

## ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE MARGINAL DOS INSUMOS NA CULTURA DO FEIJÃO, NA REGIÃO DE VIÇOSA, ZONA DA MATA, MINAS GERAIS, EM 1968/1969\*

Sérgio Luiz Borzino Ferreira da Silva  
Josué Leitão e Silva  
Teotônio Dias Teixeira\*\*

### 1. INTRODUÇÃO

A região de Viçosa é essencialmente agrícola, caracterizada pela alta concentração de pequenas empresas, onde há predominância de uma agricultura de subsistência. Entre as culturas de subsistência, destaca-se a do feijão, considerando-se sua importância como um dos principais componentes da dieta das famílias rurais.

A Região enfrenta problemas de produtos agrícolas e deseja alterar a estrutura de sua produção e/ou organizar a estrutura tradicional da produção. Estudos na área de economia de produção, particularmente função de produção, apresentam meios que solucionariam o problema. Também estudos utilizando função de produção possibilitam fazer previsões mais exatas, o que permitiria que os fazendeiros tomassem melhores decisões, a curto e a longo prazos, relacionadas com investimentos e planejamentos. Estudos desta natureza também são úteis para o planejamento de investimentos pelas firmas produtoras de insumos. Deste modo, estudos de função de produção podem proporcionar bases não somente como subsídio para formulação de políticas agrícolas, em geral, mas especificamente para indicar as magnitudes com as quais as variáveis relevantes precisam ser manipuladas.

A tecnologia utilizada na cultura do feijão é do tipo tradicional. Há evidências de que os insumos «modernos» são empregados em quantidades insuficientes e/ou com inadequado uso (4). Para o estabelecimento de políticas que visam a implementar a possibilidade de melhor utilização dos recursos existentes empregados na cultura do feijão, é indispensável que haja conhecimento das relações insumo/produto e insumo/insumo utilizados na cultura, bem como das respectivas relações de preços (3). Portanto, há necessidade de estudo que proponha o estabelecimento e a análise das funções de produção da cultura do feijão na região de Viçosa, considerando os diversos tamanhos das empresas.

---

\* Trabalho realizado com base nos dados da tese do primeiro autor para obtenção do grau de «Magister Scientiae» em Economia Rural.

Recebido para publicação em 08-05-1973.

\*\* Respectivamente, Engenheiro-Agrônomo do Ministério da Agricultura e Professores da Universidade Federal de Viçosa.

O objetivo geral é estimar as funções de produção que refletem as decisões dos agricultores, com relação à produção de feijão na região de Viçosa, Minas Gerais. Especificamente pretende-se:

1. estimar, para a tecnologia existente, o nível ótimo de utilização dos recursos;
2. identificar em que classe de área média das empresas devem ser recomendadas as combinações dos fatores.

## 2. MATERIAL E PROCEDIMENTO

### 2.1 A Região Estudada

O presente estudo foi realizado na região de Viçosa, envolvendo os Municípios de Cajuri, Canaã, Coimbra, Ervália, Guaraciaba, Paula Cândido, Pedra do Anta, Porto Firme, São Miguel do Anta, Teixeira e Viçosa, ocupando 2.367 km<sup>2</sup>, equivalentes a 6,8% da Zona da Mata, onde se localiza a Região com uma população de 119.209 habitantes (1).

É uma região montanhosa, de clima quente úmido, com estação temperada, com altitude média superior a 600 m.

### 2.2. Amostragem e Amostra

Obtidas as listas dos empresários, foram eles estratificados em quatro estratos (2). Foram eliminadas das listas as empresas com menos de 3 ha, por serem consideradas antieconómicas, e 4 outras, maiores de 500 ha, por oferecerem alta amplitude de variação. Usou-se a fórmula:

$$N_{ij} = \frac{50X_{ij}}{X_{ij}}$$

na qual:

$N_{ij}$  = amostra prevista por município (i) e classe de área (j)

$\Sigma X_{ij}$  = número total de empresas na população por município (i) e classe de área (j).

O tamanho da amostra ficou assim estabelecido, depois de calculada:

- de 3 a menos de 20 ha — estrato I,44
- de 20 a menos de 50 ha — II, 51
- de 50 a menos de 100 ha — estrato III,48
- e de 100 a menos de 500 ha — estrato IV,49, num total de 192 questionários.

### 2.3. Modelo Matemático e Procedimento

O modelo matemático usado para estimar a função de produção foi a função de produção tipo Cobb-Douglas, expressa em logaritmos.

Supõe-se que esta função seja côncava (ou estritamente côncava) para a região, de valores positivos para os insumos; como consequência, as isoquantes serão estritamente convexas, se a função de produção for estritamente côncava, e será convexa, ou estritamente convexa, se a função de produção for côncava.

Presume-se que o objetivo das firmas seja maximizar lucros, sob condições de mercado perfeitamente competitivo de fatores e produto.

O modelo matemático utilizado para estimar a função foi:

$$Y = aX_1^{b_1}X_2^{b_2}X_3^{b_3}X_4^{b_4}X_5^{b_5}$$

onde:

Y = Valor total da produção em cruzeiros

$X_1$  = Número de hectares utilizados

$X_2$  = Despesas com mão-de-obra, em cruzeiros

$X_3$  = Despesas com insumos (excluindo mão-de-obra), em cruzeiros

$X_4$  = Despesas em equipamentos, em cruzeiros

$X_5$  = Despesas em benfeitorias, em cruzeiros

e = erro

As funções estudadas foram ajustadas pelo método dos quadrados mínimos e expressas em logaritmos.

Para a relação dos modelos que devem ser considerados nas análises, levam-se em conta, dentro do possível, análises, tendo-se em vista identificar e contornar, quando for o caso, possíveis problemas de correlação serial nos resíduos, multicolinearidade e heteroquedasticidade. Para evitar possíveis problemas de autocorrelação serial nos resíduos, teve-se a precaução de tentar não omitir relevantes variáveis independentes e analisar a possibilidade de erro de medida na variável independente, considerando-se que são estas duas fontes fundamentais de correlação serial nos resíduos. Com respeito à identificação da possibilidade de existência de multicolinearidade, analisou-se cuidadosamente a associação linear entre as variáveis independentes do modelo. Finalmente, para evitar possíveis problemas de heteroquedasticidade, procurou-se analisar as observações usadas nas análises de regressão e verificar se os erros são independentes, tendo-se em vista que a desigualdade da variância das observações e a não independência do erro são as duas principais fontes de heteroquedasticidade.

Adicionalmente, para a escolha do modelo, foram utilizados os indicadores estatísticos: coeficiente de determinação múltipla, sinal e significância dos coeficientes.

Somente o modelo relacionado será apresentado. Para cada classe de tamanho de empresa foi ajustada e selecionada uma função de produção. Ajustou-se também uma função de produção, considerando-se o agregado, ou seja, todas as empresas da amostra.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta parte apresentam-se os resultados estatísticos e a interpretação econômica das equações estimadas e selecionadas. Deve-se enfatizar que, apesar de alguns modelos matemáticos estimados não apresentarem aparentemente bons resultados do ponto de vista estatístico e econômico, eles se apresentam como sendo os melhores que se podem obter, em razão dos dados disponíveis e os objetivos desta pesquisa. Contudo, deve-se lembrar que, mesmo com um coeficiente de determinação não muito elevado, as análises estruturais são válidas (outras coisas sendo satisfeitas).

Considerando-se que o método dos quadrados mínimos fornecem estimativas não tendenciosas para os parâmetros da equação de regressão, considerados com base nestes estudos, primeiramente apresentam-se as equações estimadas para cada classe de tamanho de empresas, com seus respectivos resultados estatísticos, e, posteriormente, os resultados e análises econômicas.

#### 3.1. Resultados e Análises Estatísticas

As equações estimadas para os estratos com os respectivos resultados estatísticos foram as seguintes (Quadro 1):

##### ESTRATO I

A equação de regressão obtida para o estrato I foi:

$$Y = 2,60 + X_1^{0,33} + X_2^{0,19} + X_3^{0,19} + X_4^{0,63} + X_5^{0,19}$$

$$(0,15) \quad (0,19) \quad (0,15) \quad (0,21) \quad (0,11)$$

QUADRO 1 - Variáveis, valores estatísticos dos modelos econômicos dos Estratos I, II, III, IV e agregado, para a cultura do feijão, região de Viçosa, Zona da Mata, Minas Gerais, 1968/1969

Variáveis	Estrato I <sup>1)</sup>		Estrato II <sup>2)</sup>		Estrato III <sup>3)</sup>		Estrato IV <sup>4)</sup>		Agregado <sup>5)</sup>	
	Coeficientes (erros padrão)	Valores de "t"								
X <sub>1</sub> (Área, em hectares)	0,33 (0,15)	2,2****	0,32 (0,16)	2,0***	0,23 (0,11)	2,0***	0,54 (0,15)	3,6****	0,29 (0,07)	4,1****
X <sub>2</sub> (Despesas em não-de-obra, em Cr\$)	0,19 (0,19)	1,0*	-0,28 (0,18)	1,5**	-	-	0,22 (0,13)	1,7**	0,07 (0,07)	1,0*
X <sub>3</sub> (Despesas em insu- mos, em Cr\$)	0,19 (0,15)	1,3*	0,23 (0,12)	1,9***	0,25 (0,11)	2,3***	0,17 (0,14)	1,2*	0,15 (0,06)	2,2***
X <sub>4</sub> (Despesas em equi- pamentos, em Cr\$)	0,63 (0,21)	3,0****	0,09 (0,06)	1,5***	0,30 (0,07)	4,3****	0,09 (0,14)	0,6	0,15 (0,04)	3,7****
X <sub>5</sub> (Despesas em ben- feitorias, Cr\$)	0,19 (0,11)	1,7***	0,55 (0,08)	6,9****	0,23 (0,07)	3,3***	0,30 (0,12)	2,5***	0,35 (0,04)	8,2****
Somatório de b <sub>i</sub>	1,53	0,91				1,01		1,32	0,97	
Constantes de a	2,60	4,01			2,90		1,60	3,00		
R <sup>2</sup>	0,65	0,74			0,75		0,78	0,76		

\*\*\*\*\* - Significante ao nível de 1%  
 \*\*\*\* - Significante ao nível de 2,5%  
 \*\*\* - Significante ao nível de 5%  
 \*\* - Significante ao nível de 10%  
 \* - Significante ao nível de 20%

1) 20 graus de liberdade  
 2) 38 graus de liberdade  
 3) 41 graus de liberdade  
 4) 35 graus de liberdade  
 5) 161 graus de liberdade

Não se registrou alta correlação simples entre as variáveis consideradas neste estrato. Conforme era esperado, todos os coeficientes de regressão apresentaram sinais positivos e foram maiores ou iguais aos respectivos erros-padrão. Contudo, o somatório das elasticidades parciais de produção é maior do que 1 (1,53), o que não condiz com o valor esperado, isto é, menor do que 1. Isto indica que se têm retornos crescentes à escala e o tamanho ótimo da firma é indeterminado.

O coeficiente de determinação múltipla foi relativamente pequeno ( $R^2 = 0,65$ ), indicando que somente 65% do valor da produção de feijão são explicados pelas variáveis incluídas no modelo.

## ESTRATO II

A equação de regressão estimada para este estrato foi:

$$Y = 4,01, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \\ (0,16) \quad (0,18) \quad (0,12) \quad (0,06) \quad (0,08)$$

De modo geral, os resultados estatísticos e estimativas obtidas não foram consistentes com o que se esperava, tendo-se em mente o sinal negativo para a elasticidade de produção das despesas com mão-de-obra ( $X_2$ ). Entretanto, com exceção deste parâmetro, todos os demais apresentaram sinais positivos e foram maiores do que seus respectivos erros-padrão. Com exceção do coeficiente para mão-de-obra, todos os demais apresentaram significância estatística, ao nível de 5%. O valor do coeficiente de determinação múltipla (0,74) indica que 74% do valor da produção de feijão são explicados pelas variáveis consideradas no modelo. Não houve alta correlação simples entre as variáveis independentes e problemas de multicolinearidade.

## ESTRATO III

A equação de regressão estimada foi:

$$Y = 2,90, X_1, X_3, X_4, X_5 \\ (0,11) \quad (0,11) \quad (0,07) \quad (0,07)$$

Os coeficientes de regressão estimados tiveram os sinais positivos esperados, e foram todos significantes ao nível de 5% de probabilidade. A variável  $X_2$  não foi incluída no modelo selecionado, tendo-se em mente que, quando de sua inclusão, não adicionou nada ao modelo, em termos de sua participação para explicar o valor da produção.

Não se registrou alta correlação entre as variáveis independentes consideradas. O valor do coeficiente de determinação (0,75) explica 75% do valor da produção.

O somatório das elasticidades de produção é, estatisticamente, igual a 1, o que indica retornos constantes à escala.

## ESTRATO IV

A equação de regressão estimada para o estrato IV é:

$$Y = 1,60, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \\ (0,15) \quad (0,13) \quad (0,14) \quad (0,14) \quad (0,12)$$

Os coeficientes de regressão foram todos positivos e maiores do que os respectivos erros-padrão, com exceção do coeficiente de regressão para despesas em equipamentos ( $X_4$ ). Esta variável foi mantida no modelo pelo fato de ter sido importante na explicação da variação da produção, apesar de não alcançar significância estatística, mesmo ao nível de 20% de probabilidade.

Não houve alta correlação simples entre as variáveis independentes. O coeficiente de determinação múltipla foi da ordem de 0,78.

Também neste estrato constataram-se retornos crescentes à escala, tendo-se em mente que o somatório das elasticidades parciais de produção foi 1,32.

### AGREGADO

Para o agregado, isto é, para a população estudada sem estratificação, a equação estimada obtida foi:

$$Y = 3,00 + X_1^{0,29} + X_2^{0,07} + X_3^{0,13} + X_4^{0,15} + X_5^{0,33}$$

$$(0,07) \quad (0,07) \quad (0,06) \quad (0,04) \quad (0,04)$$

Os coeficientes de regressão estimados tiveram os valores positivos esperados e foram maiores do que os seus respectivos erros-padrão.

Não se constatou alta correlação simples entre as variáveis independentes. O coeficiente de determinação múltipla foi 0,76.

Sumarizando-se, chega-se à conclusão que todos os coeficientes estimados apresentaram significância estatística, ao nível de probabilidade, variando de 1 a 23%, nos estratos, e todos apresentaram os sinais positivos esperados, com exceção do coeficiente da despesa com mão-de-obra, no estrato II, que foi negativo. Nos estratos I e II, constataram-se retornos crescentes à escala; no estrato II, retornos decrescentes, e no estrato III e no agregado, retornos constantes à escala. Não se constatou alta correlação simples entre as variáveis independentes em nenhum dos estratos e agregado.

Em geral, os resultados estatísticos obtidos não foram bons, principalmente pelo fato de se esperar retornos decrescentes à escala em todos os estratos e agregado, e pelo fato do coeficiente para despesas com mão-de-obra, no estrato II, ter sido negativo. Entretanto, deve-se enfatizar que, em razão dos dados disponíveis, estes modelos selecionados foram os que apresentaram melhores resultados, estatística e economicamente falando. Portanto, considerando-se as limitações acarretadas pelos dados utilizados, efetuar-se-á, suscintamente, uma análise econômica dos resultados obtidos, visando a fornecer alguns subsídios para futuras pesquisas nesta área de estudo.

### 3.2. Análise Económica

Apresentar-se-á, suscintamente, uma análise econômica para cada estrato e agregado. Para determinar o uso ótimo por fator, utilizar-se-á a técnica de porções dos fatores, tendo-se em mente os retornos constantes ou crescentes à escala encontrados.

#### ESTRATO I

Considerando-se as elasticidades parciais de produção, tem-se que, com o aumento de 10% em cada fator, mantendo-se constantes os demais, obtém-se os seguintes resultados:

- aumento de 3,3% no valor de produção, se aumentado o fator terra;
- aumento de 1,9% no valor da produção, se aumentado o fator despesas com mão-de-obra;
- aumento de 1,9% no valor da produção, se aumentado o fator insumo ( $X_3$ );
- aumento de 6,3% no valor de produção, se aumentado o fator equipamentos;
- aumento de 2,0% no valor da produção, se aumentado o fator benfeitorias.

Deve-se notar que o retorno à escala é crescente, visto que o somatório das elasticidades parciais de produção é 1,53. Isto significa que, aumentando-se o uso de todos os fatores considerados de 10%, o valor total da produção aumentaria de 15,30%. Portanto, neste caso, o tamanho da firma é indeterminado. Se é econômico produzir, o nível ótimo de uso dos fatores é indeterminado.

O Quadro 2 apresenta, basicamente, o nível de uso atual de cada fator e o uso ótimo por fator, bem como os respectivos lucros obtidos. Observa-se que os valores dos produtos físicos marginais das variáveis terra ( $X_1$ ), despesas com equipamento

**QUADRO 2 - Variáveis, uso atual, produto físico médio e marginal, prego do fato, relação valor do produto físico marginal/preço do fator, mudança no fator e uso ótimo dos fatores, para a cultura do Feijão (0,76 ha), Estrato I, região de Viçosa, Zona da Mata, Minas Gerais, 1968/1969**

(X<sub>4</sub>) e despesa com benfeitoria (X<sub>5</sub>), são maiores do que seus respectivos preços, podendo, portanto, serem incrementados. Por outro lado, o nível de uso dos fatores mão-de-obra (X<sub>2</sub>) e insumos (X<sub>3</sub>) devem ser reduzidos. Mesmo com as grandes mudanças nos níveis de uso dos fatores despesas com mão-de-obra e com equipamentos, o lucro máximo continua sendo negativo e pouco diferente do lucro atual. Portanto, de acordo com os resultados obtidos, o uso ótimo por fator pouco contribui para a redução de prejuízo (Quadro 2).

## ESTRATO II

Os valores dos produtos físicos marginais das variáveis equipamentos (X<sub>4</sub>) e benfeitorias (X<sub>5</sub>) são maiores do que seus respectivos preços, podendo ser incrementados. O uso das variáveis mão-de-obra (X<sub>2</sub>) e insumos (X<sub>3</sub>) apresentam-se com os valores dos produtos físicos marginais menores que os respectivos preços, devendo, portanto, seus usos serem reduzidos. A variável terra (X<sub>1</sub>) tem o valor de seu produto físico marginal quase igual ao seu preço, devendo, por isto, permanecer inalterado.

Um cruzeiro empregado em mão de obra (X<sub>2</sub>) dá retorno negativo de 0,30. Este fator concorre com mais de 50% dos encargos para obtenção do produto. O excesso de utilização do fator está aliado à sua baixa qualidade. Reduções no seu uso provavelmente aumentariam sua produtividade, sem contudo reduzir os prejuízos observados.

A utilização de um cruzeiro em insumos (X<sub>3</sub>) dá um retorno de 0,69. Do mesmo modo, observa-se que melhores combinações, mantido constante o nível de produção, não conseguirão reduzir, significativamente, os prejuízos.

Em equipamentos (X<sub>4</sub>) e benfeitorias (X<sub>5</sub>), a adoção de mais uma unidade dá de retorno 4,42 e 12,70, respectivamente. Como nos casos anteriores, há necessidade de nova tecnologia com aumento da produtividade por área, para que seja eliminado o prejuízo. Já não acontece o mesmo com o fator terra (X<sub>1</sub>) que, com a adição de mais uma unidade, dá retorno de 19,05, considerado no estudo como nível de utilização próximo da eficiência econômica (Quadro 3).

Ao se variar, porcentualmente, em 10% cada um dos fatores, mantendo constantes os demais, obter-se-ão os seguintes resultados:

- aumento de 3,2% no valor da produção (Y), se utilizado no fator terra (X<sub>1</sub>)
- decréscimo de 2,8% no valor da produção (Y), se utilizado no fator mão-de-obra (X<sub>2</sub>)
- aumento de 2,2% no valor da produção (Y), se utilizado em insumos (X<sub>3</sub>)
- aumento de 0,9% no valor da produção (Y), se utilizado em equipamentos (X<sub>4</sub>)
- aumento de 5,5% no valor da produção (Y), se utilizado em benfeitorias (X<sub>5</sub>)

A soma dos coeficientes de regressão do modelo selecionado do estrato II foi de 0,98, o que equivale dizer que um acréscimo de 10%, em todos os fatores, aumentaria 9,8% o valor da produção. Estatisticamente, parece que 0,98 não é diferente de 1, podendo-se, portanto, considerar que os retornos à escala são constantes.

## ESTRATO III

Os valores dos produtos físicos marginais das variáveis insumos (X<sub>3</sub>), equipamentos (X<sub>4</sub>) e benfeitorias (X<sub>5</sub>) são maiores que seus respectivos preços, podendo-se, portanto, aumentar seus empregos; terra (X<sub>1</sub>), ao contrário, deverá ser reduzido (Quadro 4).

A variável mão de obra (X<sub>2</sub>) não apresentou expressão no processo produtivo, apesar de seu excessivo encargo.

A utilização de 1% em terra (X<sub>1</sub>) contribui com retorno de 17,70. Entretanto, o fator deve ser reduzido para que aumente sua produtividade por área.

A inversão de um cruzeiro em equipamentos (X<sub>4</sub>) e em benfeitorias (X<sub>5</sub>) dá retornos de 8,50 e 4,66, respectivamente. Considerando-se que investimentos menores, no estrato I, estão proporcionando retornos relativamente mais elevados do que no estrato III, pode-se referir que uma combinação mais adequada neste estrato, mantendo-se constante a produção atual, não iria reduzir os prejuízos dos fazendeiros, uma vez que, proporcionalmente aos investimentos, os retornos são baixos. Da mesma forma, para benfeitorias (X<sub>5</sub>), relativamente ao estrato II, infere-se que melhor adequação dos fatores, possivelmente, não iriam proporcionar reduções acentuadas nos prejuízos.

QUADRO 3 - Variáveis, uso atual, produto físico médio e marginal, preço do fator e relação valor do produto físico marginal/preço do fator, mudança no fator para a cultura do feijão (2,2 ha), Es-trato II, região de Vicosá, Zona da Mata, Minas Gerais, 1968/1969

Variáveis	Uso atual (Cr\$)	VPM <sub>e</sub>	VPM <sub>a</sub>	P <sub>X</sub>	VPM <sub>a</sub> /P <sub>X</sub>	Mudança do fator
X <sub>1</sub> (terra, em Cr\$)	42,20	59,50	19,05	19,20	19,05/19,20	-
X <sub>2</sub> (despesa em mão-de-obra, em Cr\$)	117,80	1,10	-0,30	2,50	-0,3/2,50	reduzir
X <sub>3</sub> (despesa em insumos, em Cr\$)	40,90	3,14	0,69	1,06	0,69/1,06	reduzir
X <sub>4</sub> (despesa em equipamentos, em Cr\$)	2,62	49,06	4,42	1,12	4,42/1,12	aumentar
X <sub>5</sub> (despesas em benfeitorias, em Cr\$)	5,60	22,95	12,70	1,12	12,70/1,12	aumentar
Valor da produção		128,55				
Total uso atual		209,12				
Lucro atual		-80,57				

QUADRO 4 - Variáveis, uso atual, produto físico médio e marginal, preço do fator e relação valor do produto físico marginal/preço dos fatores, mudança no fator para a cultura do feijão, (3,7 ha), Estrato III, Região de Vícosa, Zona da Mata, Minas Gerais, 1968/1969

Variáveis	Uso atual (Cr\$)	VPMe	VPFMa	$P_X$	VPFMa/ $P_X$	Mudança no fator
$X_1$ (terra, em Cr\$)	73,20	77,10	17,70	19,80	17,70/19,80	reduzir
$X_2$ (despesa em mão-de-obra, em Cr\$)	136,60	-	-	2,50	-	-
$X_3$ (despesa em insumos, em Cr\$)	65,10	4,40	1,10	1,06	1,10/1,06	aumentar
$X_4$ (despesa em equipamentos, em Cr\$)	10,10	28,20	8,50	1,12	8,50/1,12	aumentar
$X_5$ (despesa em benfeitorias, em Cr\$)	14,10	20,27	4,66	1,12	4,66/1,12	aumentar
Valor da produção		285,30				
Total uso atual		299,10				
Lucro atual		-13,80				

A adição de uma unidade em benfeitorias ( $X_5$ ) apresentou um retorno de 4,66. O uso de insumos praticamente está sendo realizado próximo da eficiência econômica, motivo porque, talvez, os prejuízos se reduziram, donde se inferir ser necessário a introdução de nova tecnologia.

A variação porcentual de 10% em cada fator, mantido constante os demais, pode-se observar acréscimos no valor da produção ( $Y$ ) em:

- 2,3% se se aumentar a variável terra ( $Y_1$ )
- 2,5%, se se aumentar a variável insumos ( $X_5$ )
- 3,0%, se se aumentar a variável equipamentos ( $X_4$ )
- 2,3%, se se aumentar a variável benfeitorias ( $X_5$ )
- e 10%, se se aumentar 10% em cada um dos fatores do estrato III, significando, neste caso, que os retornos à escala são constantes.

#### ESTRATO IV

Os empregos das variáveis terra ( $X_1$ ), equipamentos ( $X_4$ ) e benfeitorias ( $X_5$ ), por terem os valores dos produtos físicos marginais maiores que seus respectivos preços, podem ser incrementados. As variáveis mão-de-obra ( $X_2$ ) e insumos ( $X_3$ ) têm condições contrárias e, por isto, devem ser reduzidos (Quadro 5).

Um cruzeiro investido em mão-de-obra ( $X_2$ ), insumos ( $X_3$ ), equipamentos ( $X_4$ ) e benfeitorias ( $X_5$ ) apresentam retornos de 0,23, 0,32, 2,20 e 6,30, respectivamente. Ao que tudo indica, a renda do fazendeiro está intimamente ligada à produtividade dos insumos ( $X_3$ ), por verificar-se que o retorno é baixo e o prejuízo aumenta à medida que a produtividade marginal do fator diminui.

A adição de uma unidade do fator terra ( $X_1$ ) dá um retorno de 26,00. Mesmo assim, uma combinação mais racional dos insumos atualmente empregados não eliminaram os prejuízos observados, se se mantivessem constantes os níveis de produção atual.

Variando-se em 10% cada fator do estrato IV, mantendo-se constante os demais, observar-se-ão acréscimo no valor da produção em:

- 5,4%, variando-se o fator terra ( $X_1$ )
- 2,2%, variando-se o fator mão-de-obra ( $X_2$ )
- 1,6%, variando-se o fator mão-de-obra ( $X_2$ )
- 0,9%, variando-se o fator equipamentos ( $X_4$ )
- 3,0%, variando-se o fator benfeitoria ( $X_5$ )
- e 13%, variando-se cada fator do estrato IV

#### AGREGADO

O aumento de 1% no uso de cada fator, terra ( $X_1$ ), mão-de-obra ( $X_2$ ), insumos ( $X_3$ ), equipamentos ( $X_4$ ) e benfeitorias ( $X_5$ ), dá de retorno, respectivamente, 18,78; 0,04; 0,40; 5,70; e 6,70 (Quadro 6).

No agregado as variáveis equipamentos ( $X_4$ ) e benfeitorias ( $X_5$ ) têm seus produtos físicos marginais superiores aos seus preços, podendo, por isto, serem incrementados; o mesmo já não acontece com as variáveis mão-de-obra ( $X_2$ ) e insumos ( $X_3$ ), que devem ser reduzidos no seu uso. A variável terra ( $X_1$ ) deverá permanecer inalterada no uso, visto já se encontrar próximo da unidade.

Variando em 10% cada fator do agregado, e mantendo-se constante os demais, observam-se aumentos no valor da produção ( $Y$ ) em:

- 2,9, variando-se o fator terra ( $X_1$ )
- 0,7, variando-se o fator mão-de-obra ( $X_2$ )
- 1,3, variando-se o fator insumos ( $X_3$ )
- 1,6, variando-se o fator equipamentos ( $X_4$ )
- 3,3, variando-se o fator benfeitorias ( $X_5$ )
- 9,7, variando-se cada fator do agregado

Como 0,9 não é estatisticamente diferente de 1, este fato sugere que vem ocorrendo retornos constantes à escala.

#### 3.3 Discussão entre Estratos e Agregado

Os investimentos em equipamentos e benfeitorias vêm sendo reduzidos nos es-

**QUADRO 5 - Variáveis: uso atual, produto físico médio e marginal, preço do fator, relação valor do produto físico marginal/preço do fator, mudança no fator e uso ótimo dos fatores, para a cultura do feijão (6,0 ha), Estrato IV, Região de Viçosa, Zona da Mata, Minas Gerais, 1968/1969**

QUADRO 6 - Variáveis, uso atual, produto físico médio e marginal, preço dos fatores, relação valor do produto físico marginal/preço dos fatores, mudança no fator e uso ótimo dos fatores, para a cultura do feijão (2,6 ha), agregado, região de Viçosa, Zona da Mata, Minas Gerais, 1968/1969

Variáveis	Uso atual (Cr\$)	VPM <sub>e</sub>	VPM <sub>a</sub>	P <sub>X</sub>	VPM <sub>a</sub> /P <sub>X</sub>	Mudança no fator	Uso ótimo por fator (Cr\$)
X <sub>1</sub> (terra, em Cr\$)	48,40	64,40	18,70	18,30	18,70/18,30	-	26,50
X <sub>2</sub> (despesa em mão-de-obra, em Cr\$)	124,70	1,30	0,09	2,50	0,09/2,50	reduzir	4,70
X <sub>3</sub> (despesas em insumos, em Cr\$)	51,70	3,20	0,40	1,06	0,40/1,06	reduzir	20,50
X <sub>4</sub> (despesa em equipamentos, em Cr\$)	4,70	35,60	5,70	1,12	5,70/1,12	aumentar	23,90
X <sub>5</sub> (despesa em benfeitorias, em Cr\$)	8,20	20,40	6,70	1,12	6,70/1,12	aumentar	49,30
Valor da produção		167,40					167,40
Total uso atual		237,70					
Lucro atual		-70,30					
Total uso ótimo							124,90
Lucro							42,50

tratos e agregado.

A produtividade marginal dos equipamentos no estrato I é maior que nos demais, talvez em razão do tipo do fator utilizado ser mais adequado para aquele tamanho de empresa.

A mão-de-obra é fator que mais onera os custos de produção nos estratos e agregado, apresentando-se sem expressividade no estrato III e baixa produtividade nos demais.

No estrato III, os insumos apresentam a maior produtividade, próxima da eficiência econômica. O menor prejuízo verificado na cultura está neste estrato, e é possível que isto se deva a estes insumos porque, à medida que suas produtividades crescem, os prejuízos se elevam.

A produtividade da terra decresce à medida que o tamanho da empresa aumenta percentualmente, porque as terras empregadas na cultura do feijão vão se tornando escassas, em qualidade, nas empresas.

### *3.4. Comparação entre Despesas e Combinação Ótima dos Recursos*

Quando no agregado se calculou o uso ótimo dos fatores, observou-se que as despesas necessárias para se maximizar o lucro das empresas determinariam modificações na combinação dos fatores, evidenciando ser, talvez, uma possível solução a longo prazo.

Ao se calcular o uso ótimo dos fatores, houve necessidade de se eliminar a variável mão-de-obra ( $X_2$ ), que apresentou coeficiente estatisticamente significante ao nível de 20%. A inclusão desta variável pouco explicaria o processo produtivo e prejudicaria sobremaneira o cálculo desejado. Evitou-se, assim, a extrapolação, e a seleção do quarto «passo» foi realizada, tendo-se em mente a sensibilidade do modelo para tais condições.

Ficou evidenciado que a maneira racional de combinar os insumos poderá proporcionar rendas razoáveis, desde que, paralelamente, a maior utilização dos fatores produtivos tenha orientação técnica conveniente.

## 4. CONCLUSÕES

O nível de utilização dos insumos empregados na cultura do feijão vem sendo antieconômico. Considerando a combinação dos insumos e a tecnologia atualmente empregada, chegou-se às seguintes conclusões:

1) Os investimentos em insumos crescem à medida que as empresas se tornam maiores; porém, somente as empresas do estrato III combinam os insumos, de modo a tornar os demais fatores mais eficientes. É possível que o menor prejuízo neste estrato tenha se verificado, em parte, em razão da maior produtividade dos insumos.

A medida que aumenta a produtividade marginal dos insumos nos estratos o prejuízo diminui. Os insumos mostram-se importantes no processo produtivo, indicando que as variações dos fatores associam-se a eles com sensíveis variações na produção.

2) A produtividade marginal do fator terra decresceu do estrato I para o estrato III, não obstante a qualidade das terras parecer superior nos estratos de empresas maiores, conforme demonstram os preços maiores do estrato III. As empresas menores mais caracteristicamente de subsistência do que as maiores e mais intensivamente trabalhadas e de melhor combinação de insumos refletem uma produtividade mais elevada. No estrato IV, as terras têm preço menor do que nos demais, porém, de produtividade maior, donde se conclui que, apesar dos preços mais baixos, as terras ou têm mais potencialidades ou são menos trabalhadas.

3) A utilização dos equipamentos nas empresas de até 20 ha mostra que, apesar de ser pouco o investimento neste fator, sua produtividade é elevada, demonstrando, assim, que poderiam ser reduzidos os prejuízos com seu incremento. Ao que parece, esta produtividade maior deve estar associada ao tipo de equipamento utilizado, que vem correspondendo plenamente ao necessário, juntamente com a produtividade do fator terra aí encontrado. Há necessidade de incrementar este fator em todos os estratos.

4) Benfeitorias vêm apresentando produtividade relativamente elevadas, considerando o tipo de cultura, havendo necessidades de maior utilização.

5) Mão-de-obra é o item que mais sobrecarrega os fazendeiros, todavia, apresenta produtividades baixas nos estratos I e IV. A redução da mão-de-obra, no

estrato II, diminuiria os custos e elevaria a renda dos fazendeiros. No estrato III não afetou a produção.

6) O nível ótimo de utilização por fator, mantendo-se constante o nível de produção atual para as empresas situadas nos estratos I e IV, reduziria os prejuízos, porém, não se recomenda uma recombinação dos fatores porque os prejuízos não desaparecem.

7) O estrato III apresenta vantagem comparativa sobre os demais.

8) Quando se calculou, no agregado o uso ótimo dos fatores observou-se que ocorriam modificações na combinação dos fatores, evidenciando que esta poderia ser uma solução, possivelmente a longo prazo.

No estrato III a utilização de insumos encontra-se praticamente próxima da eficiência econômica. As baixas produtividades verificadas nos demais estratos deve estar associados à sua má combinação ou à baixa qualidade do fator relativamente as exigências da cultura.

## 5. RESUMO

O estudo foi realizado na região de Viçosa, Zona da Mata, MG, usando-se a função de produção do tipo Cobb-Douglas, para que na cultura do feijão se pudesse conhecer a produtividade marginal dos recursos envolvidos no processo de produção. Com base no conhecimento da produtividade marginal dos recursos e seus preços, bem como dos preços dos produtos, observou-se o nível em que os recursos se encontravam combinados, bem como os níveis ótimos do uso por fator, por meio do método das porções dos fatores.

Os dados foram obtidos por meio de questionários utilizados por IRIAS (2), em 1968/1969, com amostra estratificada em quatro classes de área e um agregado.

O estudo foi analisado por uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, em forma logarítmica, através da sub-rotina Step-Wise IBM-1130, pelo método dos mínimos quadrados para os estratos e agregado que serviram de base as análises econômicas. A variável dependente foi o valor da produção, e as variáveis independentes foram: terra em ha, mão-de-obra em Cr\$, insumos em Cr\$, equipamentos em Cr\$ e benfeitorias em Cr\$.

O estudo evidenciou que os insumos utilizados na cultura do feijão, na época da pesquisa, estavam sendo usadas de forma antieconômica.

## 6. SUMMARY

This study was done in the region of Viçosa, a part of the Forest Region of Minas Gerais. It used the Cobb-Douglas production function model to estimate the marginal productivity of resources producing edible beans. Based on knowledge of the marginal productivity and prices of resources, as well as the product price, the optimum combination of resources can be found.

The data were obtained through questionnaires used by IRIAS (2) in 1968/1969 with the sample stratified into four groups by size of farm.

A Cobb-Douglas production function in logarithmic form, using the least squares Step-Wise subroutine on the IBM 1130, was used as a basis for the economic analysis. The dependent variable was the value of production and the independent variables were: land in hectares, labor in Cr\$, inputs in Cr\$, equipment in Cr\$ and improvements in Cr\$.

This study the economic error of investing cash inputs in the production of beans during the period studied.

## 7. LITERATURA CITADA

1. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, 30 v., 1969.
2. IRIAS, L. J. M. *Avaliação do Módulo Rural Médio para a Região de Viçosa. Ano Agrícola 1968/1969*. Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1970. 157 p. (Tese M.S.)
3. PAIVA, R. L. *Reflexões sobre as Tendências da Produção e dos Preços do Setor Agrícola no Brasil*. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, 20 (2-3): 111-134, 1966.

4. SILVA, S. C. *Uso dos Insumos Agropecuários e sua Comercialização na Zona da Mata de Minas Gerais, 1970.* Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. (Tese M.S.)