais recomendados para a aplicação de funções de lucro translog. Este trabalho possui a limitação de dispor apenas de dados de corte seccional, que correspondem a levantamentos de apenas um ano de observações. Porém, como discutido por Lopez (1984), desde que exista uma sistemática variação de preços entre as unidades de observação para permitir uma estimação da resposta da demanda e da oferta, e que a variabilidade relativa de preços no ano em estudo corresponda razoavelmente bem aos anos anteriores, a interpretação das elasticidades obtidas não fica comprometida, sendo consideradas, por tais motivos, como de longo prazo. As variações nos preços dos insumos e dos produtos presentes nos dados disponíveis podem ser consideradas como de acordo com tais questões e são advindas de custos de transporte, diferenças de escala e processamento entre laticínios compradores, diferenças de preços obtidos pelas cooperativas e de diferentes fornecedores de insumos, tanto entre regiões como entre propriedades.

3 Resultados e Discussão

Os resultados das estimativas dos parâmetros das equações de parcelas de lucro são apresentados no Tabela 1. Testes de Park, Glejser e White para a análise de heterocedasticidade foram realizados de acordo com Gujarati (1995), não sendo detectada nenhuma evidência desse tipo de problema no modelo. O valor do coeficiente R^2 não foi apresentado,

visto que não reflete resultados coerentes quando se utiliza o método dos Mínimos Quadrados Generalizados, especificamente, o método de Zellner, como discutido por Tomek (1973) e Reis (1992).

As equações apresentadas na Tabela 1 satisfazem as restrições de simetria e homogeneidade, por estas terem sido impostas ao modelo. Foi estimado um total de 20 parâmetros, sendo 14 obtidos diretamente da estimação e seis calculados pela restrição de homogeneidade. Dos parâmetros estimados, três foram significativos a 10% de probabilidade, um a 5% e cinco a 1%. Os valores dos coeficientes da equação de parcela de alimentação foram obtidos pela restrição de homogeneidade.

Tabela 1. Estimativas dos coeficientes das equações de parcelas de lucro do Modelo Translog de Lucro da Pecuária Leiteira, 1995.

Variáveis Dependentes ^a	Intercepto	Variáveis Independentes ^a				
		P _L	P _C	P _K	P _M	P _A ^b
S _L	3,4870** (5,5787) ^c	-0,6777 (-1,1654)	-0,2306** (-2,9139)	0,3914* (2,0097)	0,3842 (1,5127)	0,1327
S _C	-0,9186** (-4,0014)		0,2117** (6,0671)	-0,0741 ⁺ (-1,9217)	0,0039 (0,0943)	0,0890
S _K	-0,5290 ⁺ (-1,8886)			-0,3748** (-4,2224)	-0,0087 (-0,1008)	0,0662
S _M	-0,2493 (-0,7867)		(simétrica)		-0,2539 ⁺ (-1,9445)	-0,1255
S _A	-0,7901					-0,1624

Fonte: Dados da Pesquisa

^a S_L = parcela do leite; S_C = parcela da carne; S_K = parcela do capital; S_M = parcela da mão-de-obra; S_A = parcela de alimentação; P_L = log do preço do leite; P_C = log do preço da carne; P_K = log do preço do capital; P_M = log do preço da mão-de-obra; P_A = log do preço de alimentação.

^b Calculado usando a restrição de homogeneidade.

Razão "t" entre parênteses. ** significante a 1%; * significante a 5%; ⁺ significante a 10%.

Avaliando-se as condições de monotonicidade e convexidade, a primeira foi satisfeita, para todos os produtos e insumos, pelo valor positivo encontrado pelas parcelas de lucro estimadas para os produtos leite e carne e pelo valor negativo obtido para as parcelas de lucro estimadas dos fatores capital, mão-de-obra e alimentação (Tabela 2). Já a condição de convexidade foi satisfeita para o produto leite pelo valor positivo obtido pela elasticidade-preço direta da oferta de leite e, para todos os insumos,

pelo valor negativo da elasticidade-preço direta da demanda dos fatores capital, mão-de-obra e alimentos. Para o produto carne, a sua elasticidade-preço direta apresenta sinal negativo, porém, seu valor não é estatisticamente diferente de zero, o que não viola a condição de convexidade (Tabela 3).

Tabela 2. Estimativas das parcelas estimadas da participação sobre o lucro para o Modelo Translog de Lucro da Pecuária Leiteira, 1995.

Descrição	Parcela Estimada (S_i)
<i>Produto</i>	
Leite	2,5958
Carne	0,4716
<i>Fatores de Produção</i>	
Capital	-0,5911
Mão-de-obra	-0,8850
Alimentos	-0,5912

Fonte: Dados da Pesquisa

Os coeficientes apresentados na Tabela 1 são de grande importância para o cálculo das elasticidades parciais de substituição, que podem fornecer uma descrição da estrutura de oferta dos produtos da pecuária leiteira e da demanda de fatores dessa atividade. A Tabela 3 apresenta os resultados dessas estimativas.

O somatório dos coeficientes de cada equação, aproximadamente igual a zero, mostra que a restrição de homogeneidade foi satisfeita.

Tabela 3. Estimativas das elasticidades-preço diretas e elasticidades preço cruzadas para o Modelo *Translog* de Lucro da Pecuária Leiteira, 1995.

Quantidade	Preço					
	Leite (L)	Carne (C)	Capital (K)	Mão-de-obra (M)	Alimentação (A)	Σ das linhas
Leite (L)	1,3347** (5,9579)	0,3828** (12,5571)	-0,4403** (-5,8694)	-0,7370** (-7,5332)	-0,5401	0,0001
Carne (C)	2,1068** (12,5571)	-0,0795 (-1,0746)	-0,7482** (-9,1562)	-0,8767** (-9,9317)	-0,4025	-0,0001
Capital (K)	1,9336** (-5,8694)	0,5969** (-9,1562)	-0,9570** (6,3726)	-0,8703** (5,9713)	-0,7032	0,0001
Mão-de-obra (M)	2,1617** (-7,5332)	0,4672** (-9,9317)	-0,5813** (5,9713)	-1,5981** (10,8324)	-0,4493	0,0001
Alimentação (A)	2,3713	0,3211	-0,7031	-0,6727	-1,3165	0,0001

Fonte: Dados da Pesquisa

ª Razão “t” entre parênteses: $t = E_{ii}(E_{ij})/SE E_{ii}(E_{ij})$, em que $SE E_{ii}(E_{ij}) = SE \beta_{ii}(\beta_{ij})/S_i$.

** significativa a 1%; * significativa a 5%; + significativa a 10%.

Pelos resultados obtidos na Tabela 3, percebe-se que aumentos no preço do leite induzem o produtor a aumentar sua quantidade produzida de forma mais que proporcional ao aumento no preço, o que caracteriza o produto leite como de oferta elástica (elasticidade igual a 1,33). Sistemas de produção mais tecnificados, com maior utilização de insumos modernos, são mais elásticos quanto à oferta. Dessa forma, a região em estudo parece apresentar um grau considerável de utilização de técnicas modernas de produção. Na verdade, a pecuária leiteira de Minas Gerais convive com uma grande heterogeneidade de produtores e técnicas produtivas, desde pequenos agricultores tradicionais até grandes empresários tecnificados. Como apontado por Gomes (1999), apesar do maior número de pequenos produtores na atividade leiteira de Minas Gerais, a participação relativa destes na produção total do Estado vem caindo, sendo que os grandes produtores, que utilizam técnicas mais modernas, são cada vez mais responsáveis pela produção leiteira do Estado. Dessa forma, o alto valor da elasticidade-preço da oferta de leite revela essa característica de maior parte da produção ser proveniente de empresas modernas.

A elasticidade-preço cruzada da oferta de leite em relação ao preço da carne revela que esses produtos são complementares, pois o aumento do preço da carne (medido pelo preço dos animais) leva o produtor a intensificar a produção de leite.

A elasticidade-preço direta da oferta de carne não apresentou coeficiente estatisticamente diferente de zero, resultado que sugere que a oferta de carne, pelo pecuarista de leite, não seja sensível a variações no preço da arroba do bovino. Já o valor estimado para elasticidade-preço cruzada da oferta de carne, em relação ao preço do leite, novamente evidencia que esta atividade seja complementar à produção de leite, em que o alto valor dessa elasticidade (2,11), comparado ao valor da elasticidade-preço cruzada da oferta de leite em relação ao preço da carne (0,38), mostra que o produtor é mais sensível à variação no preço do leite do que no preço de venda do animal. A partir disso, pode-se

supor que, apesar de a atividade ser mista, o leite é o principal produto da atividade, pela sensibilidade do produtor ao seu preço. Dessa forma, o produtor preocupa-se em primeiro lugar com a produção leiteira e a produção de carne é consequência da primeira, sendo uma forma de diversificação da renda do produtor.

Os resultados das elasticidades-preço cruzadas da oferta de leite em relação ao preço dos insumos revelam que os produtores de leite são sensíveis às variações de preços destes insumos, visto que reduzem a produção quando ocorre aumento do preço dos fatores capital, mão-de-obra e alimentação. Da mesma forma, os resultados das elasticidades-preço cruzadas da oferta de carne, em relação ao preço dos insumos, levam a crer que a produção de carne seja sensível às variações de preços destes insumos, ocorrendo redução dos animais ofertados quando ocorre o aumento do preço dos fatores capital, mão-de-obra e alimentação. Esses resultados corroboram a afirmação de que os produtos leite e carne são produzidos de forma complementar.

Vale destacar que a produção tanto de leite quanto de carne é mais sensível à variação de preço do insumo mão-de-obra em relação aos demais insumos, pelo maior valor da elasticidade cruzada da demanda dos produtos em relação ao preço deste fator. Todos os resultados para as elasticidades-preço cruzadas da oferta de produto em relação ao preço dos fatores foram não-regressivos. De acordo com Hertel (1984), a regressividade ocorre quando o sinal dessas elasticidades são positivos, indicando que um aumento no preço de um fator leva a aumentos na produção daquele produto que utiliza tal fator.

Analisando-se a demanda de fatores de produção, é possível notar que o fator mão-de-obra parece ser o mais limitante para a pecuária leiteira mineira, pelo valor mais alto da elasticidade-preço direta da demanda desse fator (-1,60), seguido pelo fator alimentação (-1,32) e, por último, pelo fator capital (-0,96). Esses valores indicam que os produtores de leite mineiros apresentam alto grau de resposta à variação de preços dos insumos, o que leva a crer que essa atividade está

relativamente modernizada na região em estudo, já que maior flexibilidade no processo produtivo tende a estar associada com tecnologias mais modernas.

Como discutido anteriormente a respeito da elasticidade-preço direta da oferta de leite, tal resultado é devido à grande participação de produtores tecnificados na pecuária leiteira mineira. Resultado semelhante foi obtido por Fulginiti e Perrin (1990), que estudaram a estrutura de produção da agricultura argentina na relação entre os preços dos insumos capital, trabalho e outros na produção dos principais gêneros agrícolas desse país. Dessa forma, políticas que afetem o preço destes insumos, como questões salariais e restrições de crédito, podem exercer fortes impactos no setor da pecuária leiteira.

Pelos sinais negativos obtidos pelas elasticidades-preço cruzadas da demanda de fatores, é possível concluir que os insumos capital, mão-de-obra e alimentação possuem caráter complementar, de forma que o aumento de preço de um insumo leva à redução do uso dos demais na atividade, para ambos os produtos. Mais uma vez, evidencia-se o caráter complementar da produção de leite e carne, já que os insumos apresentam relação de complementariedade para os dois produtos. Dessa forma, capital, mão-de-obra e alimentação são todos necessários ao processo produtivo, de forma que a limitação de um desses recursos deve comprometer o uso dos demais, não parecendo ser possível a substituição de um fator pelos demais. Estes resultados diferem dos encontrados em Reis (1992), segundo o qual os insumos alimentos e capital seriam substitutos no processo produtivo, enquanto mão-de-obra e capital, bem como mão-de-obra e alimentos, seriam utilizados em proporções fixas.

Ao analisar as elasticidades-preço cruzadas da demanda de fatores em relação aos preços dos produtos, percebe-se que aumentos nos preços dos produtos estimulam maior uso dos insumos na produção. É possível notar que a demanda de insumos seja mais sensível a variações no preço do leite do que a variações no preço da carne, já que os valores das elasticidades cruzadas da demanda de fatores, em relação ao preço do

produto, são sempre maiores para o produto leite. Pode-se reafirmar, a partir disso, o predomínio do produto leite sobre a carne no gerenciamento e na decisão do produtor acerca do processo produtivo. Vale destacar o alto valor da elasticidade-preço cruzada da demanda de alimentos em relação ao preço do leite, de 2,37, o que sugere que a tecnologia de alimentação do rebanho seja muito sensível à variação do preço do leite, conforme observado por Reis (1993). Dessa forma, o produtor tende a melhorar a tecnologia de alimentação do rebanho quando do aumento do preço do leite. Como o que tem se observado nos últimos anos é a redução gradativa do preço do leite, pode-se supor que o pecuarista tem reduzido o uso de alimentação complementar aos animais, reduzindo a tecnologia de manejo do rebanho.

Pode-se deduzir que o produtor de leite mineiro está mais especializado na produção de leite, sendo o abate de animais mero complemento, já que a elasticidade-preço da oferta de carne é estatisticamente igual a zero, as elasticidades cruzadas da oferta de carne em relação aos preços dos insumos possuem os mesmos sinais que as elasticidades da oferta de leite e, da mesma forma, as elasticidades cruzadas da demanda de fatores em relação ao preço do produto carne possuem os mesmos sinais e menor magnitude que tais elasticidades em relação ao preço do leite. Dessa forma, quando ocorre aumento do preço da arroba bovina, o produtor de leite não abate animais do seu rebanho. Quando os preços dos insumos aumentam, o produtor diminui a oferta de leite e de carne, não descartando animais para diminuir custos com insumos e, por fim, quando o preço do leite aumenta, o produtor incrementa o uso de insumos em maior grau do que quando o preço da carne aumenta. Assim sendo, o produtor de leite mineiro tem se especializado de forma que o caráter de atividade mista da pecuária leiteira parece estar diminuindo na presente década.

4 Conclusões

Este estudo examina a estrutura de oferta de produtos e demanda de fatores para a pecuária leiteira de Minas Gerais, no ano de 1995, por meio da estimação de um sistema de equações parciais de lucro dos produtos leite e carne e dos fatores capital, mão-de-obra e alimentos, a partir de uma função Translog de lucro.

Constata-se que o produto leite apresenta oferta elástica e que leite e carne são produtos complementares na atividade leiteira de Minas Gerais. O produto carne, medido pela venda de animais, não apresenta resposta à variação do seu preço. Os produtores são sensíveis às variações de preços dos insumos capital, mão-de-obra e alimentação, reduzindo o uso desses fatores quando do aumento de seus preços.

O fator mão-de-obra apresenta-se como o mais limitante ao processo produtivo em análise, seguido pelo fator alimentação e, por último, pelo fator capital. Verifica-se, também, que os insumos capital, mão-de-obra e alimentação possuem caráter complementar entre si na pecuária leiteira, de forma que aumentos no preço de um fator ocasionam redução no uso dos demais. Ocorre intensificação no uso desses insumos quando ocorre aumento no preço dos produtos leite e carne.

O caráter de atividade mista, em que dificuldades com o produto leite levam à intensificação do abate de animais, parece estar perdendo força, tornando-se o pecuarista leiteiro mais especializado. Esta transformação recente pode ser atribuída às rápidas mudanças pelas quais a atividade tem passado na presente década, devido ao ambiente mais competitivo formado a partir da abertura comercial e liberação do preço do leite.

Conclui-se que políticas relacionadas com preços de produtos ou de fatores têm importantes efeitos quantitativos sobre o mercado destes. Desta forma, políticas que afetam os preços pagos ou recebidos, ou seja, políticas que atuam sobre tarifas de importações, taxas de exportações, taxa de câmbio, impostos sobre produtos e salários, podem implicar

importantes mudanças nos mercados de insumos e produtos agrícolas, particularmente na pecuária leiteira.

5 Bibliografia

CHRISTESEN, L.R.; JORGENSON, D.W.; LAW, L.J. Transcendental logarithmic production function frontiers. **Review of Economics and Statistics**, Cambridge, 55 (1): 28-45, Fev. 1973.

CURI, W.F. Eficiência e fontes de crescimento da agricultura mineira na dinâmica de ajustamentos da economia brasileira. Viçosa 1997. 95p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa.

DIAGNÓSTICO da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: FAEMG, 1996. 102p. (Relatório de pesquisa, SEBRAE/MG).

FULGINITI, L.E.; PERRI, R.K. Argentine agricultural policy in a multiple-input, multiple-output framework. **American Journal of Agricultural Economics**, Ames, 72(2): 279-288, May 1990.

GOMES, A.P. Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital. Viçosa, 1999. 161p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa.

GOMES, S.T. Sistemas de produção da pecuária de leite em três microrregiões do Estado de Minas Gerais. Viçosa, 1976. 127p. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Viçosa.

GREENE, W.H. **Econometrics analysis**. 2.ed., New York: MacMillan, 1990. 783 p.

GUJARATI, D.N. **Basic econometrics**. 3.ed., New York, McGraw-Hill, 1995. 838 p.

HERTEL, T.W. **Applications of duality and flexible functional forms: the case of the multiproduct firm**. West Lafayette, Agricultural Experimentation Station, 1984. 46p. (Research Bulletin, 980).

LOPEZ, R.E. Estimating substitution and expansion effects using a profit functional framework. **American Journal of Agricultural Economics**, Berkeley, 66(3): 358-367, August 1984.

MINAS GERAIS. Governo do Estado de Minas Gerais. Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cenário futuro do negócio agrícola de Minas Gerais; cenário futuro para a cadeia produtiva de bovinos de leite em Minas Gerais**. Belo Horizonte: 1995. 32p. v.4.

OLIVEIRA, J.A.S.; BRANDT, S.A.; PANIAGO, E. Substituição e demanda de insumos agrícolas modernos: um modelo Translog de séries temporais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.23, n.1, p.21-40, jan./mar.1985.

REIS, R.P.; TEIXEIRA, E.C.; LIMA, J.E. O mercado de leite: política de intervenção e estrutura produtiva. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.31, n.3, p.215-229, jul./set.1993.

REIS, R.P. Estrutura produtiva da pecuária leiteira sob condições de intervenção: um estudo de caso em Minas Gerais. Viçosa, 1992. 151p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa.

TOLLINI, H. Produtividade marginal e uso dos recursos: análise da função de produção de leite em Leopoldina, MG, ano agrícola 1961-1962. Viçosa, 1964. 89p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa.

TOMEK, W. G. R^2 in TSLS and GLS estimation. **American Journal of Agricultural Economics**, Lexington, 55(4): 670. Nov. 1973.

VARIAN, H.R. **Microeconomia: princípios básicos**. 2ª ed., Rio de Janeiro: Campus, 1994.