

RELAÇÕES ENTRE PRODUTIVIDADE DA TERRA E TAMANHO DA EMPRESA RURAL¹

OLGA MARITZA REQUEJO LA TORRE², SERGIO ALBERTO BRANDT³ e
MARIA DAS DORES SARAIVA LORETO⁴

RESUMO - Os resultados obtidos com o ajuste, pelo método de mínimos quadrados generalizados, de uma função de produção translog, a dados dos censos agropecuários de 1970 e 1975 são, em conjunto, bastante animadores. As elasticidades-área da produtividade agrícola, estimadas para diferentes níveis de uso de fatores coadjuvantes (trabalho e capital), são teoricamente razoáveis e indicam, para os setores moderno e tradicional da agricultura, relação direta entre tamanho da empresa e produtividade.

Termos para indexação: função translog, agricultura, relação tamanho-productividade.

RELATIONSHIPS BETWEEN LAND PRODUCTIVITY AND FARM SIZE

ABSTRACT - The results obtained from a translog production function fitted by generalized least squares to farm census (1970-75) data were, in general, rather encouraging. The acreage elasticities estimated for different levels of labor and capital were theoretically consistent and intuitively reasonable. They indicate direct relationships between size of farm and land productivity, for both traditional and modern sectors of the farm industry.

Index terms: translog function, agriculture, size-productivity relationship.

INTRODUÇÃO

De modo geral existem dois problemas a serem examinados no que diz respeito à relação entre tamanho da empresa e produtividade dos insumos agrícolas (principalmente a produtividade da terra). O primeiro diz respeito à hipótese de que as pequenas propriedades são mais produtivas que as grandes. O segundo refere-se à possibilidade de que a relação inversa é verdadeira apenas para a agricultura tradicional, mas tende a ser revertida, na agricultura moderna (Deolalikar, 1981).

Uma das limitações encontradas, na maioria dos estudos já realizados, tanto no País como no exterior, é a de que eles se baseiam em dados coletados em levantamentos de campo ou *surveys* de propriedades agrícolas, em municípios ou regiões específicas (Cline, 1970; Deolalikar, 1981). Conseqüentemente, deles pouco poderia ser inferido, sobre a relação em pauta, para áreas excluídas das localidades examinadas.

¹ Recebido em 24 de março de 1983.
Aceito para publicação em 18 de dezembro de 1984.

² Economista, M.S., Professora da Universidad Agrária La Molina - Rodolfo del Campo, 315 - La Victória - Lima - Perú.

³ Eng.^o Agr.^o, Ph.D., Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa (DER/CCA/UFV) CEP 36570 - Viçosa, MG.

⁴ Economista, M.S., Estudante a nível de Doutorado (DER/CCA/UFV) - CEP 36570 - Viçosa - MG.

Outra restrição, da maioria daquelas pesquisas, reside no emprego de modelos de regressão linear, em que a variável dependente é a produção ou a produtividade da terra, e a variável explicativa é a área da propriedade ou a área média de um grupo de propriedades. Coeficientes de regressão maiores que a unidade (no caso de produção) ou menores que a unidade (no caso de produtividade) indicariam a ocorrência da relação inversa, entre tamanho e produtividade. Contudo, o emprego deste tipo de modelo é restringido pelas condições de homogeneidade e aditividade.

Uma terceira limitação, da maioria dos estudos já realizados, é a omissão do progresso tecnológico na agricultura, como variável explicativa de produtividade. Existe, entretanto, algum fundamento teórico para se esperar que a relação inversa entre tamanho e produtividade seja enfraquecida, ou mesmo revertida, pela aceleração do processo de mudança tecnológica (Deolalikar, 1981; Rao & Chotigeat, 1981).

No presente estudo, os termos empresa rural, propriedade rural e estabelecimento rural são empregados com o mesmo significado, conquanto se reconheçam as diferenças entre os mesmos (Cline, 1970; Silva, 1971).

Diversos motivos, *a priori*, podem explicar porque as menores empresas apresentam maior produtividade de terra que as empresas maiores. A razão mais comumente aceita é a de que um mercado de trabalho imperfeito, numa economia agrícola dual, produz preços-sombra de trabalho para o pequeno produtor e de subsistência, que usa principalmente trabalho familiar, diferentes dos preços-sombra de trabalho para o grande produtor comercial, que usa principalmente trabalho assalariado (Deolalikar, 1981).

A evidência empírica disponível mostra, de modo bastante claro, que as pequenas empresas usam mais trabalho, por hectare, que as grandes empresas, sugerindo menor valorização do próprio trabalho, pelos pequenos produtores, em relação aos grandes produtores. Evidentemente, não se faz referência às diferenças qualitativas da mão-de-obra, nos dois tipos de empresas.

A relevância política de estudos sobre a natureza da relação tamanho da empresa-produtividade da terra é bastante evidente. A eficácia de uma política de redistribuição da terra, dos grandes para os pequenos produtores, depende da verdadeira natureza da relação entre produtividade e tamanho. É possível que a redistribuição da terra não resulte em maiores níveis de produtividade da terra, e portanto, em maior produção agregada, principalmente em se tratando de regiões que venham sofrendo o impacto do progresso tecnológico.

O objetivo do presente estudo é reexaminar, de modo amplo, a relação entre produtividade da terra agrícola e tamanho do estabelecimento, usando dados agregados a nível de Estado, referentes ao período de 1969-74. De modo mais específico, pretende-se estimar elasticidades de produto em relação a tamanho dos estabelecimentos, para o País como um todo, para diferentes níveis de insumos coadjuvantes (trabalho e capital), usando um modelo translog.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo transcendental logarítmico (translog), é a forma funcional básica utilizada na análise, visto não ser localmente restrito pelas pressuposições de aditividade e homogeneidade (Christensen *et alii*, 1981). As propriedades da função translog são discutidas por Berndt e Christensen (1973). O modelo básico utilizado nesta pesquisa é o seguinte:

$$\ln y = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln x_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln x_i \ln x_j + \mu_i \quad (1)$$

no qual y é o produto unitário (ou produtividade da terra); x_i e x_j indicam insumos; μ_i é um termo de erro estocástico que é, por pressuposição, normal e independentemente distribuído, com média zero e variância constante; α_0 , α_i e β_{ij} são parâmetros a serem estimados; $\beta_{ij} = \beta_{ji}$; e \ln indica logaritmo natural.

A elasticidade de produção (η_i), em relação ao insumo x_i , é obtida, por derivação de (1) em relação a x_i , do seguinte modo:

$$\eta_i = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln x_i} = e^{\alpha} \pi \sum_{j=1}^n x_j^{\beta_{ij}} \quad (2)$$

na qual e é a base do sistema de logaritmos naturais; π indica somatório; e η_i pode ser avaliada para diferentes níveis dos insumos coadjuvantes (x_j). O sinal de η_i , para diferentes níveis de x_j , indica a natureza da relação entre produto unitário e uso de determinado insumo (x_i), para nível específico de uso de x_j .

A estimação dos parâmetros de (1) baseia-se em dados agregados a nível de Estado, obtidos em dois períodos diferentes. Isto pode gerar problemas de heteroscedasticidade nos resíduos de (1), uma vez que as unidades de cada corte seccional podem ser mutuamente correlacionadas. Em vista disso, usa-se o procedimento de mínimos quadrados generalizados de Aikten (MQG).

A seleção das equações empíricas de produtividade é feita em duas etapas: na primeira, dos modelos ajustados por MQG, selecionam-se as variáveis explicativas cujos coeficientes são significantes, pelo menos ao nível 0,20 de probabilidade. Na segunda etapa, os modelos estimados por MQG são reestimados, também por MQG, mas excluindo-se as variáveis explicativas cujos coeficientes não são significantes, ao nível especificado ($\alpha = 0,20$).

São selecionados os seguintes indicadores de produtividade da terra: y_1 = renda bruta real ou valor total real da produção, por hectare; e y_2 = renda líquida real, por hectare. O primeiro indicador mede a produtividade física da terra, ao passo que o segundo mede a rentabilidade obtida, após dedução dos custos de pro-

dução. As duas variáveis (y_1 e y_2) são expressas em milhares de cruzeiros de 1974, por hectare.

As seguintes variáveis são selecionadas para explicar variações em produtividade da terra: x_1 = tamanho médio do estabelecimento, englobando terras em produção e terras fora de produção, expresso em hectares; x_2 = trabalho total (temporário e permanente), expresso em equivalentes-homem, por hectare; x_3 = trabalho familiar, expresso em equivalentes-homem, por hectare; x_4 = trabalho assalariado, expresso em equivalentes-homem, por hectare; x_5 = dispêndio corrente com serviços de capital fixo e variável, expresso em milhares de cruzeiros de 1974, por hectare; x_6 = dispêndio corrente com capital substitutivo de terra, indicado pelo gasto com fertilizantes químicos e orgânicos, expresso em milhares de cruzeiros de 1974, por hectare; x_7 = dispêndio corrente com capital substitutivo de trabalho, indicado pelo valor do estoque de tratores, expresso em milhares de cruzeiros de 1974, por hectare; x_8 = dispêndio corrente com capital usado em métodos tradicionais de produção, indicado pelo valor imputado de fertilizantes orgânicos, expresso em milhares de cruzeiros de 1974, por hectare; e x_9 = dispêndio corrente com capital usado em métodos não tradicionais de produção, indicado pelo custo de fertilizantes químicos, expresso em milhares de cruzeiros de 1974, por hectare.

A hipótese de homocedasticidade dos resíduos das equações estimadas poderia ser testada, contudo, isto se faz desnecessário, uma vez que o procedimento de estimação (MOG) é robusto à heteroscedasticidade.

Os dados utilizados no estudo são encontrados em Requejo La Torre (1982) e foram corrigidos por meio do índice geral de preços da Conjuntura Econômica, tendo como base modificada para o ano de 1974 = 100. Os territórios Federais e os Estados do Acre e Rondônia, por apresentarem, na época em que foram coletados os dados censitários (1970 e 1975), tipos de exploração agropecuária bastante diferentes do resto do País, foram excluídos da análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o modelo translog (Tabelas 1 e 2) sugerem que as especificações Cobb-Douglas, CES e Leontief devem ser descartadas, como explicações apropriadas da relação produtividade da terra e tamanho da empresa. Além disso, evidencia-se a inexistência de relação constante entre as duas medidas de produtividade da terra e tamanho da empresa.

O tamanho da empresa explica variações significativas em produtividade da terra, quando se associa uso de terra ao uso de fatores coadjuvantes (trabalho e capital). Em outros termos, os sinais (positivos ou negativos) dos coeficientes de x_1 (tamanho do estabelecimento) não devem ser interpretados como indicadores de relações de natureza geral, entre tamanho e produtividade da terra. Nota-se, nas Tabelas 1 e 2, que os sinais dos coeficientes dos termos multiplicativos são coerentes

tes com os sinais dos coeficientes das variáveis tomadas individualmente. Este fato também foi observado por Rao & Chotigeat (1981) na Índia.

Observa-se que os modelos translog, apresentados em estudo anterior de Requejo La Torre (1982), apresentaram fortes evidências de efeitos de multicolinearidade. Naqueles modelos, diversos coeficientes de regressão não eram maiores que os respectivos erros-padrão. Em vista disso, conquanto o problema permaneça, em algum grau, preferem-se usar os modelos translog simplificados, apresentados nas Tabelas 1 e 2, como representativas das relações entre produtividade e uso de fatores.

Como era de esperar, o grau de ajuste dos modelos translog aos dados é bastante alto. Três dos sete coeficientes de regressão parcial, de cada um destes dois modelos, são estatisticamente significantes, ao nível 0,20 de probabilidade (teste

TABELA 1. Relações entre renda bruta, por hectare (y_1) e uso de fatores de produção. Equação translog, setor agropecuário, Brasil, 1969-74 ^{a/}

Variável explicativa	Coefficientes de regressão parcial	Erro-padrão	Estatística t ^{b/}
Intercepto ($\ln \alpha_0$)	0,9072	-	-
Intercepto (α_0)	2,4774	-	-
$\ln x_1$	-0,7321	0,8382	0,392
$\ln x_2$	-0,0062	1,1485	0,507
$(\ln x_1)^2$	0,0814	0,1586	1,602 *
$(\ln x_2)^2$	0,2429	0,2460	0,906
$(\ln x_9)^2$	0,0549	0,0484	1,134 *
$\ln x_1 \cdot \ln x_2$	0,0103	0,3288	1,224 *
$\ln x_1 \cdot \ln x_9$	0,1974	0,1743	0,202
	$R^2 = 0,942$	$\bar{R}^2 = 0,927$	

Fonte: Dados básicos apresentados em Requejo La Torre, 1982.

^{a/} onde x_1 é a área do estabelecimento, em hectares; x_2 é o trabalho total, em equivalentes-homem, por hectare; e x_9 é o custo de capital "não-tradicional", em Cr\$ 10^3 de 1974, por hectare.

^{b/} onde * indica estatisticamente significativa, ao nível 0,20 de probabilidade; e ausência de asterisco indica não significativa, ao nível 0,20 de probabilidade.

TABELA 2. Relações entre renda bruta, por hectare (y_2) e uso de fatores de produção. Equação translog, setor agropecuário, Brasil, 1969-74 ^{a/}

Variável explicativa	Coefficiente de regressão parcial	Erro-padrão	Estatística t ^{b/}
Intercepto ($\ln \alpha_0$)	1,3549	-	-
Intercepto (α_0)	3,8764	-	-
$\ln x_1$	0,3221	0,8195	0,392
$\ln x_2$	0,5423	1,0700	0,507
$(\ln x_1)^2$	0,2485	1,1552	1,602 *
$(\ln x_2)^2$	0,2107	0,2326	0,906
$(\ln x_g)^2$	0,0549	0,0484	1,134 *
$\ln x_1 \cdot \ln x_2$	0,3885	0,3175	1,224 *
$\ln x_1 \cdot \ln x_g$	0,0319	0,1580	0,202
	$R^2 = 0,932$	$\bar{R}^2 = 0,915$	

Fonte: Dados básicos apresentados em Requejo La Torre, 1982.

^{a/} onde x_1 é a área do estabelecimento, em hectares; x_2 é o trabalho total, em equivalentes-homem, por hectare; e x_g é o custo de capital "não-tradicional", em Cr\$ 10^3 de 1974, por hectare.

^{b/} onde * indica estatisticamente significativa, ao nível 0,20 de probabilidade; e ausência de asterisco indica não significativa, ao nível 0,20 de probabilidade.

unilateral). A relação global entre produtividade e tamanho do estabelecimento pode ser mais bem evidenciada por meio das elasticidades-área da produtividade, calculadas para diferentes níveis de uso dos insumos coadjuvantes (trabalho e capital). Nota-se que o valor da elasticidade-área da produtividade depende tanto dos sinais dos coeficientes estimados como dos níveis de uso dos insumos coadjuvantes. A análise destes valores indica os efeitos dos insumos coadjuvantes (trabalho e capital), na determinação da natureza global entre y e x_1 . Verifica-se, na Tabela 3, que as elasticidades-área aumentam na medida em que se intensifica o uso de trabalho, e quando se intensifica o emprego de capital. Estas relações são praticamente idênticas, quer se considere renda bruta ou renda líquida, por hectare, como

TABELA 3. Elasticidades-área do produto, por hectare, para diferentes níveis de fatores coadjuvantes. Setor agropecuário, Brasil, 1969-74^{a/}

Nível de uso de fatores coadjuvantes ^{b/}	Fator coadjuvante			
	Trabalho		Capital	
	Y ₁	Y ₂	Y ₁	Y ₂
I	-0,760	-0,630	-0,226	-0,441
II	-0,762	-0,723	-0,277	-0,449
III	-0,764	-0,798	-0,321	-0,456
IV	-0,767	-0,885	-0,362	-0,463
V	-0,775	-1,198	-0,457	-0,478
VI	-0,780	-0,397	-0,594	-0,500
VII	-0,794	-1,910	-1,430	-0,635

Fonte: Tabelas 1 e 2; dados básicos apresentados em Requejo La Torre, 1982.

^{a/} Obtidas da relação
$$\eta_i = e^{\alpha} \prod_{j=1}^n x_j^{\beta_{ij}}$$

^{b/} Onde I indica uso de 0,216 EH/ha, no caso de trabalho, ou Cr\$ 25,87.10³ de 1974/ha, no caso de capital; e VII indica uso de 0,008 EH/ha, no caso de trabalho, ou Cr\$ 0,06.10³ de 1974/ha, no caso de capital. Os níveis II a VI expressam níveis intermediários e decrescentes de uso de um ou outro dos dois fatores considerados.

indicador de produtividade da terra. Isto indica que a renda, por hectare, aumenta segundo taxas decrescentes, quando se aumenta o tamanho do estabelecimento e na medida em que se expande o uso de trabalho e ou capital.

Os sinais dos coeficientes de x₂ (trabalho) e de x₉ (capital), nas equações translog, indicam que estes dois fatores exercem efeitos diretos sobre a elasticidade-área da produtividade da terra. Mantendo-se fixa (na média) a quantidade de capital, por hectare, maiores níveis de uso de trabalho resultam em maior produtividade da terra. Esta é a relação típica ou característica da agricultura tradicional. Por outro lado, mantendo-se fixa a quantidade de trabalho, por hectare, e aumentando-se o nível de uso de capital, por hectare, obtêm-se níveis de produtividade da terra. Esta é a relação típica ou característica da agricultura moderna.

Os resultados dos modelos translog tendem a apoiar a hipótese de relação direta

entre produtividade da terra e tamanho da empresa rural, na agricultura moderna, sugerida em estudos anteriores (Deolalikar, 1981; Rao & Chotigeat, 1981).

Os resultados obtidos indicam que capital e trabalho exercem efeitos diretos ou positivos, enquanto terra exerce impacto inverso ou negativo, sobre a produtividade da terra. Altos investimentos de capital e ou trabalho podem mais que compensar os efeitos negativos de terra, sobre a sua produtividade, de modo que a relação entre produtividade da terra e tamanho da empresa rural pode tornar-se positiva ou direta. Estes resultados indicam que os estabelecimentos maiores não apresentam, invariavelmente, menor produtividade que os menores. Na medida em que maiores quantidades de capital e ou trabalho, por unidade de área, sejam empregadas pelos estabelecimentos, tende a prevalecer relação direta entre tamanho da empresa e produtividade da terra, isto é, nesses casos, maiores estabelecimentos tendem a apresentar maior produtividade da terra que os menores estabelecimentos.

A evidência de que os maiores estabelecimentos tendem a apresentar maiores níveis de produtividade da terra que os menores sugere que os ganhos decorrentes de maior capitalização da agropecuária são captados, pelos grandes estabelecimentos, de modo proporcionalmente maior, em relação aos pequenos.

CONCLUSÕES

Os valores das elasticidades-área aumentam, na medida em que se intensifica o uso de capital e ou trabalho, e diminuem, na medida em que aumenta o emprego de terra, tanto no caso em que a produtividade é expressa em termos de renda bruta como de renda líquida, por hectare. Disto se conclui que tanto trabalho como capital exercem efeitos diretos sobre a elasticidade-área da produtividade da terra. Mantendo-se fixa (na média) a quantidade de capital, maiores níveis de uso de trabalho resultam em maior produtividade da terra, mostrando uma relação típica da agricultura tradicional. Do mesmo modo, mantendo-se fixa a quantidade de trabalho, e fazendo-se variar o nível de uso de capital, obtêm-se maiores níveis de produtividade da terra, mostrando uma relação típica da agricultura moderna. Isto reflete, neste tipo de agricultura, a maior importância do efeito de capital, relativo ao efeito de terra, sobre a elasticidade-área da produtividade da terra.

Sugere-se que as grandes propriedades apresentam maior produtividade da terra que as pequenas propriedades, na medida em que utilizam e têm acesso a uma parcela maior do suprimento total de crédito institucional. Porém, na medida em que a política de crédito rural for modificada, permitindo às pequenas propriedades obter crédito rural mais facilmente e utilizar novas tecnologias para aumentar a produção, esta vantagem pode ser revertida, em benefício das pequenas propriedades.

Sob as condições atuais da política creditícia, uma política de redistribuição de terra, dos grandes para os pequenos produtores, pode não ser economicamente vantajosa, considerando-se a relação direta estimada entre tamanho da empresa e pro-

atividade da terra. Isto é, sob tais condições, a reforma fundiária poderia resultar em menores níveis de produtividade da terra e, portanto, em menor produção agregada, conquanto possa apresentar efeitos desejáveis, sob um ponto de vista não econômico.

REFERÊNCIAS

- BERNDT, E.R. & CHRISTENSEN, L.R. The internal structure of functional relationships: separability, substitution, and aggregation. *Rev. Econ. Stud.*, Edinburgh, 40(2):403-10, 1973.
- BERNSTEIN, R.E. & DEANS, R.H. Efficiency criteria and land reform effects in Brazil. *J. Econ. Stud.*, Amsterdam, 4(2):120-36, 1977.
- CHRISTENSEN, L.R.; JORGENSON, D.W.; LAU, I.J. Conjugate duality and the transcendental logarithmic function. *Econometrica*, Bristol, 39(4):255-6, 1971.
- CLINE, W.R. *Economic consequences of a land reform in Brazil*. Amsterdam, North-Holland, s. ed., 1970. 213p.
- DEOLALIKAR, A.B. The inverse relationship between productivity and farm size: a test using regional data from India. *Am. J. Agric. Econ.*, Lexington, 63(2):275-9, 1981.
- RAO, Y. & CHOTIGEAT, T. The inverse relationship between size of land holdings and agricultural productivity. *Am. J. Agric. Econ.*, Lexington, 63(3):571-4, 1981.
- REQUEJO LA TORRE, O.M. *A relação direta entre produtividade e tamanho da empresa agrícola no Brasil*. Viçosa, UFV, 1982. 55p. Tese M.S.
- SILVA, J.G. *A reforma agrária no Brasil: frustração camponesa ou instrumento de desenvolvimento?* Rio de Janeiro, Zahar, 1971. 284p.