

**REVISTA**

**CERES**

Maio e Junho de 1975

**VOL. XXII**

**N.º 121**

**Viçosa — Minas Gerais**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

ANÁLISE DA OFERTA DE ALHO EM MINAS GERAIS

EM 1948 - 70\*

Marciano Brun Rojas  
Antônio Raphael Teixeira Filho  
Julio A. Penna  
Túlio Barbosa\*\*

### 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1. O Problema e sua Importância

O alho é um produto condimentar que, no Brasil, tem um consumo aparente *per capita*, por ano, em torno de 500 a 550 gramas. Sua transformação industrial tem possibilitado seu oferecimento ao consumidor sob várias formas: em pastas, pó, fárias, misturado com sal e pimenta, o que facilita seu uso e possibilita seu maior consumo.

A importância econômica do alho, para o Brasil, evidencia-se pela área cultivada, produção e respectivo valor. É uma das principais hortaliças cultivadas no país.

Por tratar-se de cultura que usa intensivamente recursos de mão-de-obra, ganha maior significância quando desenvolvida em áreas densamente povoadas como, por exemplo, na Zona da Mata de Minas Gerais.

A despeito de sua importância para o país, o Brasil importa cerca de 28% do alho que consome (Quadro 1).

\* Parte da Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como uma das exigências para obtenção do grau de "Magister Scientiae".

Aceito para publicação em 15-04-1975.

\*\* O primeiro autor é Engenheiro-Agrônomo do Banco Nacional de Fomento do Paraguai, os três outros autores são professores do DER da U.F.V.

QUADRO 1 - Produção, importação e consumo de alho, em números absolutos e relativos, Brasil 1966/70

Ano	Consumo total (t)	Produção nacional (t)	Parcela do consumo total (%)	Importação (t)	Parcela do consumo total (%)
1966	45.004	32.671	72.60	12.333	27.40
1967	45.687	32.768	71.72	12.919	28.28
1968	49.814	37.321	74.92	12.493	25.08
1969	52.491	37.563	71.56	14.928	28.44
1970	52.902	36.377	68.76	16.525	31.24

Fonte: Fundação IBGE - Anuário Estatístico do Brasil - 1967 a 1971.

Entre os diversos estados brasileiros que produzem alho, Minas Gerais destaca-se com o primeiro em volume de produção e também em área colhida (Quadro 2)

QUADRO 2 - Área colhida e quantidade de alho produzido nos diversos estados, em números absolutos e relativos, Brasil - 1970

Estados	Área (ha)	%	Produção (t)	%
Minas Gerais	4.892	34,6	11.828	36,5
Paraná	2.975	21,1	6.937	19,1
Rio Grande do Sul	2.369	16,8	7.004	19,3
Santa Catarina	877	6,2	1.883	5,1
São Paulo	869	6,1	3.195	8,8
Bahia	729	5,2	2.239	6,2
Subtotal	12.716	90,0	33.086	91,0
Outros Estados	1.410	10,0	3.291	9,0
TOTAL	14.121	100,0	36.377	100,0

Fonte: Fundação IBGE - Anuário Estatístico do Brasil - 1971.

O Estado de Minas Gerais é responsável por cerca de 35% da área total de alho colhido no Brasil e 32,5% da produção, o que evidencia sua relativa importância de âmbito nacional, como produtor.

Recentemente, a cultura de alho, em Minas Gerais, passou a merecer a atenção dos órgãos responsáveis pelo desenvolvimento agrícola estadual. A Associação de Crédito e Assistência Rural (ACAR), observando as possíveis vantagens comparativas do Estado de Minas Gerais, em relação a outras unidades da federação, liderou um programa visando aumentar a sua produção de alho. Com este programa, foram também tomadas medidas visando

aumentar a produtividade, ao mesmo tempo em que se procurou dar solução às falhas observadas no processo de sua comercialização. Programas desta natureza, contando embora com o suporte de vários estudos ligados aos aspectos técnicos da cultura, COUTO (5), FERREIRA (7), AMARAL (1), entre outros, nem sempre contaram com o suporte necessário as medidas econômicas indicadas.

CARVALHO (3) salienta que os progressos alcançados na cultura, principalmente no que diz respeito à qualidade do produto e condições de produtividade, nos últimos anos, já indicam considerável avanço no sentido de sua modernização. MONTEIRO (11) ressalta a conveniência de se contar com estudos dirigidos aos problemas que são encontrados além do processo produtivo.

Estudos que indicassem as reações dos produtores aos diversos estímulos econômicos que recebem, poderiam permitir melhor orientação de todo o processo produtivo. Entre os estudos que se prestam a este tipo de análise, destacam-se os de oferta, que é o que se pretende com o presente trabalho.

### *1.2. Estudos de Oferta - Sua Importância*

Estudos de oferta em economias em desenvolvimento foram conduzidos em certos períodos da década de 60 com objetivo de testar se os produtores agrícolas nestes países respondiam a estímulos de preços. Uma série destes estudos eliminou possíveis dúvidas quanto à questão, KRISHNA (9), FALCON (6) e outros. No Brasil, destaca-se a obra do professor PASTORE (15), que tem entre seus objetivos o de "colocar à prova a hipótese de que os agricultores tomam suas decisões com critérios próximos aos supostos pela Teoria Econômica".

Uma vez ultrapassada a dúvida de que agricultores de países em desenvolvimento respondam a estímulos econômicos, estudos de oferta de produtos agrícolas nestes países tem sido desenvolvidos com o fim de analisar o comportamento dos produtores face às políticas que pressupõem o conhecimento das relações de oferta.

Duas classes principais destes estudos podem ser mencionadas: a primeira procura estimar relação de oferta no contexto dos modelos globais, em que se objetiva analisar interações de oferta e procura, e avaliar efeitos de políticas diversas que envolvem o setor agrícola. Em relação à economia brasileira, destacam-se dois estudos deste tipo: o primeiro de THOMPSON (19), sobre milho, em que se estimam as relações de oferta num modelo econometrônico global, visando avaliar o impacto de políticas de taxas de câmbio e outras medidas restritivas relativas às exportações brasileiras de milho. O segundo, de PANIAGO e SCHUH, (13), que estimam a relação de oferta em modelo de equilíbrio de três produtos, arroz, feijão e milho, com o fim específico de avaliar e comparar três alternativas de políticas de preços que poderiam ser adotadas no cenário brasileiro. A segunda classe de estudos de oferta é aquela em que as relações são estimadas individualmente, não no contexto de um modelo global. Estes estudos são realizados a fim de se entender o mecanismo de reação dos produtores, o que possibilita a adoção de medidas visando especificamente aquelas variáveis que mais estimulam o setor produtivo envolvido. No Brasil, os

principais estudos que se enquadrariam nesta classe são atribuídos a BRANDT (2). Outros estudos que pertencem a este grupo podem ser encontrados, tais como: TALLONE ROSSO (18), CONI e MOURA (4).

O objetivo principal de estudos de oferta, por via de regra, é a determinação da sensibilidade dos produtores a variações de preços. No que concerne ao problema de medição de efeito quantitativo de variações de preços sobre a produção, os estudos de oferta podem ser classificados em dois grandes grupos. No primeiro grupo estão as funções de oferta derivadas de funções de produção e de custo, estimadas por meio de dados de corte seccional ou de modelos representativos de programação. As funções obtidas são de caráter "normativo". No segundo grupo estão as funções de oferta derivadas de dados de séries temporais. A princípio, foram empregados modelos estáticos e, mais recentemente, diversos autores desenvolveram modelos de retardamentos distribuídos e/ou de expectativas que incluíram elementos "dinâmicos". Os primeiros estudos tinham em vista obter tanto a elasticidade a curto quanto a longo prazo. Além disto, os modelos dinâmicos apresentam outras vantagens sobre os modelos estáticos: (a) as estimativas obtidas parecem "melhores" do ponto de vista estatístico e mais consistentes com a teoria econômica e com o conhecimento empírico da agricultura; (b) os coeficientes de elasticidade-preço, a longo prazo, estimáveis através de modelos de retardamentos distribuídos, são também de interesse para as decisões de política agrícola.

Paralelamente, em estudos de oferta de produtos individuais, além das elasticidades-preço, costuma-se procurar avaliar a relevância de alguns fatores que atuam como deslocadores na relação básica, esta entendida como a relação de oferta (14, 16, 17).

No presente estudo, procura-se, a partir de séries temporais, analisar as relações que afetam, extensivamente, a área de cultura e as que afetam, intensivamente, o rendimento do produto, uma vez que, do ponto de vista da oferta, pode ser importante a separação dos elementos estruturais que atuam nos dois casos. Assim, quando as áreas para expansão de cultura se tornassem escassas, é importante conhecer os elementos que afetam o rendimento, pois através deles pode-se exercer influência sobre a oferta.

Dados os objetivos que se propõe alcançar com o presente trabalho, será utilizado um modelo em que os efeitos que atuam na área serão separados dos que atuam no rendimento. Para estimar as relações que se pretendem, foram utilizados dados em série temporal obtidos de publicações da Fundação IBGE, da Fundação Getúlio Vargas e do Ministério da Agricultura.

### 1.3. Objetivos do Estudo

O presente estudo analisa a oferta de alho em Minas Gerais, com especial ênfase no impacto da introdução de nova tecnologia.

Especificamente, pretende-se:

1. determinar as variáveis que explicam as variações na área colhida;
2. determinar as variáveis que afetam a produtividade da cultura, expressa em termos de rendimento por hectare;

3. estimar a elasticidade-preço de oferta de alho em Minas Gerais, considerada no curto e longo prazo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. *Modelo Conceitual*

Os conceitos englobados pela teoria da oferta são relevantes do ponto de vista de definição das relações econômicas utilizadas no presente estudo e serão descritos a seguir.

Definido o nível tecnológico, a condição de lucro máximo, numa situação em que vários fatores são utilizados para produzir vários produtos, implica em que o valor do produto marginal de cada fator de produção deve igualar a seu preço; que a taxa marginal de substituição entre fatores deverá ser igual às relações de preços dos fatores; e que a taxa marginal de transformação entre produtos deve igualar a respectiva relação de preços dos produtos.

Destas condições, pode-se concluir que o nível de produção de qualquer produto dependerá, teoricamente:

1. do preço esperado da mercadoria ou produto em questão;
2. dos preços esperados das mercadorias ou produtos competitivos;
3. do preço real dos fatores de produção;
4. do nível tecnológico prevalecente; e
5. de outros fatores, não econômicos, que influenciam a produção, representados pelas condições climáticas, fatores estes que influenciam as relações técnicas de produção em qualquer ano agrícola considerado.

A fim de possibilitar a estimativa de elasticidade a curto e longo prazo, adotou-se a pressuposição de retardamento distribuído nos moldes do modelo proposto por NERLOVE (12). O modelo pressupõe que existe um retardamento no sistema econômico que faz com que apenas uma parcela da diferença entre a área desejada e a área realmente plantada seja corrigida em cada período produtivo observado. Este fato faz com que um das variáveis independentes incluídas na equação seja área plantada no ano anterior.

No presente trabalho, a produção anual total de alho é alcançada multiplicando-se a área colhida pelo rendimento obtido por hectare.

Admite-se que a produção possa ser aumentada, extensivamente, pelo aumento da área colhida ou, intensivamente, pela adição de mais fatores de produção à mesma área, buscando-se, desta forma, aumentar a produtividade. A produção poderá, obviamente, aumentar através de dois processos simultaneamente.

As variáveis que influenciam na produção de alho foram consideradas tomando-se em conta sua ação na área plantada e/ou no rendimento alcançado. Usou-se um modelo contendo uma equação que relaciona área plantada com as variáveis que a afetam, outra que relaciona o rendimento por área com as variáveis que o afetam, e uma terceira, em que a produção é obtida multiplicando-se área pelo rendimento. Desta forma, tem-se as seguintes relações.

$$\text{Área} = f(\text{área plantada no ano anterior}; \text{preço de alho no ano anterior}; \text{preço no ano anterior de produto alternati-})$$

vo; tendência). (1).

Sabe-se que um modelo de retardamentos distribuídos implica, essencialmente, em estabelecer que a quantidade produzida de um produto é função de seu preço no período anterior. Cada preço anterior representa uma parcela de influência nas decisões dos produtores. Utilizou-se o preço do produto com retardamento de um ano, por ter a cultura de alho e ciclo vegetativo que é de quatro e meio a cinco e meio meses, sendo o plantio realizado de fevereiro a maio, e a comercialização efetuada imediatamente após a colheita, de julho a setembro de cada ano (11). Estas considerações fazem supor que os produtores terão suas expectativas formadas na base de preço de alho no ano anterior.

Por ser o estudo de âmbito regional, torna-se menos difícil a seleção das culturas alternativas, cujos preços possam influir como deslocadores relevantes da curva de oferta. Neste caso, foi considerada a cebola como único produto alternativo, por ser factível de realização, por parte do produtor, ao mesmo ciclo do alho e com os mesmos requerimentos tecnológicos.

Segundo PASTORE (15), o fato empiricamente constatado é de que as séries de área colhida apresentam fortes tendências crescentes atribuíveis, pelo menos em parte, a deslocamentos sistemáticos de variáveis que possam ser descritos por uma "tendência". Isto faria com que a omissão da variável "tempo" provocasse um viés ou tendenciosidade no coeficiente de área retardada, superestimando, em consequência, o coeficiente de elasticidade a longo prazo. Daí, haver-se colocado na equação de área a variável tendência.

A equação que relaciona o rendimento por hectare é:

Rendimento =  $f$  (preço no ano anterior de alho; preço no ano anterior do produto alternativo; preço do fator de produção; temperatura média, tendência, "raide") (2).

O preço de alho e o preço do produto alternativo, cebola, foram tomados como variáveis independentes, expressos, também, em termos de preço do ano anterior.

A inclusão de preço retardado da cebola é sustentada com base na pressuposição de que a decisão de área e rendimento não são tomadas simultaneamente pelo produtor. O preço do produto competitivo é relevante para a decisão sobre a área. Esta decisão pressupõe que uma vez escolhida a área que deve ser plantada, a cultura deverá ser então realizada em determinado nível técnico que caracteriza um nível de rendimento. Acima deste, o rendimento poderia ser influenciado pelo preço do produto alternativo.

Preço de um fator de produção foi outra variável incluída entre as variáveis independentes. Pela condição de usadora intensiva de mão-de-obra, uma característica da cultura de alho, esta foi representada pelo nível de salário (preço de mão-de-obra).

Dentre as variáveis que afetam o rendimento, deve-se incluir uma que representa as condições climatológicas. Normalmente, utiliza-se a precipitação pluviométrica. Para o caso específico de alho esta variável perde significação, uma vez que praticamente a totalidade da cultura é irrigada. Desta forma, as condições climáticas foram representadas pela temperatura média dos meses correspondentes ao ciclo da cultura.

Outra variável que afeta o rendimento refere-se ao programa

que vem sendo realizado através da ACAR, que se caracterizou com o nome de "raide". Na equação (2), é representada pela quantidade de produtores de alho que receberam treinamento de cursos intensivos, com aulas práticas sobre as técnicas de produção que envolvem a cultura.

Nas duas equações, os preços envolvidos foram deflacionados. Este procedimento está de acordo com a maioria dos estudos semelhantes encontrados: (14, 17, 6, 16, 13) e outros.

### 2.2. Modelo Matemático

As duas equações estimadas (1) e (2) foram tomadas como lineares nos logaritmos das variáveis independentes. Isto implica na pressuposição de uma função potencial de oferta, tanto em área colhida quanto em rendimento.

A equação da área colhida é expressa, matematicamente, na forma seguinte:

$$\log Y_1 = \log b_{10} + b_{11} \log X_1 + b_{12} \log X_2 + b_{13} \log X_3 + \\ + b_{14} \log X_4 \quad (1a)$$

A equação de rendimento é expressa do seguinte modo:

$$\log Y_2 = \log b_{20} + b_{21} \log X_2 + b_{22} \log X_3 + b_{23} \log X_4 + b_{24} \\ \log X_5 + b_{25} \log X_6 + b_{26} \log X_7 \quad (2a)$$

onde:

- $Y_1$  = área colhida com alho, expressa em hectare;
- $Y_2$  = rendimento de alho, expresso em quilos por hectare;
- $X_1$  = área colhida com alho, com retardamento de um ano, expressa em hectares;
- $X_2$  = preço de alho, com retardamento de um ano, expresso em cruzeiros por tonelada;
- $X_3$  = preço da cebola, com retardamento de um ano, expresso em cruzeiros por tonelada;
- $X_4$  = tendência (1948 = 1);
- $X_5$  = preço de fator de produção, mão-de-obra, expresso em cruzeiros;
- $X_6$  = temperatura média, expressa em grau centígrado;
- $X_7$  = Raide alho, expresso em número de produtores.

### 2.3. Modelo Estatístico

Na estrutura do modelo a produção total, ou oferta total, é obtida multiplicando-se a área colhida pelo rendimento por hectare. Desta forma, chega-se a um sistema de duas equações estimadas em sua forma logarítmica e uma identidade.

*Área colhida:*

$$\log Y_1 = \log b_{10} + b_{11} \log X_1 + b_{12} \log X_2 + b_{13} \log X_3 + b_{14} \log X_4 + \log U_1 \quad (1b)$$

*Rendimento por hectare:*

$$\begin{aligned} \log Y_2 &= \log b_{20} + b_{21} \log X_2 + b_{22} \log X_3 + b_{23} \log X_4 + b_{24} \\ &\quad \log X_5 + b_{25} \log X_6 + b_{26} \log X_7 + \log U_2 \end{aligned} \quad (2b)$$

*Oferta total:*

$$\log X_3 = \log Y_1 + \log Y_2 \quad (3)$$

As restrições *a priori* impostas aos coeficientes são as seguintes:

$$b_{11} > 0; b_{12} > 0; b_{13} < 0; b_{14} \geq 0$$

$$b_{21} > 0; b_{22} < 0; b_{23} \geq 0; b_{24} < 0; b_{25} < 0; b_{26} > 0$$

Entre as variáveis independentes,  $X_1$ , área colhida de alho com retardamento de um ano, e  $X_2$ , preço recebido pela produção de alho com retardamento de um ano, são variáveis predeterminadas; por outro lado, as variáveis  $X_3$ , preço do produto alternativo,  $X_4$ , tendência,  $X_5$ , preço do fator de produção (mão-de-obra),  $X_6$  temperatura média,  $X_7$  "raide" do alho são determinadas exogenamente, ou seja, são variáveis cujos valores fundamentais são determinados fora do sistema.

Como todas as variáveis explicativas introduzidas nas equações (1b) e (2b) são consideradas exógenas ou predeterminadas, as duas equações são exatamente identificadas; os coeficientes podem ser estimados pelo método de mínimos quadrados ordinários, que foi adotado na obtenção das estimativas.

Os dados básicos utilizados no presente estudo foram fornecidos pela ACAR-MG e complementados por informações publicadas pelo IBGE.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Modelos Ajustados para a Equação de Área Plantada

Os resultados obtidos são apontados na coluna I do Quadro 3. Da análise, observa-se que todos os sinais das estimativas obtidas foram consistentes com o que se definiu *a priori*. Os níveis de significância alcançados caíram também nos limites comumente aceitos. A variável tendência ( $X_4$ ) foi a única que não se apresentou com estimativa do coeficiente acima do respectivo erro-padrão.

QUADRO 3 - Estimativa da equação da área colhida com alho, Minas Gerais, 1948/70

Variáveis	I		II	
	Coeficientes estimados	Erros padrões	Coeficientes estimados	Erros padrões
Constante	11,090	-	2,617	-
X <sub>1</sub> (Área colhida com alho, com retardamento de um ano).	0,6938****	0,1498	-	-
X <sub>2</sub> (Preço do alho, com retardamento de um ano).	0,0976***	0,0383	0,2655****	0,0872
X <sub>3</sub> (Preço de cebola, com retardamento de um ano).	-0,1039**	0,0596	-0,2578**	0,1408
X <sub>4</sub> (Tendência)	0,0229	0,0302	-	-
R <sup>2</sup>	0,921	-	0,437	-
d <sup>1/</sup>	2,57	-	-	-

\*\*\*\* Estimativa significante ao nível de 1% de probabilidade.

\*\*\* Estimativa significante ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Estimativa significante ao nível de 10% de probabilidade.  
1/  
Estatística de Durbin-Watson.

O coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ) indica que mais de 92% das variações na área colhida são explicadas por variações das variáveis contidas na equação. Em modelos de retardamento distribuído, o  $R^2$  passa a ser um parâmetro de menor importância. Em estudos em que se utilizam séries temporais de dados, se a variável dependente foi correlacionada ao tempo, a inclusão desta variável com retardamento entre as variáveis independentes irá, automaticamente, resultar em altos níveis de  $R^2$  (10); GRILICHES (8) também reconhece este fato e sugere que os critérios mais relevantes para avaliação dos modelos sejam os coeficientes de correlação parcial, ou a significância das estimativas dos coeficientes de determinadas variáveis.

Os coeficientes da correlação parcial, entre as variáveis independentes, são baixos, comparados com os valores normalmente encontrados. O único caso de alta correlação foi entre área colhida com retardamento de um ano ( $X_1$ ) e tendência ( $X_4$ ) onde foi registrado um coeficiente de correlação igual a 0,88.

A correlação entre as variáveis independentes e a dependente tendeu a ser elevada, destacando-se a área colhida retardada ( $X_1$ ) e tendência ( $X_4$ ). Nestes casos, as correlações foram, respectivamente, iguais a 0,93 e 0,86.

O teste de Durbin-Watson mostrou-se inconclusivo sobre a existência de correlação serial nos resíduos a 1% de probabilidade.

A fim de enriquecer mais a análise, ajustou-se um modelo em que a área plantada foi tomada como função de preço de alho ( $X_2$ ) e do preço da cebola ( $X_3$ ), ambos tomados com retardamento de um ano, obtendo-se um  $R^2$  de 0,44 (coluna II do Quadro 3).

O primeiro modelo será utilizado nas análises subsequentes. As elasticidades estimadas representam elasticidades de curto prazo. O coeficiente de área colhida com retardamento ( $X_1$ ) é igual a 0,6938. Nos termos do modelo analítico, este coeficiente implica em que a elasticidade de ajustamento é de 0,3062 ou seja  $(1.000 - 0,6938 = 0,3062)$ , indicando que cerca de 30% do desvio entre a área desejada e a real são corrigidos em cada período produtivo. Utilizando-se este valor da elasticidade de ajustamento, tem-se que em cinco anos 98% da diferença podem ser eliminadas, as outras causas permanecendo constantes. O tempo suficiente para o pleno ajustamento é estimado pela seguinte expressão:  $(1 - B)^n = 0,98$  onde  $B$  é a elasticidade de ajustamento, e  $n$  é o tempo necessário para o pleno ajustamento. O pleno ajustamento é arbitrariamente definido com um ajustamento igual a, ou maior do que 98% dentro de  $n$  períodos, a especificação arbitrária é necessária porque se  $(1 - B) = 100$  então  $n$  seria igual a infinito.

Uma vez determinado o coeficiente de ajustamento, pode-se, usando o modelo estimado, obter a equação de área colhida com variações admissíveis no longo prazo.

As equações obtidas para área colhida, conforme a extensão de prazo, são as seguintes:

Longo prazo:

$$\begin{aligned} \log Y_1 &= 36,218 + 2,2658 \log X_1 + 0,3187 \log X_2 - 0,3393 \\ &\quad \log X_3 + 0,0747 \log X_4. \end{aligned} \quad (4)$$

Curto prazo:

$$\log \hat{Y}_1 = 11,090 + 0,6938 \log X_1 + 0,0976 \log X_2 - 0,1039 \log X_3 + 0,0229 \log X_4 \text{ onde: } (5)$$

$Y_1$  = área colhida

$X_1$  = área colhida no ano anterior

$X_2$  = preço do alho no ano anterior

$X_3$  = preço da cebola no ano anterior

$X_4$  = tendência.

### 3.2. Modelos Ajustados para a Equação de Rendimento

Para a equação de rendimento, vários modelos alternativos foram ajustados, e seus resultados estatísticos serão discutidos a seguir (Quadro 4).

A primeira equação, modelo I, quanto à significância das estimativas, observa-se que a variável temperatura ( $X_6$ ) foi a que apresentou estimativa de coeficiente estatisticamente mais significante, sendo diferente de zero a nível de 10% de probabilidade. As variáveis preço retardado de cebola ( $X_3$ ) e "raide" ( $X_7$ ) tiveram estimativas de coeficientes que foram apenas maiores do que os respectivos erros-padrões, sendo diferentes de zero ao nível de 25% de probabilidade. As variáveis preço de alho retardado ( $X_2$ ) tendência ( $X_4$ ) e valor de mão-de-obra ( $X_5$ ) não tiveram estimativas de seus coeficientes maiores do que os respectivos erros-padrões, sendo que, destas, ( $X_5$ ) foi a estimativa que mais se aproximou de seu erro-padrão. Neste modelo as variáveis tendência ( $X_4$ ) e valor de mão-de-obra ( $X_5$ ) apresentaram-se altamente correlacionadas.

No modelo II, avaliou-se a alternativa de estimar a equação eliminando-se a variável tendência ( $X_4$ ).

A comparação das estimativas contidas na segunda equação com as da primeira amostra que o nível de significância da variável "raide" ( $X_7$ ) aumentou consideravelmente. O valor do coeficiente de determinação múltipla,  $R^2$ , foi ligeiramente diminuído e a estatística de Durbin-Watson permaneceu inalterado, sendo inconclusivo. De modo geral, pode-se afirmar que as estimativas foram pouco afetadas pela eliminação da variável tendência ( $X_4$ ).

O fato de a variável preço de mão-de-obra ( $X_5$ ) não ter sido significante no primeiro modelo e, ter piorado no segundo, induziu a tentativa de sua eliminação no modelo III. A comparação desta terceira equação com as duas primeiras mostra que a eliminação da variável valor de mão-de-obra ( $X_5$ ) também afetou pouco os resultados obtidos. Observou-se, ainda, que a estimativa do coeficiente da variável preço de alho retardado ( $X_2$ ) sofreu considerável redução e permaneceu sem significância estatística. O coeficiente estimado para a variável temperatura ( $X_6$ ) teve o nível de significância melhorado, passando de 10% nos dois primeiros modelos para 5% no terceiro.

Em seguida, ajustou-se o modelo IV, eliminando-se a variável "raide" ( $X_7$ ). O valor de  $R^2$  sofreu considerável redução

QUADRO 4 - Parâmetros estimados em seis modelos da equação de rendimento da cultura de alho - Minas Gerais - 1948/70

Variáveis	Modelos I, II e III			Modelos IV, V e VI		
	Coeficientes estimados	Erros padrões estimados	Coeficientes estimados	Erros padrões estimados	Coeficientes estimados	Erros padrões estimados
Constantes	6,554	-	2,355	-	5,292	-
$X_2$ (Preço de alho com retardamento de um ano)	0,0163	0,0381	0,0127	0,0367	0,0088	0,0362
$X_3$ (Preço de cebola com retardamento de um ano)	0,0571*	0,0473	0,0550*	0,0461	0,0663***	0,0441
$X_4$ (Tendência)	0,0165	0,0305	-	-	-	-
$X_5$ (Preço de fator da produção mão-de-obra)	-0,0370	0,0393	-0,0193	0,0212	-	-0,0156
$X_6$ (Temperatura média)	-0,4199***	0,2250	-0,3691***	0,1999	-0,4324***	0,1866
$X_7$ ("Raide")	0,0092*	0,0075	0,0122	0,0051	0,0118	0,0050
R <sup>2</sup>	0,530	0,521	0,497	0,352	0,279	0,446
d' <sup>1/</sup>	1,68	1,68	1,56	1,46	1,33	1,69

\*\*\* Significante a 5% de probabilidade

\*\* Significante a 10% de probabilidade

\* Significante a 17,5% de probabilidade

1/ Estatística de Durbin-Watson.

nesta tentativa. O coeficiente de preço de alho, retardado, ( $X_2$ ) passou a ser significantemente diferente de zero ao nível de 5% de probabilidade; neste modelo, a variável temperatura ( $X_6$ ) apresentou significantemente diferente de zero ao nível de 25% de probabilidade. A estatística d', de Durbin-Watson, permaneceu na faixa inconclusiva a 1% de probabilidade.

Como outra alternativa, ajustou-se o modelo V, contendo somente as variáveis de maior sentido econômico que pudessem afeitar o rendimento da cultura. O valor  $R^2$  sofreu considerável redução nesta tentativa em relação à anterior. O coeficiente da variável preço do alho, retardado, ( $X_2$ ) permaneceu inalterado quanto ao nível de significância estatística; a variável preço da cebola, retardado, ( $X_3$ ) continuou não sendo significantemente diferente de zero, enquanto a variável valor de mão-de-obra ( $X_5$ ) passou a ser significante ao nível de 25% de probabilidade.

A estatística d' de Durbin-Watson apresentou-se na faixa inconclusiva para a existência de correlação serial nos resíduos ao nível de 1% de probabilidade.

Nos modelos precedentes ajustados, pode-se observar a relativa instabilidade dos coeficientes estimados para as variáveis, "raide" ( $X_7$ ), o preço retardado de cebola ( $X_3$ ), podendo-se observar que este último, sistematicamente, em todos os modelos ajustados, apresentou-se com o sinal positivo, o que não está de acordo com as pressuposições *a priori*.

Dada esta circunstância, foi ajustado o modelo VI, eliminando as variáveis ( $X_3$ ) preço de cebola, retardado e ( $X_7$ ) "raide", do modelo originalmente concebido.

Duas situações alternativas poderiam explicar a decisão do produtor quanto ao rendimento de acordo com esta formulação (modelo VI): a) é possível, uma vez decidida a área a ser destinada à cultura de alho e à cultura complementar, se for o caso, que o produtor empregue o nível tecnológico em cada uma delas como se fossem empreendimentos independentes, sem considerar o preço relativo de seus produtos, e b) que o produtor adote uma decisão radical quanto à área, e então, quando decidir plantar alho ou o produto alternativo, o preço relativo destes produtos deixaria de ser uma variável relevante para explicar o rendimento da cultura.

Com base nessa pressuposição, pode-se aceitar a estrutura do modelo VI, onde se observa que as estimativas dos coeficientes apresentaram-se com os sinais coerentes com o que se especificou *a priori*. As variáveis, preço de mão-de-obra ( $X_5$ ), tendência ( $X_4$ ) e temperatura ( $X_6$ ) apresentaram-se significantemente diferentes de zero, ao nível de 10% de probabilidade. A variável preço do alho ( $X_2$ ) apresentou-se significantemente diferente de zero, ao nível de 17% de probabilidade.

O coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ) indica que cerca de 45% das variações no rendimento são explicadas pelas variáveis contidas na equação. Valores relativamente altos em equações que pretendem explicar o rendimento de cultura, normalmente, são difíceis de serem ajustados, em razão da influência de outras variáveis difíceis, se não impossíveis, de medir. Estas não são oferecidas em séries temporais à disposição nas publicações pertinentes.

Os coeficientes de correlação parcial neste modelo foram baixos. A mais alta correlação encontrada foi entre tendência

(X<sub>4</sub>) e o preço de mão-de-obra (X<sub>5</sub>) onde se registrou um coeficiente de correlação de 0,80.

Os coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes e a dependente mostraram-se baixos.

O teste de Durbin-Watson acusou ausência de correlação serial nos resíduos, ao nível de 1% de probabilidade.

A equação do modelo VI foi selecionada para a análise por apresentar, de acordo com as pressuposições estabelecidas, a melhor coerência empírica. Desta forma, é a seguinte a equação de rendimento:

$$Y_{2t} = 3.988 + 0,044 \log X_{2t-1} + 0,0385 X_{4t} - 0,657 \log X_{6t} \quad (6)$$

onde:

$Y_2$  = rendimento

$X_2$  = preço do alho

$X_4$  = tendência

$X_6$  = temperatura média

### 3.3. Análise Econômica dos Resultados

As elasticidades-preço a curto prazo foram estimadas em 0,097 para área e 0,44 para rendimento, indicando que os produtores são sensíveis à variação de preço do produto. As duas relações são inelásticas, ou seja, as variações de preço real do produto tenderão a resultar em acréscimos menos que proporcionais na área e no rendimento de alho. O produtor se mostra mais sensível e reage em maior proporção à área do que ao rendimento, face a uma variação de preços. Quanto à elasticidade de oferta, é de esperar, outras coisas permanecendo constantes, que uma variação de 10% no preço real de alho pago ao produtor provoque uma variação no mesmo sentido de aproximadamente 1,4% na quantidade oferecida ( $0,097 + 0,044 - 0,141$ ).

A longo prazo, a elasticidade-preço da área colhida é 0,318; outras coisas permanecendo constantes, uma variação de 10% do preço real pago ao produtor estaria associada a um aumento de 3,2% na área colhida de alho.

Na equação da área colhida o coeficiente da variável da área colhida retardada (X<sub>1</sub>) foi significativo, com sinal positivo. A elasticidade de ajustamento derivada (0,3062) pode ser considerada baixa; isto sugere que os produtores de alho, confrontando-se com altas restrições e incertezas, levam 5 anos para ajustarem as quantidades de terra aos níveis desejados.

O coeficiente da variável preço da cebola com retardamento (X<sub>3</sub>) apresentou-se significante e com o sinal negativo, o que indica que a cebola é uma cultura que pode ser competitiva à cultura do alho, quanto à área. A elasticidade estimada para esta variável indica que, outras coisas permanecendo constantes, pode esperar-se que um aumento de 10% de preço de cebola provoque um decréscimo de 1,0% da área de alho.

Cerca de 44% das variações na área plantada com alho no Estado estão sendo explicadas por variáveis de relevância econômica, indicando que incentivos que venham a afetar os preços

relativos considerados seriam de grande influência na decisão sobre a área a ser plantada pelos produtores.

Na equação de rendimento, a variável preço retardado de alho ( $X_2$ ) apresentou-se estatisticamente significante, com sinal positivo, indicando que o produtor de alho reage positivamente a estímulos de preço, procurando aumentar a produtividade; assim, outras coisas permanecendo constantes, aumentos de 10% do preço de alho pago ao produtor redundariam em 0,4% de acréscimos no rendimento.

A variável valor de mão-de-obra ( $X_5$ ) apresentou-se significantemente diferente de zero, com sinal negativo, o que indica que, outras coisas permanecendo constantes, espera-se uma diminuição do rendimento da cultura como efeito de acréscimos do valor da mão-de-obra. Estima-se que, com um aumento de 10% no valor da mão-de-obra ( $X_5$ ) haveria um decréscimo de 0,6% no rendimento.

A variável temperatura ( $X_6$ ) apresentou-se significantemente diferente de zero, com sinal negativo; a relação inversa desta variável com o rendimento concorda com a exigência da cultura referente a este fator climático: à medida que aumenta a temperatura não há formação de bulbos, o que naturalmente conduziria a uma diminuição no rendimento cultural. Aumentando a temperatura média em 10%, outras coisas permanecendo constantes, espera-se uma diminuição de 4,4% no rendimento da cultura. A temperatura média variou de 19°C a 23,2°C.

A variável tendência ( $X_4$ ), que se apresentou estatisticamente significante, com sinal positivo, explica que existe um aumento no rendimento da cultura, em relação ao tempo considerado no estudo. Isto poderia ser, em parte, em razão da influência dos incentivos diretos que organismos do Estado estão proporcionando ao produtor, através de suas instituições pertinentes, entre as quais se destaca a ACAR, que vem liderando o programa denominado "raide", e que, em princípio, tentou-se avaliar através da variável ( $X_7$ ), excluída da equação no modelo VI, por apresentar elevada instabilidade nos coeficientes estimados e níveis de significância estatística.

O coeficiente de elasticidade estimado para a variável tendência ( $X_4$ ) indica a existência da taxa de crescimento de aproximadamente 0,4% ao ano, no rendimento da cultura de alho, em Minas Gerais.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo devem ser encarados com reservas, visto ser este, ao que parece, o primeiro trabalho desta natureza realizado para a cultura de alho, em Minas Gerais.

Os coeficientes de elasticidade-preço, apesar de serem inelásticos, indicam que o produtor de alho tem comportamento racional frente aos estímulos econômicos, sendo esperada maior reação na área colhida do que no rendimento.

A elasticidade do ajustamento na área colhida reflete o grau de mobilidade dos fatores de produção com que defronta este setor. O tempo necessário para um ajuste de 98% da área desejada pelo produtor é de 5 anos, ou seja, o tempo que seria necessário para vencer as restrições que afetam o ajuste da área a determinado estímulo de preço, permanecendo as outras coisas constantes, é de cinco anos. As restrições principais

que afetam a cultura, segundo sugestões de MONTEIRO (12), são, entre outras, falta de financiamento, de maquinaria e de mão-de-obra.

Ao que parece, o produtor tomaria decisões independentes quanto à área a ser plantada e o grau tecnológico a aplicar. O modelo analítico utilizado neste estudo partia dessa pressuposição. O comportamento estatístico de variáveis, como preço do produto competitivo, veio a confirmar a pressuposição.

O preço da mão-de-obra apresentou-se com relevância na equação de rendimento, donde se pode interpretar que, para aplicação de mais insumos e novas técnicas na cultura, que impliquem em maior uso de mão-de-obra, os produtores, na sua decisão, terão que levar em conta o valor relativo do salário a ser pago. Por outro lado, com a tecnologia corrente, um aumento no preço da mão de obra poderá incidir numa diminuição no rendimento da cultura.

A significância da variável tendência, com o sinal obtido, pode evidenciar a existência de certo aumento da produtividade da cultura no Estado, através do tempo, se bem que bastante reduzido. Conhecimentos obtidos durante o estudo indicam que o aumento de produtividade é mais acentuado em certas áreas. Nos últimos anos a tendência a aumentos de rendimento se acentua. Amplo programa de incentivos à produção e à produtividade, liderado pelo Serviço de Extensão do Estado, concorre para este aumento.

O efeito do programa no rendimento é principalmente importante quando se lembra da possibilidade de redução na produtividade causada por acréscimos no salário. Estas considerações aumentam a validade do programa, não obstante, deva ser salientado que esta conclusão poderia ser mais estudada em futuras pesquisas, nas quais seriam analisadas as variáveis que afetam o rendimento, considerando os preços do produto e da cultura alternativa com relação aos preços dos insumos normalmente utilizados: fertilizantes, defensivos e outros. Seria ainda interessante conhecer o tipo de tecnologia usada em cada produto, a fim de oferecer melhores explicações sobre o rendimento da cultura estudada. Poderá ser conveniente especular-se sobre nova especificação do modelo de decisão de produtores quanto à área e rendimento. A possibilidade de determinação simultânea entre estes deveria ser explorada.

## 5. RESUMO

O alho é um produto condimentar de importância econômica para o Brasil. A despeito de sua importância, considerável parcela de seu consumo, no País, é satisfeita com a importação, que nos últimos cinco anos foi de cerca de 28%.

O Estado de Minas Gerais foi responsável, em 1970, por mais ou menos 35% da área colhida e 32,5% da produção total no país, sendo o mais importante produtor no âmbito nacional.

A cultura, em Minas Gerais, conta com um programa específico denominado "Raide de Alho", que vem sendo executado pela Associação de Crédito e Assistência Rural - ACAR -, juntamente com outros órgãos responsáveis pelo desenvolvimento do setor rural (U.F.V., IPEACO etc.). A produção no Estado conta com subsídios de ordem técnica, resultados de pesquisas realizadas pelos órgãos pertinentes, porém, os estudos econômicos reali-

zados para esta cultura são escassos. Esta situação motiva a realização da presente pesquisa, visando analisar as variáveis que afetam a relação de oferta do produto.

Usou-se o modelo Nerloviano de retardamentos distribuídos e foram ajustadas duas equações básicas do modelo pelo método de mínimos quadrados ordinários. No modelo para área colhida foram considerados como variáveis independentes a área colhida defasada de um ano, o preço do produto com retardamento de um ano, o preço do produto alternativo (cebola) com retardamento de um ano e a variável tendência. No modelo de rendimento da cultura, usaram-se como variáveis independentes o preço do produto com retardamento de um ano, o preço do produto alternativo, temperatura média, valor de mão-de-obra, tendência e a variável "raide".

As análises revelam que: a) os coeficientes de elasticidade-preço, estimados para áreas e rendimentos, respectivamente, 0,097 e 0,044, demonstram que os produtores de alho reagem a estímulos de preços, sendo esperada maior reação na área do que no rendimento; b) a elasticidade-preço da oferta estimada foi de 0,14; c) a longo prazo a elasticidade de área colhida é de 0,32; d) a elasticidade de ajustamento estimada foi de 0,30; os produtores, mediante estímulos de preços, ajustam 98% de suas expectativas de área em 5 anos; e) a elasticidade-preço estimada em relação ao produto competitivo foi de 0,103; f) 44% das variações na área colhida foram explicadas pelas variáveis de maior relevância econômica (preço do produto e preço do produto competitivo); g) na explicação do rendimento do alho foram significantes as variáveis preço de alho, com retardamento, temperatura, valor de mão-de-obra e tendência. O ajustamento apresentou um  $R^2$  de 45%; h) o produtor de alho decide independentemente quanto à área e quanto ao rendimento, e não considera preço de produto competitivo para sua decisão quanto a rendimento; i) existe um aumento no rendimento no Estado, explicado pela variável tendência, o que equivale dizer que a ação de organismos assistenciais, ACAR e outros, pode estar influenciado na produtividade da cultura.

#### 6. SUMMARY

Despite the economic importance of garlic in Brazil, a considerable amount must be imported to satisfy national demand. For the last five years Brazil has been importing about 28 percent of the garlic consumed.

Minas Gerais is an important garlic producing state. In 1970, 35 percent of the harvested garlic acreage and 32.5 percent of Brazil's total production came from Minas Gerais.

The state of Minas Gerais maintains a special program ("Raide de alho") through the state extension organization (ACAR). ACAR along with other institutions is working to develop the rural sector.

Garlic producers in Minas Gerais receive technical support such as research results released by institutions; however, economic studies have been scarce. This situation motivated the development of the present study which involves the analysis of the supply function.

Two basic equations were fitted using the ordinary least square method and Nerlove's distributed lag model: one for

area harvested and another for yield.

In the area harvested equation, area harvested lagged one year, price of garlic, price of onions and a trend variable were used as the independent variables.

In the yield equation, lagged garlic and onion prices, average temperature, labor, a trend variable and a "raide" variable were used as the independent variables. The "raide" variable represented the number of farmers contacted through the "Raide de Alho" program. The results indicate that area harvested and yield elasticity with respect to price are 0.097 and 0.044 respectively, indicating that producers react to price incentives. Their reaction is more effective through area harvested adjustments than through yield increases. Supply price elasticity was 0.14 and area harvested elasticity was 0.32 in the long run. The adjustment elasticity was 0.30, which implied that producers take five years to adjust to their land expectations. The supply price elasticity with respect to the competitive product (onion) was 0.103.

When a model with only the price of garlic and the alternative crop was used, the resulting  $R^2$  was 0.44. This was interpreted as indicating that the economic variables explained 44 percent of the total variation in the area harvested. Lagged garlic price, labor, temperature and trend were the relevant variables to explain yield variations. The obtained  $R^2$  was 0.45.

It is fair to say that the producer decides independently regarding area and yield increases. The price of the alternative crop does not interfere with the decision to increase yields.

There is a tendency for yields to increase over time. This was interpreted as an indication that technical assistance is influencing the productivity of that crop.

## 7. LITERATURA CITADA

1. AMARAL, F.A.L. *Contribuição ao estudo da localização de fertilizantes na cultura de alho*. Viçosa, U.F.V. Imprensa Universitária, 1967. 56 p. (Tese M.S.).
2. BRANDT, S.A. Estimativas de oferta de produtos agrícolas no Estado de São Paulo. In: REUNIÃO DA SOBER, 4<sup>a</sup>, São Paulo, 1965. Anais... São Paulo, 1966. p. 323-53.
3. CARVALHO, S.M. Raides de alho mais perto da meta. *Extensão Rural*, Rio de Janeiro, 5(49):3-6, jan. 1970.
4. CONI e MOURA, C.A. *Relações estruturais de oferta de cacau no Brasil, 1942-63*. Viçosa, U.F.V., 1966. 63 p. (Tese M.S.).
5. COUTO, F.A.A. *Resultados experimentais de seleção e métodos de plantio de bulbilhos na brotação, crescimento e produção de alho*. Viçosa, U.F.V., 1958. 130 p. (Tese de Provimento de Cátedra).

6. FALCON, W.P. Farmer response to price in a subsistence Economy: The Case Study of West Pakistan. *The American Economic Review*, Cambridge, 54(3):580-94, May 1964.
7. FERREIRA, F.A. *Análise de crescimento de quatro culturas de alho*. Viçosa, U.F.V., 1972. 41 p. (Tese M.S.).
8. GRILICHES, Z. The demand for fertilizer: An economic interpretation of a technical change. *Journal of Farm Economics*, Menasha, 40(3):591-606, Aug. 1958.
9. KRISHNA, R. Farm supply response in India Pakistan: A Case Study of the Punjab Region. *The Economic Journal*, Bungay Suffolk, 73(291):477-87, Sept. 1963.
10. MEINKEN, K.W. Discussion: Distributed lags and measurements of supply and demand elasticities. *Journal of Farm Economics*, Menasha, 40(2):311-3, May 1958
11. MONTEIRO, J. de A. *Produção e comercialização de alho em Campo de Meio (Zona Sul) e Capim Branco (Zona Metalúrgica) Minas Gerais, 1966-1967*. Viçosa, U.F.V., 1969. 98 p. (Tese M.S.).
12. NERLOVE, M. Estimates of the elasticities of supply of selected agricultural commodities. *Journal of Farm Economics*, Menasha, 38(2):496-512, May 1956.
13. PANIAGO, E. & SCHUH, G.E. Avaliação de políticas de preços para determinados produtos agrícolas no Brasil. *Revista de Economia Rural*, Rio de Janeiro, 3(3):242-74, jul. 1971.
14. PANIAGO, E.; BRANDT, S.A.; PEREIRA, J.A. Estrutura de oferta de algodão em Minas Gerais. *Informativo Estatístico de Minas Gerais*, Belo Horizonte, 6(58):4-17, mar. 1970.
15. PASTORE, A.C. *A resposta da produção agrícola aos preços no Brasil*. São Paulo, APEC, 1973. 170 p.
16. RIBEIRO, J.L. Estimativa das relações estruturais da oferta de milho no Estado de Minas Gerais. *Informativo Estatístico de Minas Gerais*, Belo Horizonte, 7(83): 4-16, abr. 1972.
17. ROJAS, M.B. *Análise da oferta de alho em Minas Gerais, 1948-70*. Viçosa, U.F.V., 1973. 90 p. (Tese M.S.).
18. TALLONE ROSSO, W.J. *Estimativas estruturais das relações de oferta de milho no Estado de Minas Gerais. 1944-62*. Viçosa, U.F.V., 1965. 50 p. (Tese M.S.).
19. THOMPSON, R.L. *The impact of exchange rate policies on corn exports in Brazil*. West Lafayette, Purdue University, 1969. 112 p. (Tese M.S.).