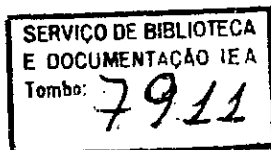


Governo do Estado de São Paulo  
Secretaria de Estado dos Negócios da Educação  
Coordenadoria do Ensino Superior

Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal  
"Prof. Antonio Ruete"



ANÁLISE ECONÔMICA DOS RECURSOS NA CULTURA DA SOJA  
GUAÍRA, IPUÃ, MORRO AGUDO E SÃO JOAQUIM DA BARRA  
ESTADO DE SÃO PAULO - ANO AGRÍCOLA 1972/73



*Antônio Augusto Botelho Junqueira*  
Engenheiro-Agrônomo e Economista, M. S.

Tese apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal  
"Prof. Antonio Ruete" para obtenção do título de Doutor em Ciências.

JABOTICABAL - S.P.

1974

*A minha esposa e meus filhos,*

*A meus pais,*

*A meus sogros,*

*dedico este trabalho.*

Manifesto meus mais profundos agradecimentos às seguintes instituições e pessoas:

À Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal e ao Instituto de Economia Agrícola que forneceram apoio moral e financeiro;

Ao Engenheiro Agrônomo Evaristo Marzabal Neves, doutor em agronomia, pela orientação, dedicação, atenção e amizade;

Ao Professor Dr. Paulo Fernando Cidade de Araújo pelo apoio dado;

Ao Economista Ralph Gerald Saylor, Ph.D., e ao Engenheiro Agrônomo José Ferreira de Noronha, Ph.D., pela leitura do texto original, pelas valiosas sugestões apresentadas e pela contribuição dada;

Ao Engenheiro Agrônomo Francisco Alberto Pino, pela colaboração na programação dos dados e na computação das equações;

Ao Engenheiro Agrônomo Wilson Valderramas Gonçalves, M.A., pelas sugestões apresentadas;

Ao Engenheiro Agrônomo Laerte Pereira Rodrigues, pela oportunidade de utilizar parte dos dados levantados na Região de Ribeirão Preto;

À Bibliotecária Da. Gabriella Menni Ferreri pela colaboração na parte bibliográfica;

À Sra. Antonieta V. D. Gonçalves pelo cuidadoso trabalho de datilografia;

Aos colegas do Departamento de Economia Rural da Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal, Professores João Luiz Cardoso, José Garcia Gasques, José Roberto Medina Landim, Manoel Antonio de Almeida Monteiro e Tsunehisa Tamaki, pelo ambiente de trabalho e camaradagem e pelo interesse demonstrado;

Ao Professor Dr. Ricardo Pereira Lima Carvalho e demais colegas professores e funcionários da FMVAJ, pelo apoio direto ou indireto;

A todos os colegas do Instituto de Economia Agrícola que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho;

Aos Professores Érico da Rocha Nobre, Edson Potsch Magalhães, Erly Dias Brandão e Engenheiros Agrônomos Ruy Miller Paiva e Rubens Araújo Dias pelas bases e pelos incentivos no campo da pesquisa, em Economia Rural;

Finalmente, um agradecimento póstumo, e minha lembrança, ao Professor Dr. Alcides Guidetti Zagatto, amigo de sempre.

Antonio Augusto Botelho Junqueira

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO .....	1
Produção Mundial de Soja .....	2
A Soja no Mercado Internacional .....	7
A Soja no Brasil .....	7
Produção e Regionalização da Soja em São Paulo .....	12
Objetivos .....	19
MATERIAL E MÉTODO .....	20
Área de Estudo .....	21
Estudos Econômicos sobre a Agricultura na Região .....	25
Informações Básicas .....	27
Instrumental Analítico .....	28
Definição das Variáveis .....	31
Preço dos Fatores de Produção e do Produto .....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
Sistema de Produção .....	40
Uso da Terra nas Empresas da Amostra .....	43
Modelos Testados .....	43
Considerações iniciais .....	43
Modelos Selecionados .....	43
Modelo Cobb-Douglas .....	48
Modelo Ulveling-Fletcher .....	49
Discussão do Modelo Cobb-Douglas .....	51
Retorno Marginal .....	58
RESUMO E CONCLUSÕES .....	61
Resumo .....	62
Conclusões .....	65
Do Sistema de Produção e do Uso da Terra .....	65
Dos Modelos Selecionados .....	65
Das recomendações aos órgãos públicos e aos produtores .....	68

SUMMARY AND CONCLUSIONS ..... 71

    Summary ..... 72

    Conclusions ..... 74

        The production system and land use ..... 74

        The models selected ..... 75

        Recommendations to public decision-makers and farmers .. 77

BIBLIOGRAFIA ..... 79

APÉNDICES ..... 83

## ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO	PÁGINA
1 - Estimativa da Produção de Soja e do Acréscimo de Produção em Relação à Safra Anterior, para os Principais Países Produtores, Ano Agrícola 1972/73 .....	5
2 - Produção Mundial e Principais Países Produtores de Soja, 1948/52, 1952/56, 1961/65 e 1965 a 1972, em milhares de toneladas .....	6
3 - Principais Países Importadores de Soja em Grão, 1970 a 1972, em milhares de toneladas .....	8
4 - Cotações Internacionais de Soja, 1968 a 1973, tipo USA nº 2, US\$/t, CIF Rotterdam .....	9
5 - Produção Brasileira e Principais Produtores de Soja, Safras de 1964/65 a 1969/70, em toneladas .....	11
6 - Exportação Brasileira de Soja em Grão e de Farelo e Torta de Soja, 1964 a 1972 .....	13
7 - Área Cultivada, Produção, Produtividade, Preço e Valor da Produção de Soja no Estado de São Paulo, 1948 a 1973 (ano da colheita) .....	14
8 - Área Plantada, Produção e Produtividade da Soja nas Divisões Regionais Agrícolas do Estado de São Paulo, Safras de 1970/71 a 1972/73 .....	16
9 - Área Plantada, Produção e Produtividade da Soja nas Sub-Regiões da Divisão Regional Agrícola de Ribeirão Preto e em seus Principais Municípios Produtores, Safras 1971/72 e 1972/73 .....	17
10 - Superfície e População dos Municípios Integrantes da Área do Estudo de Soja .....	22
11 - Uso da Terra, nos Municípios do Estado, Considerando as Principais Atividades Agropecuárias, em hectares .....	24

12 - Tipos dos solos nos Municípios do Estado, em km <sup>2</sup> .....	26
13 - Uso da Terra, em 75 Empresas, nos Municí- pios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73 .....	44
14 - Modelos Selecionados na Estimativa da Fun- ção de Produção de Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrí- cola 1972/73 .....	47
15 - Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes no Modelo XV, (Cobb-Douglas), na Estimativa da Função de Produção de Soja, Municípios de Guaí- ra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73 .....	50
16 - Valor dos Produtos Médio e Marginal, Coefi- cientes de Regressão Simples, Preço dos Fatores e Relação entre o Produto Marginal e o Preço dos Fatores Incluídos no Modelo XV (Cobb-Douglas) na Estimati- va da Função de Produção da Soja, Municí- pios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73 .....	52
17 - Retorno Líquido Marginal, Taxa Marginal de Retorno e Elasticidade da Taxa Marginal de Retorno dos Recursos Considerados na Produção de Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73 .....	59



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 - Distribuição da Produção de Soja no Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73 e Regionalização da Assistência Técnica .....	18
2 - Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, sua localização na DIRA de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo .....	23

## ÍNDICE DE APÊNDICES

APÊNDICE	PÁGINA
I - Codificação das Variáveis .....	84
II - Informação Básica Utilizada na Função de Produção da Soja .....	86
III - Combinação das Variáveis Independentes nos Modelos Ajustados .....	91
IV - Correlação Simples entre as Variáveis Tra balhadas nos Modelos .....	94
V - Médias Geométricas das Variáveis .....	95
VI - Preço dos Fatores de Produção e do Produ to Incluídos nas Funções de Produção de Soja .....	97
VII - Passos para o Ajustamento do Modelo XV (Cobb-Douglas) .....	99
VIII - Estabilidade dos Coeficientes de Regressão do Modelo XV (Cobb-Douglas) .....	100
IX - Coeficiente de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Incluídas no Mo delo XIII (Ulveling-Fletcher) .....	102
X - Valor do Produto Médio e Marginal, Coefi cientes de Regressão Simples, Preço dos Fatores e Relação entre o Valor do Pro duto Marginal e o Preço dos Fatores In cluídos no Modelo XIII (Ulveling-Fletcher).....	103
XI - Passos para o Ajustamento do Modelo XIII (Ulveling-Fletcher) .....	104
XII - Amostragem .....	105
XIII - Retorno Líquido Marginal, Taxa Marginal de Retorno e Elasticidade da Taxa Marginal de Retorno .....	107

## INTRODUÇÃO

## PRODUÇÃO MUNDIAL DE SOJA

A soja é uma planta conhecida desde a antiguidade pelos povos orientais e somente a partir do século XVIII se verificou sua expansão a outras partes do mundo (20). Vem sendo cultivada há muito tempo em imensa escala na Ásia, principalmente na China, Manchúria e Japão. Milhões de pessoas no Extremo Oriente usam a soja de diversas maneiras e ela constitui substancial parte da alimentação desse povo. Contudo, em outras partes do mundo esta cultura, até 1940, era de menor importância. Antes de 1938 a área plantada nos Estados Unidos era de cerca de 1.200 ha. Com a Segunda Guerra Mundial é que esta situação se transformou radicalmente em vista da escassez de óleos de côco e de palma, que vinham do Extremo Oriente. A área de soja nos Estados Unidos cresceu explosivamente, de 1940 a 1953, chegando a seis milhões de hectares (22).

O aumento no número de utilizações da soja cresceu paralelamente com a sua produção — durante e depois da Segunda Guerra Mundial. Esta situação é pouco comum na história da agricultura; em geral as culturas substitutas de períodos de guerra não conservavam seu mercado quando a situação se normalizava. O óleo de soja praticamente substituiu os óleos de côco e de palma para muitos fins e suas sementes têm sido também utilizadas (22).

Hoje, é importante matéria prima para a alimentação humana, para rações animais e para outras indústrias, entre as quais a de plásticos (22).

A crescente procura mundial da soja tem gerado uma contínua expansão de sua produção nos últimos anos, com uma taxa média de crescimento, no período de 1952/72, de 5,25% a.a. (28).

A ascensão extraordinária da soja atingindo produções e cotações nunca antes alcançadas como nestes três últimos anos tem explicação no próprio comportamento do mercado. Dentre outros fatores relevantes, destacam-se:

a) Aumento no consumo mundial de proteínas vegetais, tendência que se vem acentuando nos últimos anos;

b) Reflexos econômicos decorrentes da situação monetária internacional;

c) Escassez de farinha de peixe, originária do Peru, importante sucedâneo e concorrente do farelo de soja para composição de rações balanceadas;

d) Aumento da procura de farelo de soja provocado pelo crecimento dos rebanhos na Europa;

e) Aumento da demanda mundial de óleos comestíveis e diminuição prevista nas ofertas globais dos óleos de girassol, amendoim, oliva e copra;

f) Reveses sofridos nas safras de cereais e oleaginosas em países socialistas, compelindo-os a se suprirem de outras fontes de produção, intensificando a demanda;

g) Redução na safra e estoques norte-americanos em 1972, dadas as ocorrências atmosféricas prejudiciais, o que levou às res

trições das exportações de soja como medida de proteção de seu mercado interno;

h) O interesse do Japão, maior importador mundial, em diversificar suas fontes de suprimento de soja buscando outros mercados além do americano.

Segundo relatório do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, a produção mundial de soja aumentou, no ano agrícola 1972/73 mais do que em qualquer período de sua história (2). Para a produção estimada de 56 milhões de toneladas, 22% a mais que na última safra, influíram os aumentos de áreas plantadas nos Estados Unidos e, em escala menor, no Brasil, União Soviética e República Popular da China (Quadro 1). Desse aumento, 80% coube aos Estados Unidos, 11% ao Brasil, 5% à União Soviética e República Popular da China e 4% aos demais produtores. Segundo o mesmo relatório, haverá no ano agrícola 1973/74, uma pequena queda na produção norte-americana, enquanto que a produção brasileira aumentará de 1 a 1,5 milhões de toneladas.

Conforme dados da FAO e do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, citados pelo INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (28), os principais produtores são os Estados Unidos, a República Popular da China, e em terceiro lugar o Brasil. A seguir vêm a Rússia, Indonésia, Canadá, Coréia do Sul, México, Romênia e Japão (Quadro 2).

A produção norte-americana é responsável por mais de 65% da produção mundial, a da República Popular da China por cerca de

QUADRO 1.— Estimativa da Produção de Soja e do Acréscimo de Produção em Relação à Safra Anterior, para os Principais Países Produtores, Ano Agrícola 1972/73

P a í s e s	Produção 1972/73 (Milhões de toneladas)	Acréscimo de Produção em Relação a 1971/72	
		(Milhões de toneladas)	Porcentagem
Estados Unidos	43,230	8,310	19,2
Rep. Popular da China	6,700	0,400	5,9
Brasil	4,800	1,130	23,8
União Soviética	0,400	0,140	35,0

Fonte: Departamento da Agricultura dos Estados Unidos.

QUADRO 2.- Produção Mundial e Principais Países Produtores de Soja, 1948/52, 1952/56, 1961/65 e 1965 a 1972, em milhares de toneladas

Países	1948/52	1952/56	1961/65	1956	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Estados Unidos	7.312	9.428	19.560	23.014	25.270	26.564	30.023	30.654	30.674	32.005	34.915
Rep.Popular da China	7.284	9.577	10.540	10.970	10.970	11.100	10.670	10.920	11.645	11.710	11.570
Brasil	78	101	353	523	595	716	654	1.057	1.509	2.218	3.200
União Soviética	166	123	394	421	586	543	528	434	604	535	540
Indonésia	270	339	395	356	353	416	420	389	498	475	480
México	-	-	65	58	100	106	218	266	280	250	360
Canadá	86	133	181	219	245	220	246	209	283	280	305
Coréia do Sul	136	145	163	174	161	201	245	229	232	222	250
Japão	375	458	302	230	199	190	168	136	126	122	127
Rumânia	7	1	8	3	20	41	47	51	91	165	170
Colômbia	5	4	32	50	52	80	101	120	120	130	130
Total Mundial	15.952	20.625	32.468	33.418	39.003	40.640	43.762	45.008	46.340	48.291	52.057

Fontes: Production Yearbook (FAO) até 1969

Boletín Mensual de Economía y Estadística Agrícola (FAO), 1970 a 1972

Fundação IBGE para o Brasil.



22% e a do Brasil por volta dos 6% (28), sendo que a produção do Brasil vem aumentando consideravelmente.

#### A SOJA NO MERCADO INTERNACIONAL

No comércio exportador a supremacia é mantida pelos Estados Unidos, que abastecem cerca de 85% da demanda internacional. No ano de 1972 os Estados Unidos exportaram 11,7 milhões de toneladas. O segundo exportador mundial de soja é o Brasil, que em 1972 exportou 1 milhão de toneladas. Em terceiro lugar vem a República Popular da China, com cerca de 900 mil toneladas (28).

Entre os países importadores destaca-se o Japão, que importou em 1972 mais de 3 milhões de toneladas de soja em grão (28), cerca de 25% da soja comercializada internacionalmente. Outros países que dependem da importação de soja são: República Federal da Alemanha, Espanha, Holanda, Itália, Taiwan e Dinamarca (Quadro 3).

O preço da soja no comércio internacional, que sofreu uma queda de 1966 a 1970, reagiu acentuadamente em 1971 e 1972 (Quadro 4).

#### A SOJA NO BRASIL

A produção brasileira na safra de 1972/73, segundo dados elaborados por PINHEIRO (24), atingiu novo recorde de produção, com um volume estimado em 4.850.000 toneladas, um aumento de 38% em relação à safra de 1971/72.

QUADRO 3.- Principais Países Importadores de Soja em Grão,  
1970 a 1972, em milhares de toneladas

P a í s e s	1970	1971	1972
Japão	3.243,8	3.211,6	3.395,6
Rep. Federal da Alemanha	2.073,6	2.095,6	2.236,6
Holanda	1.104,6	1.208,8	1.608,6
Espanha	1.230,0	1.311,0	1.428,5
Itália	845,3	857,8	814,0
Taiwan	617,5	522,8	711,6
Dinamarca	535,4	491,1	533,2
Outros Países	2.542,5	2.909,3	3.008,9
Total Mundial	12.192,7	12.608,0	13.737,0

Fontes: FAO, para 1970; Trade Oil World Weekly, para 1971 e 1972.

QUADRO 4.— Cotações Internacionais de Soja, 1968 a 1973, tipo  
USA nº 2, US\$/t, CIF Rotterdam

M e s e s	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Janeiro	110	107	107	125	125	214
Fevereiro	111	107	110	125	127	259
Março	110	107	111	124	135	258
Abril	109	107	112	119	140	260
Maió	109	107	115	122	140	358
Junho	107	105	118	127	138	470
Julho	107	105	122	134	141	330
Agosto	106	99	120	131	141	331
Setembro	100	95	119	124	135	266
Outubro	99	99	123	125	136	245
Novembro	104	101	125	125	148	239
Dezembro	105	102	121	112	174	(1)
Média Anual	105	103	117	126	140	

(1) As cotações parciais foram 259 (dia 13) e 247 (dia 20).

Fonte: Oil World Weekly

Segundo o Instituto de Economia Agrícola, nos últimos anos a produção brasileira cresceu em média 32% ao ano, taxa bastante superior à estimada para a produção mundial. Dentre as principais culturas plantadas no Brasil, a soja foi a que apresentou a maior taxa de crescimento no período 1960/62 (24). O seu cultivo acha-se bastante concentrado na Região Sul, podendo-se dizer que toda sua produção localiza-se na Região Centro-Sul do Brasil (Quadro 5).

O Rio Grande do Sul é o principal produtor, com 2,8 milhões de toneladas estimadas para a safra 1972/73, contribuindo com 56% para a produção brasileira; o aumento da produção neste Estado, em relação à safra anterior (1971/72) foi de 40%. A produção do Paraná, estimada em 1,5 milhões de toneladas para 1972/73, representa 30% da produção brasileira; o aumento da produção de soja no Paraná, de 1971/72 para 1972/73 foi de 51% (28).

O Estado de São Paulo, com 330 mil toneladas em 1972/73, 48% a mais que na safra anterior, é o terceiro estado produtor do Brasil (29).

Para o Brasil, além das causas já apontadas para o aumento mundial de produção da soja, outros fatores têm contribuído para a sua evolução extraordinária no país, podendo ser lembradas:

- a) A mecanização da cultura;
- b) A possibilidade de utilização da capacidade ociosa das colhedei<sup>r</sup>as de trigo e arroz;
- c) Nos Estados do Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e

QUADRO 5.— Produção Brasileira e Principais Estados Produtores de Soja, Safras de 1964/65 a 1969/70, em toneladas

E s t a d o s	1964/65	1965/66	1966/67	1967/68	1968/69	1969/70
Rio Grande do Sul	463.153	483.339	550.814	432.585	744.498	976.807
Paraná	44.111	82.659	113.292	163.200	213.584	368.006
São Paulo	8.862	18.248	38.216	39.335	61.010	90.086
Santa Catarina	5.123	7.595	9.187	14.827	31.650	52.998
Goiás	-	-	-	-	1.891	9.817
Mato Grosso	755	1.905	2.686	3.392	3.392	8.995
Minas Gerais	114	72	428	360	559	1.806
Bahia	1.058	857	983	777	23	25
Demais Estados	-	-	-	-	-	-
Brasil	523.176	594.675	715.606	654.476	1.056.607	1.508.540

Fonte: Fundação IBGE

Paraná), a possibilidade da rotação na mesma área com plantas de inverno, como o trigo, por exemplo;

d) Em São Paulo, o aproveitamento de áreas de cerrado que têm respondido favoravelmente ao plantio de soja.

Segundo estudo publicado por ANÁLISES E PERSPECTIVAS ECONÔMICAS (1), considerando-se os dados de janeiro a novembro, do ano de 1971 para o de 1972, entre os produtos de exportação brasileira, o que teve incremento mais pronunciado foi a soja em grão, em quase 390%, seguida da pasta para fabricação de papéis (223%), ferro fundido em bruto (208%), minério (124%) e açúcar demerara (77%).

Em valor, o acréscimo da exportação de soja no Brasil, de 1971 para 1972 foi 430%, considerando-se os dados de janeiro a novembro, disponíveis na ocasião do estudo (Quadro 6).

Além da soja em grão, o Brasil também tem exportado farelo, torta e óleo de soja. O acréscimo na exportação de farelo e torta de soja, no período já considerado, foi de 89% em valor e de 57% em volume (Quadro 6).

#### PRODUÇÃO E REGIONALIZAÇÃO DA SOJA EM SÃO PAULO

A cultura de soja no Estado de São Paulo tem-se expandido rapidamente. De uma produção estimada no ano agrícola 1947/48 de 1.540 toneladas, em uma área de 1.500 hectares, passou para 330.000 toneladas em 200.000 hectares, em 1972/73 (Quadro 7).

O valor da produção, em cruzeiros, que em 1947/48 era de Cr\$ 907.000, atingiu em 1972/73 a importância de Cr\$ 237.543.000

QUADRO 6.— Exportação Brasileira de Soja em Grão e de Farelo e Torta de Soja, 1964 a 1972

Ano	Soja em Grão			Farelo e Torta de Soja		
	Volume 1.000 t	Valor (milhões de Cr\$)	Preço Cr\$/t	Volume 1.000 t	Valor (milhões de Cr\$)	Preço Cr\$/t
1964 (jan/dez)	-	-	-	43,8	3,0	68,5
1965 (jan/dez)	75,3	7,3	96,9	105,1	7,7	73,3
1966 (jan/dez)	121,2	13,0	107,3	184,9	14,6	79,0
1967 (jan/dez)	304,5	29,2	95,9	125,4	10,2	81,3
1968 (jan/dez)	65,9	6,3	95,6	234,5	18,9	80,6
1969 (jan/dez)	310,1	29,2	94,2	295,4	23,4	79,2
1970 (jan/dez)	289,6	27,1	93,6	525,4	43,6	83,0
1971 (jan/dez)	213,4	24,3	113,9	911,4	81,5	89,4
1971 (jan/nov)	211,2	24,1	114,1	794,1	70,6	88,9
1972 (jan/nov)	1.033,9	127,5	123,3	1.255,2	133,8	106,6

Fonte: Carteira do Comércio Exterior (CACEX).

QUADRO 7.- Área Cultivada, Produção, Produtividade, Preço e Valor da Produção de Soja no Estado de São Paulo, 1948 a 1973 (ano de colheita)

Ano	Área Cultivada		Produção		Rendimento		Preço				Valor da Produção			
							Corrente		Real		Corrente		Real	
	1.000 ha	Índice	1.000 t	Índice	kg/ha	Índice	Cr\$/t	Índice	Cr\$/t	Índice	Cr\$ 1.000	Índice	Cr\$ 1.000	Índice
1948	1,5	20,60	1,54	15,32	1.027	79,32	1,92	1,87	580,61	105,40	3	0,21	907	16,00
1949	1,1	15,11	1,00	9,95	909	70,20	2,00	1,95	564,73	102,72	2	0,14	565	9,97
1950	0,9	12,36	0,69	6,86	767	59,24	2,23	2,17	566,71	102,88	2	0,11	508	8,96
1951	0,7	9,62	0,64	6,37	914	70,59	2,53	2,46	551,82	100,17	2	0,11	436	7,69
1952	0,5	6,87	0,51	5,07	1.020	78,78	2,87	2,79	559,85	101,63	1	0,11	195	3,44
1953	2,4	32,97	2,36	23,48	983	75,92	3,28	3,19	557,40	101,19	8	0,54	1.360	23,99
1954	5,5	75,55	5,91	58,81	1.075	83,02	3,68	3,58	492,47	89,48	22	1,53	2.944	51,94
1955	6,5	89,29	7,52	74,83	1.157	89,36	4,42	4,30	508,02	92,22	33	2,34	3.793	66,92
1956	4,8	65,93	4,38	43,58	912	70,44	4,97	4,83	476,36	86,47	22	1,54	2.109	37,21
1957	4,6	63,19	5,98	59,50	1.300	100,40	6,33	6,16	531,34	96,46	38	2,67	3.190	56,28
1958	3,8	52,20	3,97	39,50	1.045	80,71	6,72	6,54	499,05	90,59	27	1,88	2.005	35,37
1959	2,9	39,84	2,99	29,75	1.031	79,63	8,75	8,51	471,55	85,60	26	1,85	1.401	24,72
1960	4,2	57,69	4,46	44,38	1.062	82,02	14,02	13,64	584,87	106,17	63	4,41	2.628	46,36
1961	6,0	82,42	7,06	70,25	1.177	90,90	17,83	17,34	542,74	98,52	126	8,88	3.835	67,66
1962	6,6	90,66	7,86	78,21	1.191	91,98	28,67	27,88	575,48	104,47	225	15,86	4.516	79,68
1963	4,7	64,56	4,96	49,85	1.055	81,48	45,67	44,42	522,75	94,90	227	16,00	2.598	45,84
1964	3,8	52,20	4,44	44,18	1.168	90,21	91,17	88,67	547,81	99,46	405	28,55	2.434	42,94
1965	7,2	98,90	10,59	105,37	1.471	113,61	133,30	129,64	510,71	92,71	1.412	99,55	5.410	95,45
1966	14,1	193,68	22,40	222,87	1.589	122,72	215,30	209,39	597,58	108,48	4.823	340,03	13.386	236,17
1967	23,4	321,43	36,60	364,18	1.564	120,79	204,50	198,89	442,55	80,34	7.485	527,71	16.198	285,78
1968	28,0	384,62	36,60	364,18	1.307	100,94	277,40	269,79	483,27	87,73	10.153	715,81	17.688	312,07
1969	47,6	653,85	60,00	597,01	1.261	97,39	341,00	331,64	491,96	89,31	20.460	1.442,47	29.518	520,78
1970	66,9	918,96	97,80	973,13	1.462	112,91	422,50	410,90	508,84	92,37	41.320	2.913,14	49.764	877,98
1971	87,1	1.196,43	93,60	931,34	1.075	83,02	533,30	518,66	533,30	96,81	49.917	3.519,25	49.917	880,68
1972	126,6	1.739,01	222,00	2.208,96	1.754	135,46	606,70	590,05	518,69	94,16	134.687	9.495,40	115.149	2.031,58
1973	200,0	2.747,25	330,00	3.283,58	1.850	127,43	966,70	140,17	719,83	132,81	312.011	22.491,00	237.543	4.190,95

Nota: Os índices têm por base 1962/66 = 100; o valor real tem por base 1971.



(Quadro 7), em cruzeiros de 1971.

Em São Paulo a cultura da soja localiza-se predominantemente na Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Ribeirão Preto (81,0% da área plantada e 72,78% da produção estadual, em 1972/73) e na Divisão Regional Agrícola de Bauru (10,6% da área plantada e 17,4% da produção estadual, em 1972/73) (Quadro 8).

Dentro da Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Ribeirão Preto destacam-se as sub-regiões de Orlândia e Barretos. Entre os municípios, os maiores produtores em ordem decrescente, são os de Morro Agudo, Guaíra, Miguelópolis, Ipuã, São Joaquim da Barra, Jardinópolis, Ituverava e Orlândia (Quadro 9).

Fora da Divisão Regional Agrícola de Ribeirão Preto, a sub-região de Assis tem alguma importância econômica na produção da soja na DIRA de Bauru. Destacam-se nesta os municípios de Cruzália, Maracáí, Cândido Mota e Palmital.

Verifica-se, portanto, que no estágio atual há uma tendência de regionalização da cultura da soja. Enquanto que na DIRA de Bauru há a possibilidade de rotação na mesma área, com o trigo, na de Ribeirão Preto, esta rotação não se faz.

Para a soja, a atenção da regionalização da assistência técnica (26) está voltada para os municípios de Guaíra, Ipuã, São Joaquim da Barra, Morro Agudo, Jaborandi e Terra Roxa, principalmente, sendo que para o binômio "soja e trigo" a atenção se dirige para os municípios de Assis, Florínea, Cruzália, Maracáí e Bragança Paulista (Figura 1).

QUADRO 8.— Área plantada, Produção e Produtividade da Soja nas Divisões Regionais Agrícolas do Estado de São Paulo, Safras de 1970/71 a 1972/73

Divisão Regional Agrícola (DIRA)	Saфра de 1970/71			Saфра de 1971/72			Saфра de 1972/73		
	Área (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)	Área (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)	Área (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)
Araçatuba	266	300	1.128	600	960	1.600	2.100	3.600	1.714
Bauru	7.260	10.200	1.405	14.500	27.000	1.862	21.200	57.600	2.717
Campinas	2.856	3.300	1.155	4.600	7.440	1.617	4.600	6.000	1.304
São Paulo (grande e exterior)	145	180	1.241	-	-	-	-	-	-
Presidente Prudente	242	300	1.240	800	1.800	2.250	1.300	1.920	1.477
Ribeirão Preto	71.632	74.400	1.039	100.000	175.200	1.752	162.000	240.000	1.482
S. José do Rio Preto	2.299	1.680	731	2.800	4.200	1.500	3.600	8.640	2.100
Sorocaba	2.420	3.240	1.339	3.300	5.400	1.636	5.200	12.240	2.354
Vale do Paraíba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total do Estado	87.120	93.600	1.074	126.600	222.000	1.754	200.000	330.000	1.650

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 9.- Área Plantada, Produção e Produtividade da Soja nas Sub-Regiões da Divisão Agrícola de Ribeirão Preto e em seus Principais Municípios Produtores, Safras 1971/72 e 1972/73

SUB-REGIÃO e Município	Safrá 1971/72				Safrá 1972/73			
	Área (ha)	Produção (sc)	Produtividade (sc/ha)	Produtividade (kg/ha)	Área (ha)	Produção (sc)	Produtividade (sc/ha)	Produtividade (kg/ha)
ARARAQUARA	-	-	-	-	743	19.168	25,8	1.548
BARRETOS	24.918	736.168	29,5	1.770	37.720	776.865	20,6	1.236
<i>Guaira</i>	20.746	630.680	30,4	1.824	30.900	666.540	21,6	1.296
BEBEDOURO	4.643	128.620	27,7	1.662	6.662	183.132	27,5	1.650
FRANCA	1.744	34.190	19,6	1.176	3.413	92.492	27,1	1.626
ORLÂNDIA	60.446	1.798.100	29,7	1.782	96.910	2.546.275	26,3	1.578
<i>Orlândia</i>	2.964	90.085	30,8	1.848	4.635	130.410	28,1	1.686
<i>Ipuã</i>	9.879	300.310	30,4	1.824	14.420	338.100	23,4	1.404
<i>Ituverava</i>	7.409	187.700	25,3	1.518	6.695	156.975	23,4	1.404
<i>Miguelópolis</i>	6.915	235.240	34,0	2.040	14.420	405.720	28,1	1.686
<i>Morro Agudo</i>	16.735	508.730	30,4	1.824	36.050	1.014.350	28,1	1.686
<i>S. Joaquim da Barra</i>	11.855	360.396	30,4	1.824	13.905	326.025	23,4	1.404
RIBEIRÃO PRETO	7.972	215.914	27,1	1.626	15.800	364.535	23,1	1.386
<i>Jardinópolis</i>	2.470	62.569	25,3	1.518	7.210	169.050	23,4	1.404
SÃO CARLOS	-	-	-	-	124	3.478	28,0	1.680
TAQUARITINGA	277	7.008	25,3	1.518	628	14.055	22,4	1.344
DIRA DE RIBEIRÃO PRETO	100.000	2.920.000	29,2	1.752	162.000	4.000.000	24,7	1.481

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

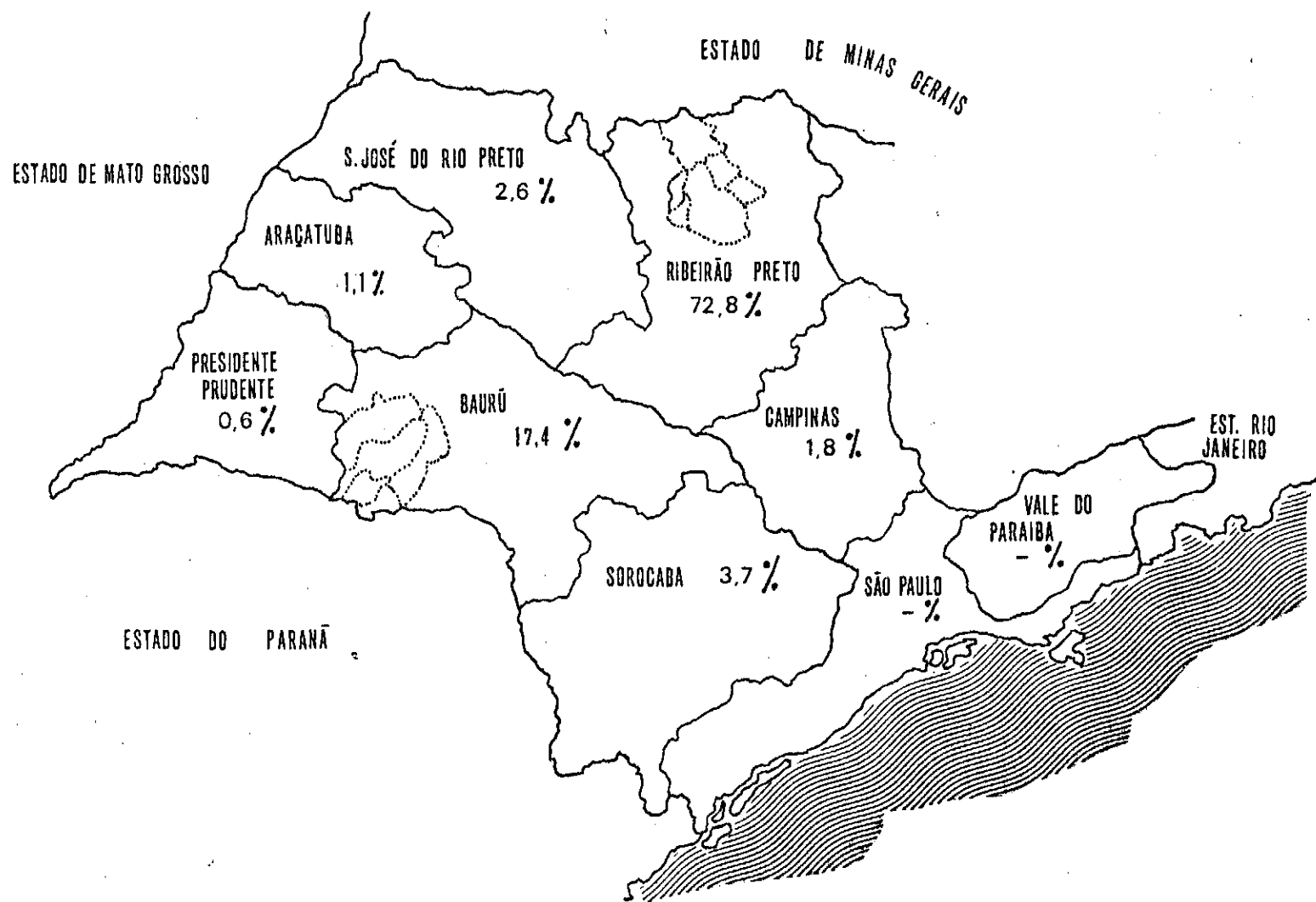


Figura 1.- Distribuição da Produção de Soja no Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73 e Regionalização da Assistência Técnica.

## OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é estimar uma função de produção de soja para os municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, para propiciar informações necessárias na formulação de políticas de assistência e fomento à produção de soja. Mais especificamente os objetivos são:

a) Estimar a produtividade física média e marginal dos fatores produtivos utilizados na cultura da soja;

b) Estimar a melhor alocação dos fatores produtivos, sob as condições de preços prevalecentes na época do estudo;

c) Determinar a taxa marginal de substituição e a taxa marginal de retorno entre os fatores de produção;

d) Explorar as possibilidades de mudanças no uso dos recursos, na região estudada.

MATERIAL E MÉTODO

Neste capítulo são apresentadas algumas características da área do estudo, a informação básica, o instrumental analítico e a definição das variáveis.

#### ÁREA DE ESTUDO

Este estudo abrange os municípios de Guaiúba, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, localizados na área prioritária para soja, segundo a regionalização da assistência técnica da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (26).

Estes municípios possuem uma superfície de 3.474 km<sup>2</sup> e uma população total de 77.406 habitantes (Quadro 10), estando situado na região nordeste do Estado de São Paulo e fazem parte da Divisão Regional Agrícola de Ribeirão Preto, considerada hoje como a de maior potencialidade agrícola do Estado (Figura 2).

A agricultura é o principal suporte da economia desses municípios, sendo atualmente as culturas de soja, algodão e milho, as atividades mais importantes. Segundo dados dos levantamentos subjetivos, realizados pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral e pelo Instituto de Economia Agrícola, estes municípios foram responsáveis por 58,6% da produção de soja da DIRA de Ribeirão Preto e 42,6% de sua produção no Estado de São Paulo. Arroz e amendoim são outras culturas de importância comercial nos municípios do estudo (Quadro 11).

Os solos predominantes na área do estudo (5) são constituídos de terra roxa legítima — também designada por latosol roxo —

QUADRO 10.— Superfície e População dos Municípios Integrantes da  
Área do Estudo de Soja

Município	Superfície (km <sup>2</sup> )	População (habitantes)		
		Total	Urbana	Rural
Guaíra	1.222	26.948	16.899	10.049
Ipuã	476	9.941	5.131	4.810
Morro Agudo	1.357	16.405	7.875	8.530
São Joaquim da Barra	419	24.112	19.522	4.590
Total da Área de Estudo	4.474	77.406	49.427	27.979

Fontes: Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (5); Fundação IBGE.



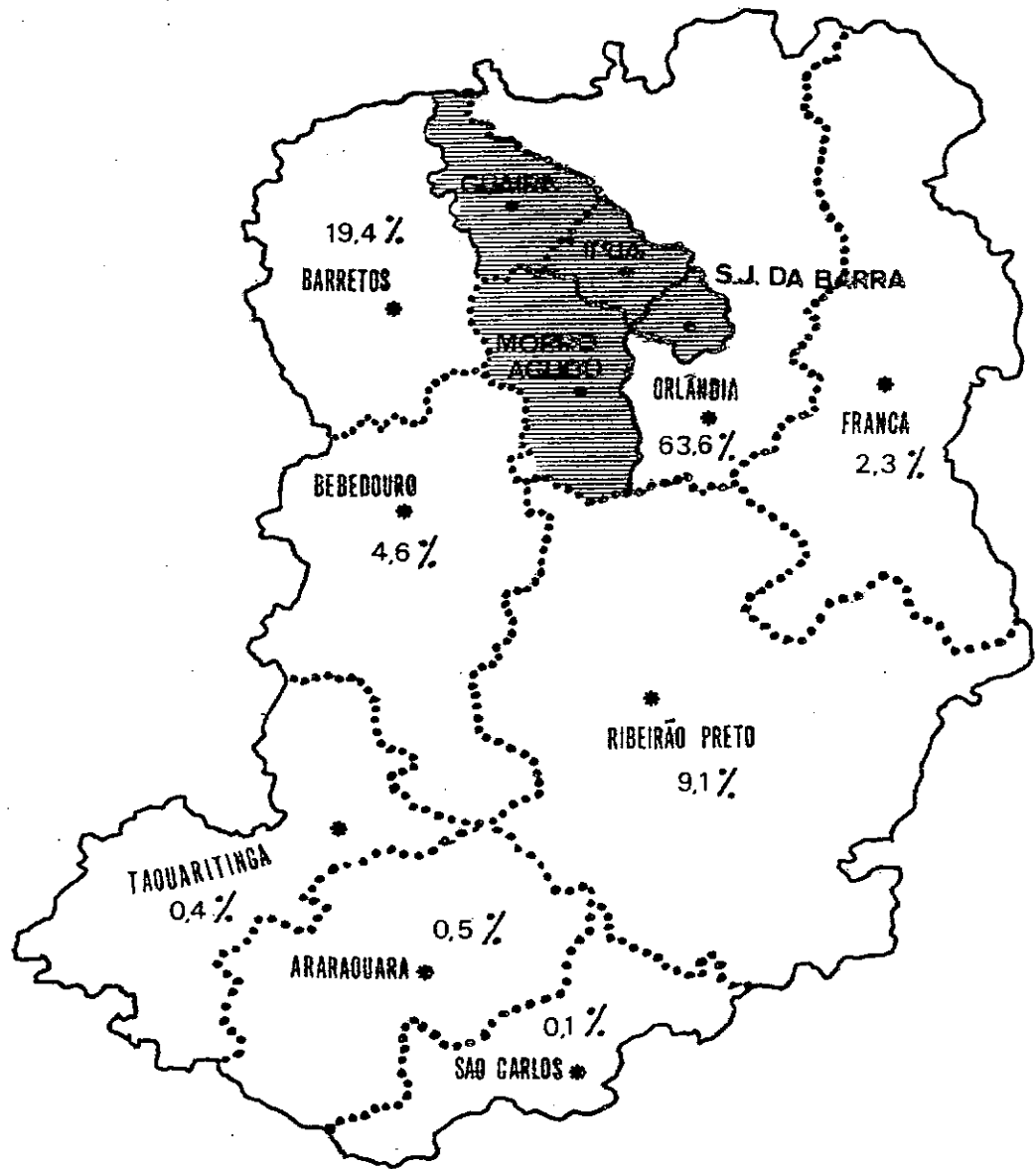


Figura 2.— Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, sua localização na DIRA de Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo.

QUADRO 11.- Uso da Terra nos Municípios do Estado, Considerando as Principais Atividades Agropecuárias, em Hectares (1)

U s o	Quaíra			Ipuã			Morro Agudo			São Joaquim da Barra		
	70/71	71/72	72/73	70/71	71/72	72/73	70/71	71/72	72/73	70/71	71/72	72/73
Algodão	20.000	14.000	6.500	3.000	3.100	3.300	4.598	5.518	5.000	2.500	3.000	3.000
Amendoim	500	1.000	1.000	2.500	1.500	1.200	1.573	2.200	2.000	200	300	200
Arroz	3.500	3.750	4.000	-	-	-	4.840	4.840	4.000	1.000	1.000	1.200
Milho	-	14.500	14.000	11.000	8.300	7.500	19.360	11.620	10.500	1.200	8.000	7.000
Soja	12.000	21.000	30.000	11.000	14.000	14.000	12.100	16.940	35.000	9.000	12.000	13.500
Pastos Nat.	-	-	-	5.000	4.000	7.000	10.385	10.385	10.000	3.000	3.000	2.650
Pastos Cult.	20.000	20.000	20.000	3.000	5.000	2.000	47.707	47.707	50.000	5.000	5.000	12.000
Mata Nat.	15.000	10.000	10.000	-	400	200	1.350	1.350	1.350	700	700	700
Cerrado	50.000	25.000	25.000	10.000	4.000	4.800	18.177	18.177	12.000	1.800	2.800	1.300
Cana p/ corte	-	-	-	-	-	-	3.500	3.500	3.000	2.000	2.000	1.000

(1) Dados preliminares.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

(85%), ocorrendo também solos de latosol vermelho-amarelo, fase arenosa (10%) e solos hidromorfos (5%) (Quadro 12).

De um modo geral a topografia é de suavemente ondulada a ondulada, com declínios longos (5).

A altitude varia de 450 a 1.000 metros, estando grande parte entre 500 e 900 metros (5).

A cobertura vegetal primária é praticamente inexistente devido o grande aproveitamento do solo para explorações agrícolas e pecuárias. Originariamente era do tipo floresta latifoliada tropical com pequenas "manchas" de vegetação tipo cerrado e cerradão (5).

O clima, de acordo com o sistema internacional de Koppen pode ser definido na região em estudo como do tipo AW, com índice pluviométrico variando de 1.100 a 1.330 mm. O mês de dezembro se apresenta com um total pluviométrico ligeiramente superior a janeiro e fevereiro, e agosto é o mês mais seco do ano (5).

#### ESTUDOS ECONÔMICOS SOBRE A AGRICULTURA NA REGIÃO

Se por um lado a área do estudo é avançada tecnologicamente, hoje ainda há carência de estudos econômicos sobre sua agricultura. Dedicaram atenção à utilização de recursos na agricultura na DIRA de Ribeirão Preto, os estudos de BISERRA (4) e BENEVENUTO e ARAÚJO (3), para o milho; de NELSON(21) e WRIGHT (34) sobre a utilização de fertilizantes pelos agricultores, e de PELEGRINI (23) sobre a combinação de empreendimentos agrícolas. Com dados

QUADRO 12.— Tipos dos Solos nos Municípios do Estado, em km<sup>2</sup>

Municípios	Latosol roxo		Latosol ver- melho Fase Amarela		Hidromorfos		Total	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
Guaíra	1.014	83	67	5	141	12	1.222	100
Ipuã	454	95	22	5	-	-	476	100
Morro Agudo	1.196	88	113	8	48	4	1.357	100
S. Joaquim da Barra	280	67	139	33	-	-	419	100
Total	2.944	85	341	10	189	5	3.474	100

Fonte: Levantamentos de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (5).

de experimentação, um trabalho de CAMPOS e colaboradores (7), para a adubação do milho. Para a soja, em particular, se desconhecem pesquisas semelhantes.

#### INFORMAÇÕES BÁSICAS

Os dados analisados nesta pesquisa foram obtidos através de entrevistas pessoais com produtores de soja, componentes de uma amostra ao acaso extraída do universo constituído de 972 propriedades que cultivaram a soja no ano agrícola 1972/73. As entrevistas foram realizadas no mês de julho de 1973 (Apêndice II).

Estes dados foram coletados tendo em vista um projeto de pesquisa sobre custo de produção para a soja na Divisão Regional Agrícola de Ribeirão Preto (1), o qual abrange maior número de municípios que os integrantes deste estudo. No Apêndice IV tem-se a determinação da amostra.

Tendo em vista os objetivos deste estudo, trabalhou-se com os municípios definidos pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo como localizados na região de soja (26). Desta forma, os resultados oferecerão subsídios ao trabalho de regionalização da assistência técnica. As equações de regressão foram ajustadas pelo processo dos quadrados mínimos em computador IBM 1130, da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade de São Paulo.

---

(1) O referido projeto está sendo desenvolvido pelo Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Laerte Pereira Rodrigues, do Instituto de Economia Agrícola, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre no Instituto de Estudos e Pesquisas Econômicas da Universidade do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre.

## INSTRUMENTAL ANALÍTICO

A função de produção representa a relação técnica entre a quantidade de produto obtido e o montante dos diversos recursos aplicados no processo produtivo.

HEADY (14) assinala que a *"função de produção proporciona as ferramentas por meio das quais os problemas de produção e uso dos recursos podem ser analisados. Isto aplica-se igualmente quando o interesse nuclear está na organização dos recursos, de modo a maximizar os lucros numa empresa individual, ou na escolha do produto mais eficiente para a sociedade. Ambos são problemas de economia da produção. Ambos requerem conhecimento das mesmas ferramentas e relações"*.

A teoria da economia da produção tem sido exaustivamente tratada por autores como CARLSON (8), HEADY (14) e DILLON (9). No Brasil estão entre os pioneiros no uso de modelos baseados nesta teoria, TEIXEIRA FILHO (31), TOLLINI (32) e ENGLER (10).

Para atender os objetivos propostos por este trabalho o modelo econométrico utilizado é o da função Cobb-Douglas. Quanto a sua aplicação diz GIRÃO (13): *"de todas as formas algébricas de função de produção utilizadas em estudos analíticos visando a empresa agrícola, a mais geralmente utilizada tem sido a função de Cobb-Douglas"*.

Esta função pode ser assim representada:

$$Y = a \cdot \prod_{i=1}^n X_i^{b_i} \cdot \mu$$

Esta função sugerida por Charles Cobb e Paul Douglas, também chamada função potência, pode, por anamorfose, tornar-se linear com a expressão que segue:

$$\log Y = \log a + \sum_{i=1}^n b_i \log X_i + \log \mu$$

em que:

- Y = variável dependente
- a = constante de regressão
- $b_i$  = coeficientes de regressão
- $X_i$  = variáveis independentes
- $\mu$  = erro

Este modelo possui algumas propriedades específicas. Entre as principais estão:

a) As elasticidades parciais de produção são constantes ao longo da superfície da produção, representadas pelos coeficientes de regressão ( $b_i$ );

b) A natureza dos rendimentos à escala é obtida pela soma dos coeficientes de regressão ( $\sum b_i$ );

c) As curvas de isoproducto são assintóticas aos eixos coordenados;

d) Os rendimentos à escala podem ser crescentes ou decrescentes, ou negativos, em uma mesma função de produção. Não pode haver mais de um desses tipos de rendimento à escala numa mesma função;

e) As isóclinas são retas que passam pela origem dos eixos, coincidindo, desta forma, com as linhas de escala; isto implica em que os fatores se combinam numa proporção fixa.

A função de produção Cobb-Douglas apresenta inúmeras vantagens sobre outros tipos de função. Entre as principais, destacam-se:

a) Facilita a estimativa dos parâmetros quando expressa na forma logarítmica;

b) As elasticidades de produção dos insumos podem ser comparadas diretamente entre si, porquanto independem dos valores de  $Y$  e/ou  $X_i$ ;

c) Os rendimentos à escala são facilmente obtidos pela soma dos coeficientes de regressão;

d) As produtividades marginais dos fatores produtivos são calculados com facilidade;

e) Devido ao pequeno número de parâmetros, a estimar, obtém-se maior número de graus de liberdade nos testes estatísticos.

A função de Cobb-Douglas apresenta, também, algumas limitações, destacando-se entre elas:

a) Não explica simultaneamente os diferentes estágios de produção do fator, porque as elasticidades parciais de produção são constantes;

b) A característica de serem as curvas de isoproducto assintóticas aos eixos coordenados não parece real, pois a partir de



certo ponto é de se esperar que a produtividade marginal dos fatores venha a se tornar nula, e até negativa;

c) Como as isóclinas são retas que passam pela origem dos eixos, a proporção ótima em que dois fatores devem ser combinados é considerada constante em toda a superfície da produção, o que nem sempre é verdade.

#### DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

As variáveis consideradas, codificadas no Apêndice I, no presente estudo são:

##### Produção de Soja ( $Y_1$ e $Y_2$ )

A variável dependente, produção de soja na empresa, é expressa, ora em toneladas ( $Y_1$ ), ora em centenas de cruzeiros ( $Y_2$ ). A transformação de tonelada, produção física, para centenas de cruzeiros foi feita considerando-se o preço efetivamente conseguido pelo empresário na venda do produto.

##### Terra ( $X_1$ )

A variável terra designa a área plantada com soja, na empresa, medida em hectares.

##### Mão-de-Obra ( $X_2$ )

O trabalho braçal utilizado na cultura da soja foi medido em dias-homem. Dia-homem é o trabalho desenvolvido por um homem adulto em oito horas de trabalho, sem auxílio de máquina tracionada a trator ou a animal ou auto-propulsionada. Sendo assim, não

está computado aqui o trabalho do tratorista no trator ou na colhedeira, nem os serviços de supervisão, fiscalização e administração. O trabalho de mulher foi considerado como 0,75 do trabalho do homem adulto e o de adolescente como 0,50 a fim de se calcular o número total de dias-homem.

#### Adubo ( $X_3$ ou $X_4$ )

A quantidade de adubo aplicada na cultura de soja foi medida ora em toneladas ( $X_3$ ), ora em cruzeiros ( $X_4$ ). No primeiro caso considerou-se a quantidade física de adubo aplicado na cultura, independente de fórmulas ou elementos simples, por não se terem estes dados em grande parte dos questionários. No segundo caso, levou-se em consideração o valor do adubo aplicado na cultura, partindo-se da premissa de que o preço do adubo reflete as diferenças existentes na composição química de cada adubo.

#### Semente ( $X_5$ )

Esta variável é definida como a quantidade de semente aplicada na cultura, expressa em sacos de 60 kg.

#### Trabalho de Máquinas ( $X_6$ , $X_7$ e $X_8$ )

Esta variável procura medir a participação do serviço de máquinas, implementos e equipamentos na produção de soja. Ela é expressa em dias-de-serviço de tratorista quando representa todo o trabalho de máquinas, implementos e equipamentos, próprios e aplicados na cultura de soja ( $X_6$ ); ou em dias-de-serviço de trator tracionando implementos ou movimentando equipamentos, que não a

colhedeira ( $X_7$ ); ou ainda, em dias-de-serviço de colhedeira pertencente ao empresário, tanto auto-propulsionada como tracionada por trator ( $X_8$ ).

### Defensivos ( $X_9$ )

Esta variável representa a quantidade de defensivos aplicada na cultura de soja, medida em cruzeiros. Foi necessário incluir defensivos em cruzeiros porque eles variam muito, tanto em princípios ativos como em concentração e composição, na amostra.

### Serviço de Benfeitorias ( $X_{10}$ )

Esta variável mede o fluxo de serviço de benfeitorias, construções e instalações da empresa, utilizado na produção de soja.

Este fluxo de serviço, expresso em cruzeiros, é calculado somando-se:

1) Depreciação anual: calculada dividindo-se o valor estimado do bem pela duração provável; como a duração média dos bens deste item, na amostra, foi de cerca de 20 anos, utilizou-se uma taxa de 5% a.a., para estimar a depreciação;

2) Reparo e conservação: calculados usando-se a taxa de 5% a.a., estimada com base nos dados da amostra;

3) Juros sobre o valor do capital investido em benfeitorias, construções e instalações: considerou-se a taxa de juros de 15% a.a., que era cobrada pelos bancos oficiais para empréstimos destinados a investimentos desta natureza, no ano agrícola 1972/73.

Considerou-se a área de cultura de soja e a área total em culturas, na empresa. Calculou-se o percentual da soja no total. Este percentual foi o índice de ponderação para estimar o fluxo de serviço de benfeitorias, construções e instalações utilizado pela cultura de soja.

Benfeitorias, construções e instalações destinadas especificamente para outras atividades que não a da cultura de soja foram excluídas.

### Serviço de Máquinas ( $X_{11}$ )

Esta variável mede o fluxo de serviço de máquinas, implementos e equipamentos da empresa, utilizados na produção de soja.

Este fluxo de serviço, expresso em cruzeiros é calculado somando-se quatro itens:

1) Depreciação anual: calculada dividindo-se o valor das máquinas da empresa pela duração média das mesmas, estimada com base na amostra. A taxa de depreciação foi de 10% a.a., já que a duração média destes bens de produção foi de 10 anos, na amostra;

2) Reparo e conservação: estimados na base de uma taxa representativa para a amostra levantada. A taxa de reparos e conservação foi de 10% a.a. para as máquinas, implementos e equipamentos, exceção feita às colhedei<sup>r</sup>as. Para estas, foi de 6% a.a.

3) Juros sobre o valor do capital investido em máquinas, implementos e equipamentos: usou-se a taxa de juros de 15% a.a., cobrada pelos bancos oficiais para empréstimos destinados à aqui

sição de máquinas, implementos e equipamentos agrícolas no ano agrícola 1972/73;

4) Gasto com combustíveis e lubrificantes: foi calculado multiplicando-se a quantidade consumida pelo preço médio vigente no ano agrícola 1972/73. Como para a variável anterior, considerou-se a área da cultura de soja e a área total em culturas, na empresa. Calculou-se o percentual de soja no total. Este percentual foi o índice de ponderação para estimar o fluxo de serviço de máquinas, implementos e equipamentos utilizados pela cultura de soja. Para as colhedeiras considerou-se o total do fluxo de serviços das mesmas.

#### Outras Despesas ( $X_{12}$ )

Esta variável, expressa em cruzeiros, foi ponderada para a cultura da soja levando-se em conta a área ocupada por todas as culturas e pela cultura da soja, em cada empresa. Engloba encargos na produção da soja não componentes das variáveis independentes definidas anteriormente. Em outras despesas estão incluídas: despesas de luz, água, telefone, material de escritório e impostos.

#### Aluguel de Colhedeiras ( $X_{13}$ e $X_{18}$ )

Esta variável é definida de duas maneiras: primeiramente ( $X_{13}$ ) como o dispêndio em cruzeiros com o aluguel das colhedeiras feito pelo empresário; em segundo lugar, ( $X_{18}$ ), como uma variável "dummy", que toma o valor dez para os empresários que alugaram co

lhedeiras, e o valor um para os que não alugaram colhedeiras.

O valor do aluguel das colhedeiras pago pelo empresário foi calculado multiplicando-se a quantidade de soja colhida, medida em sacos de 60 kg, pelo custo de colheita por saco de 60 kg. O custo médio vigente na safra 1972/73 foi de Cr\$ 6,00 por saco.

### Variáveis Agregadas

Algumas das variáveis definidas anteriormente foram agregadas, procurando-se verificar se havia diferença de comportamento.

$$\text{Variável } X_{14} = X_{10} + X_{11}$$

As duas variáveis que representam serviço de benfeitorias e de máquinas foram agregadas formando esta variável independente,  $X_{14}$ , serviço de capital.

$$\text{Variável } X_{15} = X_9 + X_{12} + X_{13}$$

Variáveis que significam algumas despesas efetivas foram agregadas para constituir a variável  $X_{15}$ . Estas variáveis agregadas foram: defensivos, outras despesas e aluguel de colhedeiras.

$$\text{Variável } X_{16} = X_{14} + X_{15}$$

Neste estudo, as variáveis que representam serviços e as que representam despesas efetivas foram reagregadas formando esta variável. Constituem-na: serviço de benfeitorias, serviço de máquinas, defensivos, outras despesas e aluguel de colhedeiras.

$$\text{Variável } X_{17} = X_4 + X_{14} + X_{15}$$

Finalmente, agregando as variáveis adubo, defensivos, servi

ço de benfeitorias, serviço de máquinas, outras despesas e aluguel de colhedeadas, tem-se a variável  $X_{17}$ . Esta variável agrega todas as variáveis que representam despesas, efetiva ou imputada.

#### Capacidade Empresarial ( $X_{19}$ ) - Variável Auxiliar

Procurando explicar, na produção da soja, a atuação empresarial ou administrativa do agricultor, utilizou-se uma variável auxiliar: a relação entre receita bruta, ou renda, em soja ( $Y_2$ ) e os custos contratuais de produção desta cultura. <sup>(2)</sup> Esta relação, como variável auxiliar, foi utilizada por LADEIRA (20) quando estudou a cultura de cacau na Bahia.

Os custos contratuais de produção de soja foram estimados considerando-se os valores das variáveis:

- $X_4$  = Adubo
- $X_9$  = Defensivos
- $X_{10}$  = Serviço de Benfeitorias
- $X_{11}$  = Serviço de Máquinas
- $X_{12}$  = Outras Despesas
- $X_{13}$  = Aluguel de Colhedeadas

<sup>(2)</sup> FRIEDMAN (12) diz ser conveniente definir custo total de uma firma como sendo igual a sua receita total, ou melhor, como sendo idênticas. E este custo total se desdobra, ao menos conceptualmente, em: (1) custos contratuais inevitáveis ou custos fixos, (2) custos contratuais evitáveis ou custos variáveis, e (3) custos não contratuais, ou lucro.

- $X_2$  = Obtida pela multiplicação do número de dias-homem pelo salário médio da região.
- $X_5$  = Obtida pela multiplicação do número de sacos de semente pelo preço pago pelo agricultor
- $X_6$  = Obtida pela multiplicação do número de dias de serviço do tratorista pelo salário-dia mé dio do tratorista na região.

#### PREÇO DOS FATORES DE PRODUÇÃO E DO PRODUTO

O preço dos fatores de produção e do produto está especificado no Apêndice VI.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

## SISTEMA DE PRODUÇÃO.

Os agricultores entrevistados utilizaram um sistema de produção quase homogêneo que pode ser descrito da seguinte forma:

- Variedade da soja: todos os agricultores entrevistados plantaram a variedade Santa Rosa. Cerca de 10 agricultores plantaram além desta, outras variedades, mas sempre em menor quantidade. As sementes são de procedência, principalmente, do Paraná e Rio Grande do Sul.

- Aração: mecanizada, na maior parte das culturas em número de uma (91% dos agricultores) com rendimento médio de 3,5 ha (1,4 alqueires) por dia, para cada passagem.

- Gradeação: mecanizada, variando de um mínimo de uma a um máximo de seis, sendo que o número mais frequente foi de três gradeações (53%), vindo a seguir o número de quatro (25%). O rendimento médio da gradeação foi de 10,3 hectares (4,3 alqueires) por dia, por passagem de grade.

- Calagem: quase todos os agricultores efetuaram calagem no ano agrícola em estudo, sendo que os demais já haviam feito em anos anteriores. É, assim, uma operação generalizada na região. A quantidade média aplicada, nas empresas que efetuaram calagem (62 empresas), foi de 1.413 kg por hectare (3.412 por alqueire), variando de um máximo de 3.719 kg a um mínimo de 413 kg. Dos agricultores entrevistados, 17 possuíam espalhadores de calcário e 45 não possuíam esse implemento. Estes aplicaram o calcário ou com

implemento cedido por empréstimo por vizinhos, ou por meio de caminhão e trabalhadores braçais. O rendimento médio para a aplicação do calcário foi de 11,5 hectares por dia (4,7 alqueires por dia), tendo variado de um rendimento máximo de 18 hectares a um rendimento mínimo de 4 hectares por dia.

- Semeadura: a semeadura foi realizada concomitantemente com a adubação no sulco. Os agricultores da amostra utilizaram, sempre, semeadeira-adubadeira acoplada a trator de rodas. O consumo médio de semente foi de 1,18 sacos de 60 kg por hectare (2,85 sacos por alqueire), com pouca variação: 32 agricultores gastaram 3 sacos por alqueire; 13 agricultores gastaram 2,5 sacos por alqueire; os demais estiveram quase sempre entre estes dois valores. A utilização de inoculante (rizobium) foi generalizada, com exceção de dois agricultores.

- Adubação: a adubação, sempre no sulco, foi aplicada por todos os agricultores, com exceção de três, usando adubo formulado das empresas vendedoras. A quantidade de adubo usada variou de um máximo de 537 kg por hectare (1.300 kg por alqueire) a um mínimo de 165 kg por hectare (400 kg por alqueire); a média encontrada foi de 278 kg por hectare (663 kg por alqueire).

- Tratos culturais: os cultivos foram realizados por cultivadores convencionais, puxados por trator de rodas. O número predominante de cultivos mecanizados foi de dois (41 agricultores), seguindo o de três (21 agricultores). O rendimento médio do cultivo mecanizado foi de 8,5 hectares por dia, por passagem de cultivador,

contudo variando de 3 a 28 hectares por dia, por passagem de cultivador. O cultivo ou carpa manual foi realizado por quase todos os agricultores (20 não o fizeram ou não informaram tê-lo feito), em geral como repassada dos cultivos mecanizados; o emprego de mão-de-obra, neste, variou grandemente.

- Combate às pragas e doenças: o uso de defensivos na cultura da soja, na região, é prática generalizada. Todos os agricultores da amostra utilizaram-se desta prática. Cinco deles fizeram as aplicações, ou algumas delas, por meio de avião. O produto empregado no combate às pragas e na prevenção de doenças variou muito entre os empresários.

- Colheita: a colheita foi realizada mecanicamente pelos agricultores da amostra. Parece que isto é uma prática generalizada na região. Dos 75 agricultores da amostra, vinte realizaram a colheita com máquina alugada; o aluguel é pago na base de cruzeiros por saco colhido. No ano agrícola 1972/73 o aluguel das máquinas variou de Cr\$4,00 a Cr\$6,50 por saco colhido. O mais frequente foi de Cr\$6,00. Cinco dos agricultores da amostra informaram alugar sua colhedeira para diminuir o custo de operação da mesma.

- Comercialização da soja pelos agricultores: os agricultores, em quase sua totalidade, venderam a soja na ocasião da colheita, sendo que 80% deles receberam em empréstimo, ou cedido, dos compradores, a sacaria e o barbante para fechar a sacaria. O preço da soja, recebido pelos agricultores, variou de Cr\$42,00 a Cr\$97,00 por saco, tendo predominado Cr\$60,00.

## USO DA TERRA NAS EMPRESAS DA AMOSTRA

As setenta e cinco empresas que constituíram a amostra do presente estudo ocupavam uma área de 38.354 hectares assim distribuídos: 23.292 hectares em agricultura, 9.322 hectares em pastos, 2.911 hectares em matas, capoeiras e/ou cerrados e 2.829 hectares em sedes, áreas não plantadas, não aproveitadas e/ou não especificadas.

Dos produtos da agricultura, em ordem decrescente de importância foram encontrados nestas empresas: soja (39,5% da área total e 65,0% da área em agricultura), milho (9,8% da área total e 16,2% da área em agricultura); algodão (5,1% da área total e 8,4% da área em agricultura); cana-de-açúcar, amendoim, arroz, sorgo e feijão (Quadro 13).

O gado existente nestas propriedades é predominantemente destinado para produção de leite e para cria, sendo sempre uma atividade subsidiária.

## MODELOS TESTADOS

### Considerações Iniciais

Para se estudar a produtividade dos fatores na cultura de soja testou-se diversos modelos (Apêndices III e IV).

Verificou-se que os modelos que tinham a variável dependente medida em toneladas de soja,  $Y_1$ , eram sempre mais consistentes que os modelos que tinham a variável dependente medida em centenas de cruzeiros,  $Y_2$ . Por esta razão considerou-se que se deveria concen

QUADRO 13.— Uso da Terra, em 75 Empresas, nos Municípios de Ipuã, Guaiçra, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

Atividades	Área (ha)	Porcentagem	
		na agri- cultura	no total
Algodão	1.955	8,4	5,1
Amendoim	762	3,3	2,0
Arroz	639	2,7	1,6
Cana-de-açúcar	949	4,1	2,5
Feijão	5	0,0	0,0
Milho	3.765	16,2	9,8
Soja	15.152	65,0	39,5
Sorgo	65	0,3	0,2
Total na Agricultura	23.292	100,0	60,7
Pastos	9.322	-	24,3
Matas, capoeiras e cerrados	2.911	-	7,6
Sede não plantada, não aproveitada e não especificada	2.829	-	7,4
TOTAL GERAL	38.354	-	100,0

trar atenção nos primeiros modelos.

Observou-se, também, que a variável capacidade empresarial ( $X_{19}$ ) melhorou sensivelmente a resposta dos modelos. Como aconteceu no trabalho de LADEIRA (17) foi justificada a introdução da variável capacidade empresarial. O seu uso melhorou o nível de significância estatística para os coeficientes de regressão.

Provavelmente devido à grande correlação entre terra ( $X_1$ ), e semente ( $X_5$ ) —  $r^2 = 0,98$  — esta variável ( $X_5$ ), quando considerada, provocava a diminuição da significação estatística do coeficiente de regressão da variável terra ( $X_1$ ).

A variável "dummy" ( $X_{18}$ ) — colheita com ou sem máquinas próprias — quando testada, apresentou coeficientes de regressão não significantes.

Partindo-se da hipótese de que a elasticidade parcial de produção do fator terra ( $X_1$ ) estaria sendo influenciada linearmente pela quantidade de semente ( $X_5$ ), aplicada, testou-se um modelo baseado na função Ulveling-Fletcher.

A função Ulveling-Fletcher constitui uma forma modificada da função Cobb-Douglas, na qual as elasticidades parciais de produção dos fatores tornam-se variáveis pela influência de um ou mais de um dos demais fatores de produção; pode-se, assim, testar hipóteses de que vários dos fatores considerados influenciam as elasticidades de produção dos demais, ou que fatores de produção diferentes influenciam cada uma das elasticidades de produção dos demais, separadamente (33).

A aplicação prática da função Ulveling-Fletcher no Brasil, é

recente, conhecendo-se os trabalhos de ROCHA (25) e SILVA (30).

A função Ulveling-Fletcher, de uma maneira geral, pode ser expressa com segue:

$$Y = a \prod_{i=1}^n X_i^{B_i(K)}$$

onde as elasticidades parciais de produção representadas pelos coeficientes de regressão  $B_i$  são influenciadas significativamente pela variável  $K$ .

No caso particular do modelo analisado, tem-se:

$$Y = a \cdot X_1^{b_1+b_5} \cdot X_5 \cdot X_2^{b_2} \cdot X_4^{b_4} \cdot X_9^{b_9} \cdot X_{14}^{b_{14}} \cdot X_{19}^{b_{19}}$$

em que a elasticidade parcial de produção do fator terra ( $X_1$ ) deve estar sendo influenciado pela quantidade de semente aplicada.

Transformando-se a equação para a forma logarítmica, tem-se:

$$\begin{aligned} \log Y = \log a + b_1 \cdot \log X_1 + b_5 X_5 \log X_1 + b_2 \log X_2 + \\ + b_4 \log X_4 + b_9 \log X_9 + b_{14} \log X_{14} + b_{19} \log X_{19} \end{aligned}$$

### Modelos selecionados

Dois modelos foram separados para análise, com base na consistência dos mesmos, na natureza da teoria da produção, na significância estatística da regressão e na significância estatística dos coeficientes de regressão: um modelo de função Cobb-Douglas (modelo XV) e um modelo desta função modificada, ou seja, o de Ulveling-Fletcher, modelo XIII, (Quadro 14).



QUADRO 14.— Modelos Selecionados na Estimativa de Função de Produção da Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

Variável independente		Modelo XV (1)		Modelo XIII (2)	
		Valor	Nível de Significância	Valor	Nível de Significância
X <sub>1</sub>	Coefficiente	0,6877		0,7005	
	Erro Padrão	0,0631		0,0711	
	Teste "t"	10,8962	0,001		0,001
X <sub>5</sub> Log X <sub>1</sub>	Coefficiente	-		0,0000	
	Erro Padrão	-		0,0000	
	Teste "t"	-	-	0,4000	0,70
X <sub>2</sub>	Coefficiente	0,0150		0,0132	
	Erro Padrão	0,0188		0,0195	
	Teste "t"	0,7993	0,50	0,6775	0,50
X <sub>4</sub>	Coefficiente	0,0065		0,0064	
	Erro Padrão	0,0049		0,0049	
	Teste "t"	1,3300	0,20	1,3046	0,20
X <sub>9</sub>	Coefficiente	0,0376		0,0380	
	Erro Padrão	0,0116		0,0117	
	Teste "t"	3,2287	0,01	3,2316	0,01
X <sub>14</sub>	Coefficiente	0,2144		0,2115	
	Erro Padrão	0,0505		0,0514	
	Teste "t"	4,2403	0,001	4,1135	0,001
X <sub>19</sub>	Coefficiente	0,3474		0,3433	
	Erro Padrão	0,0622		0,0634	
	Teste "t"	5,5854	0,001	5,4106	0,001
a	Constante	0,3720	-	0,3679	-
$\Sigma b_i$ (3)	Elasticidade total de produção	0,9161	-	-	-
R <sup>2</sup>	Coefficiente de Determinação Múltipla	0,9827	-	0,9828	-
Valor de F		646,14	0,001	547,01	0,001

(1) Função de Produção Cobb-Douglas

(2) Função de Produção Ulveling-Fletcher

(3) No somatório dos coeficientes de regressão não entra o coeficiente da variável auxiliar X<sub>19</sub>

### Modelo Cobb-Douglas

A equação selecionada, do modelo Cobb-Douglas, pode ser expressa, em sua forma potência, como segue:

$$Y = 0,3720 \cdot X_1^{0,6877} \cdot X_2^{0,0150} \cdot X_4^{0,0065} \cdot X_9^{0,0376} \cdot X_{14}^{0,2144} \cdot X_{19}^{0,3474}$$

A análise de variância da regressão múltipla (teste de F) mostrou que o coeficiente de correlação múltipla (R) é diferente de zero ao nível de 1% de probabilidade sendo portanto rejeitada a hipótese nula. A regressão foi considerada significativa, isto é, a equação estaria representando as relações existentes entre a variável dependente e as variáveis independentes.

A equação explica 98,27% da variação na produção de soja.

Os valores do teste "t" de Student demonstram que os coeficientes de regressão das variáveis terra ( $X_1$ ), serviço de capital ( $X_{12}$ ) e capacidade empresarial ( $X_{19}$ ) são significantes ao nível de 0,1% de probabilidade; o coeficiente de regressão da variável defensivos ( $X_9$ ), ao nível de 1%; o coeficiente de regressão da variável adubo ( $X_4$ ), ao nível de 20% e o da variável mão-de-obra ( $X_2$ ), com significância relativamente baixa, a 50% de probabilidade. Apesar da baixa significância da variável mão-de-obra ( $X_2$ ), ela foi considerada por ser importante no processo de produção da soja.

A soma dos coeficientes estimados para as elasticidades parciais de produção ( $\sum b_i$ ) é usualmente considerada como medida de economia de escala. Neste sentido, os resultados apresentados no

Quadro 14 (0,9161), sugerem que os retornos à escala são decrescentes. Esta interpretação deve ser tomada com suas devidas reservas, no caso, porque não foi realizado o teste de significância para a elasticidade total de produção.

O Quadro 15 apresenta os coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes. O mais alto valor encontrado (0,88), entre as variáveis terra ( $X_1$ ) e serviço de capital ( $X_{14}$ ) é mais elevado que o limite indicado por HEADY e DILLON (12), de  $|0,80|$  mas pode ser aceito visto serem os fatores importantes no processo produtivo.

#### Modelo Ulveling-Fletcher

A equação estimada para a região em estudo foi:

$$Y = 0,3679 \cdot X_1^{0,7005} \cdot X_5^{-0,0000} \cdot X_4^{0,0064} \cdot X_9^{0,0389} \cdot X_{14}^{0,2115} \cdot X_{19}^{0,3433}$$

A análise da variância de regressão múltipla (teste de F) mostrou que o coeficiente de correlação múltipla (R) é diferente de zero ao nível de 1% de probabilidade, sendo portanto rejeitada a hipótese nula. A regressão pode ser considerada como explicativa das relações existentes entre as variáveis independentes e a variável dependente.

O valor de  $R^2$ , coeficiente de determinação múltipla é 0,9828 o que estaria determinando que a equação explica mais de 98% da variação na produção de soja, nas empresas.

Os valores do teste "t" de Student demonstram que os coefi

QUADRO 15.— Coeficientes de Correlação Simples entre as Vári  
veis Independentes no Modelo XV, na Estimativa da Função de Pro  
 dução de Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São  
 Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

	Log X <sub>1</sub>	Log X <sub>2</sub>	Log X <sub>4</sub>	Log X <sub>9</sub>	Log X <sub>14</sub>	Log X <sub>19</sub>
Log X <sub>1</sub>	1,00000	0,4887	0,41365	0,45585	0,88032	0,38427
Log X <sub>2</sub>		1,00000	0,33592	0,40396	0,63353	0,22686
Log X <sub>4</sub>			1,00000	0,13312	0,40231	0,05812
Log X <sub>9</sub>				1,00000	0,34551	0,11046
Log X <sub>14</sub>					1,00000	0,02929
Log X <sub>19</sub>						1,00000

cientes de regressão simples das variáveis terra ( $X_1$ ), serviço de capital ( $X_{14}$ ) e capacidade empresarial ( $X_{19}$ ) são significantes ao nível de 0,1% de probabilidade; da variável adubo ( $X_4$ ), ao nível de 20%; da variável mão-de-obra ( $X_2$ ), ao nível de 50%; e que o coeficiente do termo  $X_5 \log X_1$ , além de não ser significativo (nível de 70% de probabilidade), é praticamente nulo.

Pode-se considerar a variável  $X_1$  como uma associação entre terra e semente, como um hectare de terra e 1,18 sacos de semente. Resultado semelhante JUNQUEIRA (16) encontrou para a cultura de fumo em Ubá, onde as variáveis terra, número de plantas por hectare e mão-de-obra estavam fortemente associadas.

Os coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes e alguns outros resultados da função Ulveling-Fletcher, encontram-se nos Apêndices IX, X e XI.

#### DISCUSSÃO DO MODELO COBB-DOUGLAS

Em vista do coeficiente de regressão da variável que iria medir a influência do nível de uso de sementes na elasticidade de produção da terra ter sido considerada não diferente de zero (Quadro 14) e da grande semelhança entre os coeficientes das variáveis comuns aos dois modelos selecionados optou-se pela discussão do modelo selecionado da função Cobb-Douglas.

O Quadro 16 apresenta os valores dos produtos médio e marginal, os coeficientes de regressão simples, os preços dos fatores e a relação entre o valor do produto marginal e preços dos fatores,

QUADRO 16.— Valor dos Produtos Médio e Marginal, Coeficiente de Regressão Simples, Preço dos Fatores e Relação entre o Produto Marginal e o Preço dos Fatores Incluídos no Modelo XV na Estimativa da Função de Produção de Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

Variável	$VPMe_{X_i}$	$b_i$	$VPMa_{X_i}$	$P_{X_i}$	$VPMa_X/P_{X_i}$
$X_1$	1.768,07	0,6877	1.215,90	372,00 447,40 (1)	3,268 2,717
$X_2$	790,26	0,0150	11,85	15,00	0,790
$X_4$	22,13	0,0065	0,14	1,00	1,140
$X_9$	84,29	0,0376	3,17	1,00	3,170
$X_{14}$	3,16	0,2144	0,68	1,00	0,680

(1) Considerando-se o fator  $X_1$  como uma associação dos fatores de produção terra e semente, normalmente independentes entre si mas no caso presente economicamente complementares. Ao preço original de terra (Cr\$ 372,00) deve ser somado o valor de 1,18 sacos de semente (Cr\$ 75,40).

do modelo selecionado.

Os valores dos coeficientes de regressão indicam que os fatores se encontram no estágio racional de produção. Pode-se considerar que os fatores de produção estavam sendo utilizados no estágio II de produção dado que os valores dos produtos marginais foram todos inferiores aos valores dos respectivos produtos médios.

Terra - Dado o tipo de função ajustada, o valor dos coeficiente de regressão expressa a elasticidade parcial de produção do respectivo fator. No caso da variável terra o valor do coeficiente foi 0,6877, indicando que um acréscimo de 10% no uso da terra com cultura de soja determinaria um aumento de 6,9% na produção da referida cultura.

A relação  $VP_{Ma_{X_1}}/P_{X_1}$  foi estimada em 2,72 quando se considerou o fator  $X_1$  como uma associação de terra e semente. Mantendo-se os demais fatores constantes e sendo possível destinar maior quantidade de terra para a cultura, através de substituição de outras com menores vantagens comparativas, ou mesmo com a aquisição de novas terras, um aumento na área plantada com soja aumentaria a renda do empresário.

Caso se considere apenas o preço da terra, independente do valor da semente, a relação se eleva para 3,27; neste caso a terra estaria sendo utilizada mais parcimoniosamente que no caso anterior.

Possíveis explicações para o valor maior que a unidade da relação  $VP_{Ma_{X_1}}/P_{X_1}$  poderiam ser: (1) as mudanças nos outros fatores, principalmente quando no sentido de aumento do uso, seriam mais fáceis e mais imediatas que as mudanças no fator terra; (2) a rela

ção.  $VP_{Ma_{X_1}} / P_{X_1}$  mostraria que a terra - latosol roxo ou terra roxa legítima - é própria para a soja, fazendo com que sua cultura responda com nível de produção relativamente elevado; (3) a taxa de remuneração considerada pelos agricultores para tomada de decisão seria mais elevada que a considerada no estudo em vista de não extirparem dela, completamente, a parte devida à inflação.

Mão-de-obra - O coeficiente de regressão desta variável não pode ser considerada estatisticamente diferente de zero (nível de significância a 50%). Dada porém a importância desse fator em qualquer atividade agrícola, algumas conclusões podem ser tentadas, com suas devidas limitações.

O coeficiente de regressão obtido (0,0150) estaria indicando que para um aumento de 10% deste recurso haveria um acrêscimo de 0,15% na produção de soja.

A baixa significância do coeficiente de regressão da variável mão-de-obra ( $X_2$ ), e seu relativo baixo valor, vem de encontro às observações de MELLOR (18), de que normalmente a produtividade de mão-de-obra agrícola nos países subdesenvolvidos e em desenvolvivimento é tão baixa e a variância dentro de cada amostra é tão grande que os métodos estatísticos comuns não permitem suficiente precisão para discriminar entre uma produtividade nula e uma productividade normal.

A relação  $VP_{Ma_{X_2}} / P_{X_2}$  foi estimada em 0,79, o que estaria indicando que esse recurso estaria sendo utilizado em excesso. Uma possível explicação se prende ao fato de que a cultura da soja sendo uma exploração recente quanto a sua expressão no Estado (vide



Quadro 7) onde os acréscimos percentuais na área nestes três últimos anos são bastante significativos não existe ainda um organograma que indique a melhor distribuição da mão-de-obra. Como as tradicionais na área (algodão, milho, amendoim e arroz) são exigentes neste recurso e a soja é praticamente mecanizada, a mão-de-obra utilizada, provavelmente pouco qualificada para a cultura, estaria sendo mal alocada nas práticas culturais da soja.

Adubo - O coeficiente de regressão desta variável foi 0,0065 (nível de significância a 20%). Estaria indicando que um aumento de 10% no uso de adubo responderia com um acréscimo de 0,07% na produção de soja.

A relação  $VPM_{X_4} / P_{X_4}$  foi estimada em 0,14, o que mostraria que seu uso estaria sendo feito em excesso, muito acima do "ótimo econômico".

Estes valores obtidos estariam confirmando em parte as conclusões de WRIGHT (34): *"a economicidade do uso de fertilizantes nos níveis atuais é duvidosa para as culturas de milho, algodão e soja"*, na região em estudo.

Algumas causas estariam explicando a baixa resposta do adubo e o valor da relação  $VPM_{X_4} / P_{X_4}$ . Talvez a variedade de soja plantada pelos agricultores destes municípios, vinda de outras regiões, não esteja conveniente e suficientemente adaptada às condições ecológicas, não aproveitando todo o potencial da adubação. Incentivados pelos bons preços da soja quando comparados com produtos plantados na região os agricultores estariam investindo excessivamente em adubo, com a esperança de que maior produção seria

obtida com uma maior utilização de adubo, o que, segundo eles, poderia carrear maiores retornos líquidos — o que não é verdade.

É comum confundir-se tecnificação agrícola com intensificação do uso de insumos modernos, principalmente de adubos, sem a preocupação de se racionalizar outras práticas.

MELLOR (18) citando Bradfield, diz: "*os fazendeiros e planejadores do governo muitas vezes não percebem que quando alguém fornece água em abundância a um complexo solo-vegetação, está fazendo muito mais do que simplesmente acrescentar água; está modificando a ação de todos os fatores do sistema e, portanto, deve criar um novo sistema de cultura*".

Defensivos — O coeficiente de regressão desta variável foi estimado em 0,0376. Indicaria que um aumento de 10% na aplicação de defensivos na cultura, deveria dar em resposta um acréscimo de 0,38% na produção de soja.

A relação  $VP_{M_{x_9}} / P_{x_9}$ , estimada em 3,17, estaria mostrando que seu uso vinha se fazendo de maneira muito comedida — bem ao contrário do insumo anterior, adubo. Maiores investimentos neste insumo aumentaria a renda da propriedade.

A idéia de que adubação é tecnificação, a pressão para vender adubo desenvolvida pelos agentes vendedores constatada por WRIGHT (34) e a maior facilidade de se convencer o agricultor a consumir mais este insumo que qualquer outro, bem como a maior complexidade existente na venda e utilização dos defensivos, de que na de adubo, estaria criando este desequilíbrio: excesso no uso de adubo e parcimônia no uso de defensivos, em termos econômi

cos.

Serviço de capital — O coeficiente de regressão desta variável foi estimado em 0,2144. Sugeriria que, havendo um acréscimo de 10% no capital investido em máquinas e benfeitorias haveria um aumento na produção de soja de 2,1%.

A relação  $VP_{M_{X_{14}}} / P_{X_{14}}$  foi estimada em 0,68 o que indicaria estar supercapitalizada a cultura da soja na região, apesar da alta na cotação deste produto, do plantio à colheita.

O excesso de capital investido em máquinas e/ou benfeitorias estaria acontecendo, provavelmente, por uma das duas razões:

1) As facilidades oferecidas para o financiamento na agricultura, principalmente para compra de insumos modernos e de máquinas, implementos e equipamentos agrícolas, poderia estar incentivando a aquisição destes bens de produção a nível superior ao necessário para a cultura, já que os juros provavelmente seriam negativos;

2) A utilização de algumas máquinas pelos agricultores — principalmente colhedeadoras — ser mais intensa que a estimada no estudo: os agricultores estariam alugando suas máquinas para outros produtores, ou utilizando-as na cultura de arroz. Um dos entrevistados, quando fornecia os dados, declarou que possuía diversas fazendas com cultura de soja e que havia organizado um sistema de contabilidade para suas máquinas — um especial para as colhedeadoras — de modo que as fazendas pagariam aluguel pelo seu uso, como fariam os demais agricultores, para os quais alugasse.

Capacidade empresarial — O coeficiente de regressão da variável capacidade empresarial ( $X_{19}$ ), variável auxiliar introduzi

da para melhorar o nível de significância da equação e dos demais coeficientes de regressão simples, foi estimado em 0,3474.

O escopo pretendido quando da introdução desta variável nos modelos teria sido alcançado, pois os modelos que não a utilizaram comparados com estes, apresentaram significância estatística baixa para a maioria dos coeficientes de regressão.

A significância estatística do coeficiente desta variável sugere que há diferença na atuação dos fatores, conforme a capacidade empresarial.

#### RETORNO MARGINAL

O retorno líquido marginal, a taxa marginal de Retorno e a elasticidade da taxa marginal de retorno às variações do preço de soja foram calculados para os recursos empregados na sua produção.<sup>(3)</sup>

Os resultados apresentados no Quadro 17, indicam que o retorno líquido marginal seria positivo, havendo ganho, para a terra (Cr\$843,90/ha, somente a terra, ou Cr\$768,50/ha, terra associada à semente) e para defensivos (Cr\$2,17/cruzeiro); e seria negativo havendo prejuízo, para a mão-de-obra (Cr\$3,15 por homem-dia), para adubo (Cr\$0,86/cruzeiro) e para serviço de capital (Cr\$0,32/cruzeiro).

A taxa marginal de retorno indicaria que, para cada cruzeiro investido, seria de se esperar retornos positivos de 227% para

---

<sup>(3)</sup> Referências sobre a teoria são encontradas no Apêndice e nos trabalhos de CAMPOS (6), LADEIRA (17) e MENEZES (19).

QUADRO 17.— Retorno Líquido Marginal, Taxa Marginal de Retorno e Elasticidade de Taxa Marginal de Retorno dos Recursos Considerados na Produção de Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

Recurso	RLMa	TMR	ETMR
X <sub>1</sub>	843,90 (+)	2,268 (+)	1,441 (+)
	768,50 (+)	1,717 (+)	1,198 (+)
X <sub>2</sub>	3,15 (-)	0,210 (-)	0,376 (-)
X <sub>4</sub>	0,86 (-)	0,860 (-)	0,163 (-)
X <sub>9</sub>	2,17 (+)	2,170 (+)	1,461 (+)
X <sub>14</sub>	0,32 (-)	0,320 (-)	2,125 (-)

Nota: O sinal (+) significa ganhos marginais.  
O sinal (-) significa perdas marginais.

a terra, considerada isoladamente, ou 172% para a terra associada à semente; de 217% para defensivos; seria de se esperar retornos negativos (perdas) de 86% para o adubo; 21% para a mão-de-obra e 32% para o serviço de capital (Quadro 17).

Permanecendo tudo o mais constante, as elasticidades da taxa marginal de retorno dos recursos, em relação ao preço da soja, sugerem que para a variação de 1% no preço da soja, a taxa marginal de retorno variará: no mesmo sentido para a terra e defensivos e em sentido oposto para mão-de-obra, adubo e despesas de capital. Esta variação de 1% no preço de soja provocará uma variação de 1,4% a 1,6% na taxa marginal de retorno de terra, considerada primeiramente como uma variável isolada e em segundo lugar como uma associação de variáveis terra e semente; provocará uma variação de 1,46% na taxa marginal de retorno de defensivos, no mesmo sentido; e, em sentido inverso, provocará variações de 3,76% na taxa marginal de retorno de mão-de-obra, 0,16% na TMR do adubo e de 2,12% na TMR de capital.

No Apêndice VII verificam-se os passos para o ajustamento do modelo Cobb-Douglas e no Apêndice VIII a estabilidade dos coeficientes de regressão do mesmo modelo.

R E S U M O   E   C O N C L U S Õ E S

## RESUMO

O objetivo central deste estudo é estimar uma função de produção de soja para os municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, que se localizam dentro da regionalização da Assistência Técnica da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, para esta cultura.

Mais especificamente, os objetivos são:

1) Propiciar informações para que os responsáveis pela direção dos negócios públicos possam desenvolver políticas úteis de assistência e fomento aos produtores;

2) Estimar as produtividades físicas médias e marginais dos fatores produtivos utilizados na cultura de soja;

3) Estimar a melhor alocação dos fatores produtivos sob as condições de preços prevalecentes na época do estudo;

4) Determinar as taxas marginais de retorno e as elasticidades dos insumos em relação ao preço de soja;

5) Proceder a uma interpretação econômica dos resultados tendo em vista explorar as possibilidades de mudança.

A amostra utilizada constituiu-se de 75 agricultores dos referidos municípios.

Os modelos econométricos utilizados foram dos tipos Cobb-Douglas e Ulveling-Fletcher (esta, uma modificação do primeiro).

Os modelos selecionados para a produção de soja foram:



## Modelo Cobb-Douglas

$$Y = 0,3720 \cdot X_1^{0,6877} \cdot X_2^{0,0150} \cdot X_9^{0,0376} \cdot X_{14}^{0,2144} \cdot X_{19}^{0,3474}$$

$$R^2 = 0,9828$$

## Modelo Ulveling-Fletcher

$$Y = 0,3670 \cdot X_1^{0,7005 - 0,0000X_5} \cdot X_2^{0,0132} \cdot X_4^{0,0064} \cdot X_9^{0,0389} \cdot X_{14}^{0,2105} \cdot X_{19}^{0,3433}$$

$$R^2 = 0,9828$$

onde:

- $Y$  = produção de soja, em toneladas
- $X_1$  = terra plantada com soja, em hectares
- $X_2$  = mão-de-obra, em dias-homem
- $X_4$  = adubo, em cruzeiros
- $X_5$  = semente, em sacos de 60 kg
- $X_9$  = defensivos, em cruzeiros
- $X_{14}$  = serviço de capital - benfeitorias e máquinas - em cruzeiros
- $X_{19}$  = capacidade empresarial, variável auxiliar

Os resultados de caráter agrônômico estariam indicando que a cultura da soja, na região, guarda uma certa homogeneidade quanto

às práticas culturais, caracterizando-se como uma cultura quase que totalmente mecanizada.

Os resultados estatísticos mostraram que os modelos selecionados guardavam bastante semelhança entre si, e que a variável semente não estaria modificando a elasticidade parcial de produção da terra, no modelo Ulveling-Fletcher. Por tal motivo, analisou-se somente uma das equações selecionadas, tendo-se optado pela Cobb-Douglas.

As análises econômicas indicaram que as variáveis independentes do modelo selecionado estavam no estágio II de produção. A relação entre os valores dos produtos marginais e os preços dos fatores mostraram que terra e defensivos deveriam ter os investimentos incrementados, e que mão-de-obra, adubo e despesas de capital — em máquinas e benfeitorias — deveriam ter os investimentos reduzidos. No caso de mão-de-obra e adubo os resultados devem ser tomados com a devida cautela dado os baixos níveis de significância de seus coeficientes de regressão.

A variável capacidade empresarial, incluída no modelo, melhorou sensivelmente a significância dos coeficientes de regressão das variáveis selecionadas; estaria indicando haver diferença na atuação dos fatores produtivos conforme a capacidade empresarial.

Retornos líquidos marginais determinados para as variáveis da função estariam indicando lucros no emprego adicional dos fatores terra e defensivos e prejuízos no emprego adicional dos fatores mão-de-obra, adubo e capital.

## CONCLUSÕES

### Do sistema de produção e do uso da terra

1) A cultura de soja nos municípios de Guaíba, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra era quase toda mecanizada, sendo frequente a utilização de colhedoras próprias. Alguns agricultores dependiam do aluguel de colhedoras.

2) Todos os agricultores entrevistados utilizavam adubo, defensivos, calcário e inoculante de semente, sendo a variedade predominante a Santa Rosa, de procedência principalmente dos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul.

3) Da área total da amostra: 60,7% era usada em agricultura; 24,3% em pasto; 7,6% em mata, capoeira ou cerrado; 7,4% usada com sedes, construções, áreas não plantadas ou não aproveitadas, o que estaria indicando que os produtores da amostra se dedicavam mais à agricultura do que à pecuária — concentrando-se na cultura de soja (39,5% da área total e 65,0% da área em agricultura).

### Dos modelos selecionados

4) A função Ulveling-Fletcher sugeriu que a quantidade de semente empregada não influiria estatisticamente a elasticidade de produção do fator terra. Pode-se concluir, daí, que terra e semente estavam tão relacionados que poderiam ser considerados, para estudos econômicos, como uma única variável medida na seguinte unidade: 1,18 sacos de semente em um hectare de terra.

5) Os fatores produtivos especificados na função de produção Cobb-Douglas estavam sendo utilizados no estágio racional de produção.

6) As variações na produção de soja estavam associadas à terra, mão-de-obra, adubo, defensivos, capital em máquinas, benfeitorias e capacidade empresarial (variável auxiliar). De acordo com os valores dos coeficientes de elasticidade parcial de produção, em condições "coeteris-paribus" um aumento de 10% no uso de cada um destes fatores acarretaria acréscimos de, respectivamente, 6,87%, 0,15%, 0,06%, 0,37%, 2,14% e 3,47% na produção de soja.

7) Os fatores terra e defensivos estavam sendo usados aquém do "ótimo econômico". "Coeteris-paribus", aumentando-se o uso de um desses fatores, isoladamente, ganhos adicionais na renda seriam auferidos pelos produtores de soja.

8) Os fatores adubo, mão de obra e capital estavam sendo usados em excesso. "Coeteris paribus", os produtores de soja poderiam realizar ganhos adicionais na renda — ou terem seus prejuízos reduzidos — diminuindo bastante a quantidade de adubo empregada, retraindo um pouco o uso de mão-de-obra e procurando dar maior utilização as suas máquinas, especialmente colhedeiças.

9) As relações econométricas entre produção e terra planta da com soja, constatadas, mostram que a terra estava sendo usada em nível aquém do "ótimo econômico". Provavelmente uma retração no uso de outros insumos — principalmente adubo e mão-de-obra — tenderia a aproximar a relação deste fator para o "ótimo econômico."

A terra em que se planta a soja na região do estudo parece ser muito própria para a cultura, fazendo que quantidades relativamente pequenas de outros insumos já os levam a suplantarem o seu "ótimo e econômico".

10) O fator mão-de-obra apresentava produtividade marginal positiva, e quando expresso em valor, abaixo da diária corrente na região. Sua utilização em excesso poderia ser explicada pela introdução e expansão recente da cultura da soja na região, da ausência de um plano de utilização e distribuição desse fator na cultura e do fato de que muitos agricultores estariam, ainda, se adaptando à cultura mecanizada. Estas conclusões devem ser consideradas com bastante reserva dado o baixo nível de significância do coeficiente de regressão da variável mão-de-obra.

11) Possível explicação para os investimentos excessivos em adubo poderia ser dada pela elevação de preços de soja no mercado. Na procura de maior produção por área os produtores estariam aplicando adubo em maior quantidade que o indicado economicamente. Outras causas que poderiam ser lembradas: pressão para vender adubo exercida pelos agentes vendedores, a política creditícia de incentivo ao uso de insumos modernos e a maior facilidade (simplicidade) no uso deste insumo moderno que no dos outros.

12) Com respeito a defensivos, a sua utilização estava sendo feita aquém do "ótimo econômico". Possível explicação se prenderia à provável falta de maiores informações quanto à utilização de defensivos apropriados para esta cultura na área, ou ainda à u

utilização em quantidades insuficientes.

13) O fator capital apresentou produtividade marginal positiva, porém a análise deste fator indicou uma utilização em excesso. Possíveis causas seriam: as facilidades bancárias e políticas de incentivo para mecanização, como por exemplo baixas taxas de juros, que poderiam estar motivando a aquisição de máquinas e implementos acima das necessidades atuais da cultura; os possíveis usos alternativos das máquinas (por exemplo, aluguel) não especificados no levantamento.

14) A análise da influência da capacidade empresarial mostrou que há diferentes funções de produção, conforme o nível da mesma. A atuação dos fatores de produção se processa diferentemente conforme a capacidade empresarial atuante.

15) O cálculo do retorno líquido marginal e, consequentemente, da taxa marginal de retorno, possibilitou concluir-se que "coeteris-paribus", o melhor investimento na cultura de soja, na região em estudo, seria em terra dissociada de semente, seguindo-se defensivos e, depois, terra associada à semente. Investimento em adubo traria o retorno negativo mais elevado, sendo também contraindicado investir em capital — máquinas e benfeitorias — e em mão-de-obra.

#### Das recomendações aos órgãos públicos e aos produtores

16) É possível praticamente o cultivo da soja em todo o Brasil. A região em estudo apresenta grande potencial técnico e eco

nômico. No mercado internacional as perspectivas para a soja nos próximos anos são boas. Acelerar o plantio como tem ocorrido é viável desde que haja retaguarda de trabalhos intensivos em pesquisa, tanto agronômica como econômica.

17) Aos órgãos públicos recomendam-se maiores investimentos em pesquisa com a cultura. Existem poucos estudos sobre a soja já que só ultimamente esta leguminosa foi considerada de importância para o Estado de São Paulo. Recomenda-se maior cobertura com ensaios de campo pois o que se verifica atualmente é a importação parcial de técnicas dos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná. Boa parte da área plantada com esta oleaginosa no Estado de São Paulo tem sido feita com sementes trazidas daqueles Estados, de áreas, não raras vezes, diferentes em solos e climas. Há necessidade de certos ajustamentos importantes que podem ser conseguidos através de um número maior de experimentos nas regiões estabelecidas e zoneadas para a soja. Devem ser intensificados ensaios com novas variedades, novas formulações de fertilizantes e defensivos, melhor capacitação e distribuição de máquinas e implementos, a fim de fornecer condições de práticas culturais apropriadas às regiões potencialmente definidas para a soja pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

18) As entidades de crédito cabe recomendação geral de orientar seus programas prioritariamente para os insumos cujo retorno por cruzeiro empatado seja mais elevado e cujo uso deve ser estimulado com vistas à maior produção. Este é o caso de defensivos.

19) Para minimizar o custo e racionalizar o processo produtivo os produtores deverão tomar maior cuidado com a utilização de insumos modernos. Na época do estudo, por exemplo, o adubo estava onerando excessivamente o custo operacional e, relativamente, não estava traduzindo em ganhos ao menos proporcionais na produção.

20) Os produtores deverão promover os ajustamentos recomendados nesta pesquisa para aperfeiçoar o uso dos fatores de produção. Ênfase especial deve ser dada à utilização mais racional das máquinas, melhor capacitação da mão-de-obra e maior conhecimento de defensivos que realmente sejam apropriados para o combate às pragas e doenças da soja.

21) Em pesquisas futuras outras funções de produção poderão considerar atenção especial aos insumos modernos, principalmente estudos que analisem e comparem variedades diferentes de sementes, doses alternativas, qualidade e controle de adubos em suas diferentes fórmulas, entre outras.



S U M M A R Y   A N D   C O N C L U S I O N S

## SUMMARY

The main object of this study is to estimate a production function for soybeans in the counties (municipios) of Guaira, Ipuã, Morro Agudo and São Joaquim da Barra, that are located in the region designated by the Technical Assistance Section of the Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo as being one of the best for soybeans.

More specifically, the objectives of this study are:

1. Gather information for policy makers that will be useful in evolving technical and extension work.
2. Estimate average and marginal physical productivities for the factors used in soybean production.
3. Determine the best allocation of the factors given prices prevailing during the study.
4. Estimate marginal rates of return and production elasticities.
5. Develop an economic interpretation of the results with view to explore possible changes.

The sample used consisted of 75 farms in the above mentioned counties.

The Cobb-Douglas and the Ulveling-Fletcher modification allowing for variable production elasticities were used in the econometric work.

The following models were selected:

## Cobb-Douglas Model

$$Y = 0,3720 \cdot X_1^{0,6877} \cdot X_2^{0,0150} \cdot X_9^{0,0376} \cdot X_{14}^{0,2144} \cdot X_{19}^{0,3474}$$

$$R^2 = 0,9828$$

## Ulveling-Fletcher Model

$$Y = 0,3670 \cdot X_1^{0,7005 - 0,0000X_5} \cdot X_2^{0,0132} \cdot X_4^{0,0064} \cdot X_9^{0,0389} \cdot X_{14}^{0,2105} \cdot X_{19}^{0,3433} \quad (R^2 = 0,9828)$$

where: Y = Soybean production, in metric tons

$X_1$  = Land planted in soybeans, in hectares

$X_2$  = Labor, in man days

$X_4$  = Fertilizer, in cruzeiros

$X_5$  = Seeds, in 60 kg bags

$X_9$  = Sprays, in cruzeiros

$X_{14}$  = Capital services, equipment and machines, in cruzeiros

$X_{19}$  = Managerial capacity, dummy variable

The study suggests that in the region surveyed, cultural practices are relatively homogeneous and almost totally mechanized.

The statistical results show that the selected models are quite similar and that the seed variable is not modifying the land elasticity of production in the Ulveling-Fletcher model. For this reason, only the Cobb-Douglas model is analyzed.

The economic analysis indicates that the independent variables used are in the second stage of production. The relationship between the value of the marginal products and the factor

prices show that land and spray use should be increased and that labor, fertilizer, and capital services should be reduced. With regard to labor and fertilizers these results must be carefully interpreted because of the size of the standard errors of their coefficients.

The managerial variable was important in this study and its inclusion tended to reduce the standard errors of the other coefficients.

Marginal net returns determined for the variables in the function indicate that the use of land and sprays may be profitably increased but that labor, fertilizers, and capital cannot be.

## CONCLUSIONS

### The production system and land use

1. The production of soybeans in the counties (municipios) of Guaira, Ipuã, Morro Agudo, and São Joaquim da Barra is almost totally mechanized with the frequent use of mechanical harvesters. Some farmers are renting these harvesters.

2. All of the interviewed farmers used fertilizers, sprays, lime, and treated seeds, the predominant variety being Santa Rosa originating from Paraná and Rio Grande do Sul States.

3. Of the total area of the sample 60.7% was used in crops; 24.3% in pastures; 7.6% in forest or bush ("cerrado"), and 7.4% by building houses, or otherwise not utilized indicating that the

sampled farmers concentrate more on crops than cattle and that soybean production dominates all (39.5% of total area and 65.0% of all crop land).

#### The models selected

4. The Ulveling-Fletcher function suggested that the quantity of seed used per hectare did not have a significant impact statistically on the production elasticity of land. It can be concluded that seed use and land are so closely related that they may be treated as a single variable in the following manner: 1.18 sacks of seeds to one hectare of land.

5. The factors of production in the estimated Cobb-Douglas function are being used in the rational stage of production.

6. Variations in soybean production are associated with land, labor, fertilizers, sprays, machinery, equipment, and managerial capacity. The estimated elasticities of production suggest, cet. par., that a 10% increase in the use of each of the factors above will result in a 6.87%, 0.15%, 0.06%, 0.37%, 2.14% and 3.47%, respectively, in the production of soybeans.

7. Land and sprays are being used below the optimum level, hence, increased use of the factors will, cet. par., yield additional profit to farmers.

8. The factors fertilizers, labor, and capital are being used in excessive amounts. Cet. par., soybean producers could earn more or suffer fewer losses by reducing the use of fertilizer,

retraining labor, and seeking the greater use of machinery, especially harvesters.

9. The econometric relationship between production and land shows that land was being used over the optimum level of production. Probably, a decrease in the use of other inputs — chiefly fertilizer and labor — would approximate to the best combination of these factors. The land used to cultivate soybean in the region studied appears to be proper for this culture; thus, even small amounts of other inputs are enough to produce at the optimum level.

10. Labor had a positive marginal productivity and in value terms was below the prevailing wage rate in the region. The excessive use of this factor might be explained by the recent and rapid growth of soybean production, the absence of a labor calendar for this product, and the fact that many farmers are in the process of adopting mechanical production. But the low significance of the labor variable must temper even this conclusion.

11. A possible explanation for the excessive use of fertilizer may be due to the favorable factor price ratio. In attempts to increase land productivity, farmers are applying excessive amounts of fertilizers. Other possible causes might be: selling pressure, easy application, and prevailing credit policy giving incentives for using modern inputs.

12. With respect to sprays, they are being used in suboptimal amounts. A possible explanation could be the relative lack of information regarding their appropriate use.

13. Capital has a positive marginal productivity but is being used in excessive amounts. This may be due to: incentives given to modern inputs through subsidized credit, alternative uses for machinery (for example renting out of machinery) that were not picked up during the survey.

14. Managerial capacity has a definite and positive impact on production tending to shift the production function upward and to the right with increases in this variable.

15. Calculation of marginal net returns and the marginal rate of return reveal, cet. par., that the best investment in the region studied would be in sprays followed by land. Investments in land would bring the highest negative returns and negative returns exist for capital and labor.

#### Recommendations to public decision - makers and farmers

16. Soybeans can be grown in almost any region of Brazil. The region studied has great production potential. The international market appears to be very favorable in the near-term future. A continued rapid expansion in view of past research seems highly desirable.

17. Public decision makers should invest more heavily in soybean research. Few studies have focused on this important crop in São Paulo and more field trials need to be made since most practices derived from techniques developed in Paraná and Rio Grande do Sul. The varieties planted here derive from areas where climatic and soil condition are considerably different and field

trials might eliminate some problems connected with this problem. New varieties, fertilizers, sprays should be tested and new means of distributing mechanical equipment adapted to local conditions should be pursued.

18. Credit should be oriented towards the inputs with highest returns which in the case of this study were sprays.

19. In order to minimize costs and rationalize production, farmers must be careful in using modern inputs. During the period studied, for example, fertilizers were excessively used and thus not making sufficient contribution to profits.

20. Farmers should take advantage of the results of this study by utilizing machinery more rationally, training labor, and spraying more to combat bugs and diseases that attack soybeans.

21. Future study of soybeans should pay special attention to modern inputs especially the impact of varieties, different spraying regimes and the quality and application of fertilizers.



B I B L I O G R A F I A

1. APEC EDITORA S/A., Rio de Janeiro. A economia brasileira e suas perspectivas. Rio de Janeiro, 1973. p.62-85.
2. AUMENTO recorde da produção mundial de feijão - soja. Gazeta Mercantil, São Paulo, 30 de outubro de 1973. p.6
3. BENEVENUTO, Amairte & ARAUJO, Paulo F. Cidade de. Relação de custos de produção de milho no município de Guaíra, Estado de São Paulo. Agricultura em São Paulo, 20 (tomo I e II):61-95, 1973.
4. BISERRA, José Valdeci. Análise de relações fator-produto na cultura do milho em Jardinópolis e Guaíra, Estado de São Paulo, ano agrícola 1969/70. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 1971. 119p. (Tese de M.S. não publicada)
5. BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de conhecimento de solos do Estado de São Paulo, contribuição à carta de solos do Brasil. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim nº 12)
6. CAMPOS, Antonio Carvalho. Análise agroeconômica da cultura do tomateiro envolvendo variedades, adubação e população de plantas. Viçosa, MG, UFV, 1971. 79p. (Tese de M.S. não publicada)
7. CAMPOS, Humberto de et alii. Aspectos econômicos da adubação em milho. Agricultura em São Paulo, 20 (I e II):149-183, 1973.
8. CARLSON, Sune. A study on the pure theory of production. New York, Augustus M. Kelley, 1969. 128p.
9. DILLON, John L. The analysis of response in crop and live-stock production. Oxford, Pergamon, 1968. 135p.
10. ENGLER, Joaquim José de Camargo. Análise da produtividade de recursos na agricultura. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 1968. 102 p. (Tese de doutoramento não publicada)
11. FISHER, Ronald A. & YATES, Frank. Tablas estadísticas para investigadores científicos, economicos, demograficos y especialmente biologicos, agronomicos y medicos. Madrid, Aguilar, 1949. 133p.
12. FRIEDMAN, Milton. Price theory: a provisional text. Chicago, Ill., Aldine, 1970. 285p.

13. GIRÃO, José Antonio. A função de Cobb-Douglas e a análise inter-regional da produção agrícola. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1965. 121p.
14. HEADY, Earl O. Economics of agricultural production and resource use. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1960. 850p.
15. HEADY, Earl O. & DILLON, John L. Agricultural production functions. Ames, Iowa State Univ., 1961. 667p.
16. JUNQUEIRA, Antonio Augusto Botelho. Análise econômica de uma função de produção, fumo em Ubã, Estado de Minas Gerais, 1961. Viçosa, MG, Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1964. 100p. (Série Técnica do Instituto de Economia Rural, nº 4)
17. LADEIRA, Hercio Pereira. Produtividade dos recursos na produção de cacau, região cacauzeira, Bahia. Viçosa, MG, UFV, 1971. 74p. (Tese de M.S. não publicada)
18. MELLOR, John W. O planejamento do desenvolvimento agrícola. Rio de Janeiro, O Cruzeiro, 1967. 413p.
19. MENEZES, José Alexandre de Souza. Produtividade e taxa marginal de retorno de insumos modernos em fazendas de cacau, região cacauzeira da Bahia, ano agrícola 1971/72. Viçosa, MG, UFV, 1972. 85p. (Tese de M.S. não publicada)
20. NAKAGAWA, J. & MARCONDES, D.A.S. Cultura da soja. Botucatu, SP, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, 1952.
21. NELSON, William C. An economic analysis of fertilizer utilization in Brazil. Columbus, Ohio State Univ., 1971. p. (Tese de Ph.D. não publicada)
22. OCHSE, J. J. et alii. Oil crops. (Em: \_\_\_\_\_. Tropical and subtropical agriculture. New York, MacMillan, 1961. cap. 12. p.1030-1114)
23. PELLEGRINI, Luiz Matteu. A linear programming analysis of optimum farm organization in the municípios of São Joaquim da Barra, Orlandia and Sales de Oliveira, State of São Paulo, Brazil. Lafayette, Indiana, Purdue Univ., 1969, 169p. (Tese de M.S. não publicada)
24. PINHEIRO, Arciley Alves. Soja, evolução, distribuição e conjuntura. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1973. 80p. (Relatório preliminar datilografado)

25. ROCHA, Jober. Análise econômica de engorda de bovinos em confinamento através da superfície de resposta Ulveling-Fletcher. Viçosa, MG, UFV, 1972. 130p.
26. SÃO PAULO. Governo. Diretrizes de atuação da Secretaria da Agricultura, desenvolvimento agrícola: um grande desafio. Campinas, CATI, 1972.
27. SÃO PAULO. SECRETARIA DA AGRICULTURA. INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Prognóstico: ano agrícola 1972/73. São Paulo, 1972.
28. \_\_\_\_\_:73-74. São Paulo, 1973.
29. SÃO PAULO. SECRETARIA DA AGRICULTURA. INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA E COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. Previsões e estimativas das safras agrícolas do Estado de São Paulo, ano agrícola 1972/73, 5º levantamento, junho de 1973. São Paulo, 1973. 6p.
30. SILVA, Zezuca Pereira da. Uso e eficiência do crédito rural e dos fatores de produção; Jardinópolis e Guaíra, Estado de São Paulo, ano agrícola 1971/72. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 1973. 140p. (Tese de M.S. não publicada)
31. TEIXEIRA Fº, Antonio Raphael. Análise de produtividade marginal dos recursos agrícolas em dois municípios do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba e Caratinga, no ano agrícola 1961/62. Viçosa, MG, UREMG, 1964. 102p. (Tese de M.S. não publicada)
32. TOLLINI, Helio. Produtividade marginal e uso dos recursos: análise da função de produção do leite em Leopoldina, MG, ano agrícola 1961/62. Viçosa, MG, UREMG, 1964. 89p. (Tese de M.S. não publicada)
33. ULVELING, Edwin F. & FLETCHER, Lehman B. A Cobb - Douglas production function with variable returns to scale. Am. Jour. Agr. Econ., 52 (2): - . May 1970.
34. WRIGHT, Charles Leslie. Análise econômica de adubação em culturas anuais na região de Ribeirão Preto. Piracicaba, SP, ESALQ/USP, 1973. 162p. (Tese de M.S. não publicada)

A P È N D I C E S

APÊNDICE I. - Codificação das Variáveis (<sup>4</sup>)

- $Y_1$  = Produção de soja na empresa, em toneladas.
- $Y_2$  = Produção de soja na empresa, em centenas de cruzeiros.
- $X_1$  = Terra, em hectares.
- $X_2$  = Mão-de-Obra, em dias-homem.
- $X_3$  = Adubo, em toneladas.
- $X_4$  = Adubo, em cruzeiros.
- $X_5$  = Semente, em sacos de 60 kg.
- $X_6$  = Trabalho de máquinas, em dias-de-serviço de tratorista.
- $X_7$  = Trabalho de máquinas, em dias-de-serviço de trator.
- $X_8$  = Trabalho de máquinas, em dias-de-serviço de colhedeiros.
- $X_9$  = Defensivos, em cruzeiros.
- $X_{10}$  = Serviço de benfeitorias, fluxo medido em cruzeiros.
- $X_{11}$  = Serviço de máquinas, fluxo medido em cruzeiros.
- $X_{12}$  = Outras despesas, em cruzeiros.
- $X_{13}$  = Aluguel de colhedeiros, em cruzeiros.
- $X_{14}$  = Agregação de  $X_{10}$  e  $X_{11}$ , em cruzeiros.
- $X_{15}$  = Agregação  $X_9$ ,  $X_{12}$  e  $X_{13}$ , em cruzeiros.
- $X_{16}$  = Agregação de  $X_{14}$  e  $X_{15}$ , em cruzeiros.

(continua)

---

(<sup>4</sup>) A definição das variáveis encontra-se da página a página

$X_{17}$  = Agregação de  $X_4$ ,  $X_{14}$  e  $X_{15}$ , em cruzeiros.

$X_{18}$  = Aluguel de colhedeadas, variável "dummy".

$X_{19}$  = Capacidade empresarial, variável auxiliar, relação entre renda e custo de produção.

APÊNDICE II.— Informação Básica Utilizada na Estimativa da Função de Produção da Soja nos Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>19</sub>
1	48	344	29	78	8	3528	27	33	31	2	486	2812	46904	2880		0.572
2	67	63	34	32	14	6300	42	60	57	3	257	1166	50523	3360		0.850
3	63	682	36	238	10	4095	60	75	71	4	950	5894	12534	5516		1.805
4	162	1701	109	398	27	10746	135	127	118	9	1260	13281	59806	67518		1.003
5	180	560	111	303	32	14987	184	117	111	6	2282	26250	64300	500		1.773
6	276	3059	194	1404	80	44400	200	315	295	20	7650	60400	54248	14877		1.382
7	300	3000	121	1369	150	45000	145	219	199	20	9500	9675	108925	19239		1.326
8	228	22546	121	452	40	16200	220	186	176	10	9900	7500	53940	11220		2.067
9	294	3185	169	86	70	28000	210	195	185	10	2800	7345	102832	18169		1.793
10	360	3000	230	256	83	41915	227	362	322	40	3870	11014	82609	14100		2.071
11	420	4410	242	890	80	33600	400	526	486	40	30000	13940	122752	22192		1.625
12	468	5460	290	147	72	38880	240	315	299	16	5400	16000	104450	91691		1.951
13	810	7425	363	579	120	54000	450	318	274	44	94500	24031	162388	45923		1.286
14	1440	16320	726	3430	210	13400	750	1418	1358	60	11808	104675	289770	95048		2.204
15	119	1386	80	149	13	8876	96	83	79	4	1225	5753	44978	4079		1.851

(continua)



APÊNDICE II.— Informação Básica Utilizada na Estimativa da Função de Produção da Soja nos Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

(continuação)

	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>19</sub>
16	144	1440	111	586	32	14970	123	249	237	12	3400	821	58423	1894		1.429
17	240	2720	121	480	40	16000	125	86	66	20	3000	14569	109162	11712		1.588
18	228	1900	143	981	48	14120	180	39	293	16	10800	3335	118026	21360		0.952
19	219	2372	177	300	58	20440	219	244	224	20	657	16236	59167	7564		1.865
20	420	4900	206	244	68	28650	212	22	172	30	1360	51370	81676	14588		2.465
21	420	4200	218	285	72	20160	200	48	387	21	17060	16250	100250	15400		2.168
22	510	5355	242	401	30	11100	300	296	278	18	2940	21625	117513	8207		2.787
23	420	4550	290	701	96	36960	360	441	401	40	1	50875	94270	49978		1.661
24	799	9324	436	480	126	50400	540	415	371	44	32256	69402	155787	53578		2.268
25	42	455	24	86	8	3680	30	39	33	6	615	2499	25847	2442		1.185
26	65	778	31	30	5	3224	43	44	41	3	260	8570	43270	3898		1.229
27	156	1690	73	54	30	23160	90	76	66	10	1320	3281	38806	3645		2.160
28	156	1872	85	116	18	12175	170	1	93	7	700	7500	69068	11566		1.611
29	168	1848	97	173	36	27540	100	235	230	5	2040	21678	93309	16493		1.060
30	240	2600	121	297	28	16912	125	182	166	16	1203	2375	66611	10903		2.283

APÊNDICE II.— Informação Básica Utilizada na Estimativa da Função de Produção da Soja nos Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

(continuação)

	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>19</sub>
31	198	2194	133	489	38	14245	160	127	116	11	5610	11540	69940	14187		1.619
32	198	2145	143	1434	30	20880	180	258	231	27	5538	12691	62360	2000		1.518
33	252	2520	145	435	27	19440	180	295	283	12	1620	21202	56930	12813		1.859
34	240	2600	145	738	21	12600	180	318	292	20	2100	29423	56100	15294		1.805
35	300	3250	157	783	26	17368	200	174	159	15	3188	3936	71114	18228		1.611
36	336	3360	169	152	21	14700	175	340	326	14	4462	26882	51650	11210		2.615
37	312	3380	194	677	32	19200	240	378	358	20	3200	14703	74006	15198		2.128
38	470	4704	230	310	75	29250	270	3	280	20	3990	23335	68240	19240		2.740
39	342	3591	242	1445	40	26720	300	260	240	20	7800	4926	78465	13322		2.028
40	461	4997	286	1541	120	49200	380	49	334	75	1680	26675	72878	15511		2.273
41	504	4872	290	540	63	23310	210	398	368	30	22080	21106	32039	47570		1.772
42	505	6139	298	526	123	73800	410	438	417	21	3096	5862	97111	47094		2.279
43	660	7260	363	300	75	58350	450	490	450	40	4125	63220	107745	23160		2.427
44	1008	11424	581	492	120	84000	720	728	680	48	12960	52163	156055	145933		2.203
45	1260	12600	847	560	450	150000	1000	1622	1533	90	30000	33065	344195	93725		1.672

APÊNDICE II.— Informação Básica Utilizada na Estimativa da Função de Produção da Soja nos Municípios de Guaira, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

(continuação)

	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>19</sub>
46	1500	18750	1210	3099	400	180000	1500	1219	1171	48	19925	62450	468170	59734		1.960
47	144	1700	102	513	32	12320	120	241	234	7	500	94625	67310	21016		0.788
48	216	2160	140	408	0	0	174	293	278	15	3360	10250	64500	12630		1.904
49	247	2925	169	1006	56	21560	210	445	433	12	875	30755	55542	17508		1.795
50	270	2925	169	1204	56	21292	175	212	198	14	9040	18830	62903	14197		1.838
51	360	5820	290	230	96	48480	300	410	350	60	2592	45256	99654	4362		2.523
52	561	6079	351	1911	102	39270	375	673	617	56	13833	54635	116042	19898		1.968
53	720	7800	484	660	120	80400	600	750	710	40	8000	78876	342568	10776		1.338
54	263	2888	218	98	72	25920	180	213	203	10	582	48720	240363	28071		0.627
55	987	11515	569	430	213	78958	704	692	932	30	21648	74447	350385	35515		1.770
56	22	234	14	12	3	1400	18	15	13	2	720	3653	735	53	2160	2.892
57	24	240	14	16	0	0	16	28	26	2	1548	1470	5978	1073	2400	1.676
58	31	267	19	15	6	2816	25	20	19	1	660	600	5968	957	3072	1.624
59	36	321	22	128	10	10000	27	61	58	3	810	2531	24463	2709	3600	0.619
60	32	351	22	8	9	3690	27	73	71	2	675	550	36335	3235	3240	0.676

APÊNDICE II.— Informação Básica Utilizada na Estimativa da Função de Produção da Soja nos Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

															(conclusão)	
Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>19</sub>	
61	43	468	29	91	8	3024	30	47	44	3	52800	9094	5796	27060	4320	0.440
62	48	552	31	20	9	4550	52	45	41	4	520	1978	9778	41	4800	2.110
63	60	650	39	168	13	5248	58	60	56	4	960	13086	12534	327	6000	1.428
64	108	1260	48	49	10	4000	60	87	80	7	3200	3600	21184	3320	8100	2.540
65	120	1200	48	1025	16	12160	60	140	132	8	5280	681	16117	502	14000	1.701
66	89	1110	60	173	13	13120	72	146	118	28	1025	3052	10811	3274	8800	2.218
67	131	1635	68	353	20	8818	73	110	105	5	157	12805	21083	1383	13080	2.355
68	96	1008	73	220	18	7344	75	91	83	8	1500	19468	17653	6787	8320	0.590
69	114	1140	73	287	21	8190	87	86	78	8	1800	2395	18783	4834	9500	1.999
70	144	1440	73	132	12	8640	90	95	89	6	2060	2701	24308	3400	12000	2.414
71	144	1488	73	364	18	9134	90	139	128	11	1500	21211	31923	1166	12000	1.640
72	120	1100	97	455	16	8080	116	141	129	12	5330	3976	18818	7023	10000	1.568
73	210	2940	121	268	30	24600	200	228	214	14	2100	3391	39923	450	21000	2.610
74	48	520	24	17	12	5196	40	80	78	2	1280	666	17962	3619	4800	1.087
75	780	9100	484	620	80	37600	700	8	710	90	2805	35830	75332	47927	65000	2.727

APÊNDICE III.— Combinação das Variáveis Independentes nos Modelos Ajustados

Para a variável dependente  $X_1$

Modelo I:

$X_1, X_2, X_3, X_5, X_6, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo II:

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo III:

$X_1, X_2, X_3, X_5, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo IV:

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo V:

$X_1, X_2, X_3, X_5, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo VI:

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo VII:

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_{10}, X_{11}, X_{15}, X_{19}$

Modelo VIII:

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_{16}, X_{19}$

Modelo IX:

$X_1, X_2, X_5, X_{17}, X_{19}$

Modelo X:

$$X_1, X_2, X_4, X_9, X_{14}, X_{18}, X_{19}$$

Modelo XI:

$$X_1, b_5 X_5, X_2, X_4, X_9, X_{14}, X_{18}, X_{19}$$

Modelo XII:

$$X_1, b_5 X_5, X_2, X_4, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{18}, X_{19}$$

Modelo XIII:

$$X_1, b_5 X_5, X_2, X_4, X_9, X_{14}, X_{19}$$

Modelo XIV:

$$X_1, X_2, X_4, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{19}$$

Modelo XV:

$$X_1, X_2, X_4, X_9, X_{14}, X_{19}$$

Modelo XVI:

$$X_1, X_2, X_4, X_9, X_{19}$$

Modelo XVII:

$$X_1, X_2, X_4, X_9, X_{14}, X_{18}$$

Modelo XVIII:

$$X_1, b_5 X_5, X_2, X_4, X_9, X_{14}, X_{18}$$

Modelo XIX:

$$X_1, b_5 X_5, X_2, X_4, X_9, X_{14}$$

Para a variável dependente  $X_2$

Modelo XX:

$X_1, X_2, X_3, X_5, X_6, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo XXI:

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo XXII:

$X_1, X_2, X_3, X_5, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo XXIII:

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo XXIV:

$X_1, X_2, X_3, X_5, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo XXV:

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{19}$

Modelo XXVI:

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_{10}, X_{11}, X_{15}, X_{19}$

Modelo XXVII:

$X_1, X_2, X_4, X_5, X_{16}, X_{19}$

Modelo XXVIII:

$X_1, X_2, X_5, X_{17}, X_{19}$





APÊNDICE V.— Médias Geométricas das Variáveis, Função de Produção da Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

$Y_1$	(Produção)	=	206,8 toneladas
$Y_2$	(Valor da Produção)	=	Cr\$ 217.900,00
$X_1$	(Terra com Soja)	=	123,2 hectares
$X_2$	(Mão-de-Obra)	=	276 homens-dia
$X_3$	(Adubo)	=	23,76 toneladas
$X_4$	(Valor do Adubo)	=	Cr\$ 9.842,00
$X_5$	(Semente)	=	149 sacos de 60 kg
$X_6$	(Serviço de Máquinas)	=	189 dias de serviço
$X_7$	(Serviço de Trator)	=	175 dias de serviço
$X_8$	(Serviço de Colhedeira)	=	18,4 dias de serviço
$X_9$	(Defensivos)	=	Cr\$ 2.585,00
$X_{10}$	(Serviço de Benfeitorias)	=	Cr\$ 11.220,00
$X_{11}$	(Serviço de Máquinas)	=	Cr\$ 54.000,00
$X_{12}$	(Outras Despesas)	=	Cr\$ 8.331,00
$X_{13}$	(Aluguel de Colhedeira)	=	Cr\$ 7.338,00(1)
$X_{14}$	(Serviço de Capital - Benfeitorias e Máquinas)	=	Cr\$ 7.158,00
$X_{15}$	$(X_9 + X_{12} + X_{13})$	=	Cr\$ 18.110,00
$X_{16}$	$(X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13})$	=	Cr\$ 95.720,00

$$X_{17} (X_4 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13}) = \text{Cr\$ } 114.000,00$$

$$X_{18} (\text{Aluguel de Colhedeira, Variável "dummy"}) = -$$

$$X_{19} (\text{Capacidade Empresarial}) = 1,641$$

(1) Média geométrica dos empresários que alugaram máquinas.

APÊNDICE VI.— Preço dos Fatores de Produção e do Produto Incluídos na Função da Produção da Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

### Preço da soja

O preço médio vigente na safra de 1972/73 foi obtido pela razão:

$$\frac{\text{Valor médio da produção}}{\text{Produção média da amostra}}$$

o valor encontrado foi Cr\$ 1.053,00/tonelada ou Cr\$63,43/saco, arredondado para Cr\$ 65,00.

### Preço da terra

O valor médio obtido por alqueire foi ao redor de Cr\$ 15.000,00 ou, arredondando, Cr\$ 6.200,00 por hectare.

Atribui-se uma remuneração de 6% para a terra (remuneração média obtida pelo capital investido em diversas indústrias de São Paulo corrigindo-se a inflação no período do estudo) e obteve-se o preço de Cr\$ 372,00 por hectare.

### Preço de semente

O preço médio pago pela semente foi de Cr\$ 65,00 por saco de 60 kg. Este valor foi somado com o preço da terra para algumas análises.

### Preço da mão-de-obra

A diária média do trabalhador braçal na região estudada foi de Cr\$ 15,00, no período considerado para o estudo.

### Preço de adubo

Esta variável foi medida em cruzeiros. O seu preço foi fixado em Cr\$ 1,00. Não se adicionou taxa de juros pois julgou-se que seria anulada com a taxa de inflação no período considerado.

### Preço de defensivo.

Esta variável foi medida em cruzeiros. Pelas mesmas razões adotou-se para defensivos o mesmo critério da determinação do preço de adubo. O preço de defensivos foi fixado em Cr\$ 1,00.

### Preço do serviço de máquinas e benfeitorias

Esta variável foi medida em cruzeiros. Para fluxos de serviços em máquinas e benfeitorias são válidas também as considerações feitas para adubo. O seu preço foi fixado em Cr\$ 1,00.

APÊNDICE VII.— Passos para o Ajustamento do Modelo XV (Cobb-Douglas) da Função de Produção da Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

Passos	Coeficientes de Regressão e Erro Padrão das Variáveis Independentes						Valor do $R^2$
	$b_1$	$b_2$	$b_4$	$b_9$	$b_{14}$	$b_{19}$	
1º	0,9801**** 0,0182						0,9737
2º	0,9580**** 0,0471					0,1401**** 0,0471	0,9766
3º	0,7937**** 0,0542				0,1636**** 0,0509	0,2821**** 0,0626	0,9795
4º	0,7234**** 0,0557			0,0368**** 0,0116	0,2054**** 0,0497	0,3292**** 0,0608	0,9821
5º	0,7103**** 0,0562		0,0067* 0,0049	0,0381**** 0,0116	0,2065**** 0,0494	0,3374**** 0,0607	0,9826
6º	0,6877**** 0,0631	0,0150 0,0182	0,0065* 0,0049	0,0376**** 0,0116	0,2144**** 0,0505	0,3474**** 0,0622	0,9827

Nota: \*\*\*\* - indica significância ao nível de 1%; \*\*\* - indica significância ao nível de 5%; \*\* - indica significância ao nível de 10%. \* - indica significância ao nível de 20%.

APÊNDICE VIII.— Estabilidade dos Coeficientes de Regressão (1) do Modelo XV (Cobb-Douglas) da Estimativa da Função de Produção da Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

Variável Independente	Passo	$b_i$	VPMa	$P_x$	VPMa/ $P_x$
$X_1$ (1.768,07)	1º	0,9801	1.732,88	372,00	> 1
	2º	0,9580	1.693,81		> 1
	3º	0,7937	1.403,32		> 1
	4º	0,7234	1.279,02		> 1
	5º	0,7103	1.255,86		> 1
	6º	0,6877	1.215,00		> 1
$X_{19}$	2º	0,1401	-		
	3º	0,2821			
	4º	0,3292			
	5º	0,3374			
	6º	0,3474			
$X_{14}$ (3,16)	3º	0,1636	0,44	1,00	< 1
	4º	0,2054	0,65		< 1
	5º	0,2065	0,65		< 1
	6º	0,2144	0,68		< 1
$X_9$ (89,29)	4º	0,0368	3,29	1,00	> 1
	5º	0,0381	3,40	1,00	> 1
	6º	0,0376	3,36		> 1
$X_4$ - - (22,13)	5º	0,0067	0,15	1,00	< 1
	6º	0,0065	0,14		< 1
$X_2$ (790,26)	6º	0,0150	11,85	15,00	> 1

Nota: Os números entre parêntesis indicam os valores do produto médio dos respectivos fatores de produção.

(1) Quando se estima a equação de produção pelo processo "stepwise"

costuma-se verificar o comportamento dos coeficientes de regressão estimados para cada uma das variáveis. Isto é, se a relação entre o valor da produção marginal do fator em causa e seu preço situa-se sempre acima, abaixo ou próximo da unidade — para se ter melhor garantia se de fato o fator está sendo utilizado parcimoniosamente, em excesso ou bastante próximo do nível "ótimo econômico" para os preços vigentes do fator e do produto.

Procedendo-se desta maneira para com a regressão do modelo XV, obteve-se as direções das relações dadas na última coluna do quadro. Por estas informações científica-se que os coeficientes de regressão estimados são estáveis; os da variável terra ( $X_1$ ), são sempre maiores que a unidade; os da variável serviço de capital ( $X_{14}$ ), sempre inferiores à unidade, e esta variável entra no terceiro passo; os da variável defensivo ( $X_9$ ), que entra no quarto passo, as relações são sempre maiores que a unidade; e os da variável trabalho ( $X_4$ ), que entra no quinto passo, e portanto em número de dois estimados, são sempre inferiores à unidade.





APÊNDICE X.— Valor dos Produtos Médio e Marginal, Coeficientes de Regressão Simples, Preço dos Fatores e Relação entre o Valor do Produto Marginal e o Preço dos Fatores Incluídos no Modelo XIII (Ulveling-Fletcher) na Estimativa da Função de Produção da Soja, Municípios de Guaíra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

	$VPMe_{X_i}$	$b_i$	$VPMa_{X_i}$	$P_{X_i}$	$VPMa/P_{X_i}$
$X_1$ (1)	1.798,07	0,7005	1.238,53	372,00 447,40(2)	3,329 2,768
$X_2$	790,26	0,0132	10,04	15,00	0,669
$X_4$	22,13	0,0064	0,14	1,00	0,140
$X_9$	84,29	0,0380	3,20	1,00	3,200
$X_{14}$	3,16	0,2115	0,67	1,00	0,670

(1) O coeficiente de regressão da variável  $X_5 \log X_1$  sendo praticamente igual a zero não modifica a elasticidade parcial da terra ( $X_1$ ).

(2) Considerando-se o fator  $X_1$  como uma associação de terra e semente, na proporção de um alqueire de terra e 1,18 sacos de semente.

APÊNDICE XI.- Passos para o Ajustamento do Modelo XIII (Ulveling-Fletcher) da Função de Produção da Soja, Municípios de Guafra, Ipuã, Morro Agudo e São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1972/73

Passos	Coeficientes de Regressão e Erro Padrão das Variáveis Independentes							Valor de R <sup>2</sup>
	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub> (1)	b <sub>9</sub>	b <sub>14</sub>	b <sub>19</sub>	
1º	0,9801**** 0,0188							0,9737
2º	0,9580**** 0,1401						0,1401**** 0,0471	0,9766
3º	0,7937**** 0,0542					0,1636**** 0,0509	0,2821**** 0,0626	0,9795
4º	0,7234**** 0,0557				0,0368**** 0,0116	0,2054**** 0,0497	0,3292**** 0,0608	0,9821
5º	0,7103**** 0,0562		0,0067* 0,0049		0,0381**** 0,0116	0,2065**** 0,0494	0,3374**** 0,0607	0,9826
6º	0,6877**** 0,0631	0,0150 0,0188	0,0065* 0,0049		0,0376**** 0,0116	0,2144**** 0,0505	0,3474**** 0,0622	0,9827
7º	0,7005**** 0,711	0,0132 0,0195	0,0064* 0,0049	-0,0000 (0,0492)	0,0380**** 0,0117	0,2115**** 0,0514	0,3433**** 0,0634	0,9828

(1) Coeficiente da expressão que modifica a elasticidade da variável X<sub>1</sub>, no modelo Ulveling/Fletcher.

Nota: \*\*\*\* - indica significância ao nível de 1%; \*\*\* - indica significância ao nível de 5%; \*\* - indica significância ao nível de 10% e \* - indica significância ao nível de 20%.

APÊNDICE XII.— Amostragem (4)

A população cadastrada era constituída de 972 propriedades produtoras de soja. Como a população apresentasse uma variabilidade de grande (de 1,2 ha a 121 ha) foi feita uma estratificação visando reduzir o número de elementos necessários na amostra.

O cálculo da amostra foi feito a partir das informações de áreas cultivadas com soja, visto que este era o dado disponível a respeito e seria razoável supor que estivesse correlacionado com as variáveis que interessam ao cálculo do custo de produção.

Inicialmente estimou-se o tamanho total da amostra com as fórmulas (5)

$$n_0 = \frac{(\sum N_h s_h)^2}{V}$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{\sum N_h s^2 h}{V}} \quad (6)$$

onde:

$N_h$  = população do estrato  $h$

$s_h$  = erro padrão do estrato  $h$

$V$  = variância estimada, com erro admitido de 5%

Para alocação por contrato, foi distribuída a amostra total proporcionalmente à variância e ao número de elementos da população

(4) Extraída de Laerte Pereira Rodrigues: Projeto de Pesquisas de Custo de Produção de Soja na Região de Ribeirão Preto

(5) O livro básico para o estudo de amostragem foi o de W.G. Cochran, Sampling Techniques.

(6) Correção para população finita.

no estrato através da fórmula

$$N_h = n \frac{NH \cdot sh}{\sum NH \cdot sh}$$

Tendo o último estrato (mais que 700 ha) apresentado variância muito alta e possuindo número pequeno de elementos, somente quatro, aptou-se pela realização de censo neste estrato.

Foram entrevistadas 115 empresas.

APÊNDICE XIII.— Retorno Líquido Marginal, Taxa Marginal de Retorno e Elasticidade da Taxa Marginal de Retorno. (7)

Retorno Líquido Marginal

O retorno líquido marginal (RLMa) da unidade de ordem  $i$  de um fator de produção  $j$  é a diferença entre a receita adicional ( $\Delta R$ ) devida ao uso dessa unidade e o custo adicional ( $\Delta C$ ) do uso da mesma unidade:

$$RLMa_{X_j} = \Delta R_{X_j} - \Delta C_{X_j} \quad (1)$$

Em condições de mercado perfeitamente competitivo para produto e fatores de produção a receita adicional ( $\Delta R$ ) pelo uso de unidade de ordem  $i$  do fator de produção  $j$  é dada pelo valor do produto marginal ( $VPMa_{X_j}$ ), e o custo adicional deste fator é o seu preço ( $P_{X_j}$ ). Onde:

$$RLMa_{X_j} = VPMa_{X_j} - P_{X_j} \quad (2)$$

No ponto em que é definido o nível ótimo de emprego do recurso, ou seja o "ótimo econômico", ocorre a igualdade

$$VPMa_{X_j} = P_{X_j} \quad (3)$$

Neste ponto o retorno líquido marginal é igual a zero, pois que, de (3) tem-se:

$$VPMa_{X_j} - P_{X_j} = \text{zero} \quad (4)$$

(7) Baseado em Hércio Pereira Ladeira (17) José Alexandre de Souza Menezes (19) e Antonio Carvalho Campos (6).

E igualando-se (2) a (4) tem-se:

$$RLMa_{X_j} = \text{zero} \quad (5)$$

### Taxa Marginal de Retorno

A taxa marginal de retorno (TMR) é a relação entre o retorno líquido marginal da unidade de ordem  $i$  do fator de produção  $j$ , em causa, e o custo da unidade deste fator. Representa o retorno monetário líquido, à margem, quando se investe uma unidade monetária no fator de produção considerando:

$$TMR_{X_j} = \frac{\Delta R_{X_j} - \Delta C_{X_j}}{\Delta C_{X_j}} \quad (6)$$

$$TMR_{X_j} = \frac{VPMa_{X_j} - P_{X_j}}{P_{X_j}} \quad (7)$$

$$TMR_{X_j} = \frac{VPMa_{X_j}}{P_{X_j}} - 1 \quad (8)$$

Quando é alcançado o "ótimo econômico" em que há a igualdade dada pela equação (3), também a taxa marginal de retorno é igual a zero, já que

$$TMR_{X_j} = 1 - 1 \quad (9)$$

$$TMR_{X_j} = \text{zero} \quad (10)$$

Tanto a taxa marginal de retorno como o retorno líquido mar

ginal podem ser positivos, decrescerem até o ponto de "ótimo econômico" quando se tornam iguais a zero, passam a negativos e continuam a diminuir.

### Elasticidade da Taxa Marginal de Retorno

Elasticidade da taxa marginal de retorno em relação ao preço do produto é a relação entre a variação relativa na taxa marginal de retorno e a variação relativa no preço do produto — no caso presente, a soja.

$$\epsilon_{TMR} = \frac{\Delta TMR / TMR}{\Delta P_y / P_y} \quad (11)$$

onde:

$\epsilon_{TMR}$  = Elasticidade arco da taxa marginal de retorno

$\Delta TMR$  = Variação na taxa marginal de retorno

$TMR$  = Taxa marginal de retorno

$\Delta P_y$  = Variação no preço do produto

$P_y$  = Preço do produto

Quando a variação no preço do produto tende para zero, tem-se a equação (11) modificada para:

$$\epsilon_{TMR} = \lim_{P_y \rightarrow 0} \frac{\delta TMR / TMR}{\delta P_y / P_y} \quad (12)$$

Sendo:

$$\frac{\delta TMR}{\delta P_y} = \frac{PFMa_{X_j}}{P_{X_j}} \quad (13)$$

Tem-se:

$$\epsilon_{TMR} = \frac{PFMa_{X_j}}{P_{X_j}} \cdot \frac{P_y}{TMR} \quad (14)$$

ou

$$\epsilon_{TMR} = \frac{VPFMa_{X_j}}{P_{X_j} \cdot TMR} \quad (15)$$



doacar novo  
art 300. no (avaliação)  
2.5.80

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRICOLA  
SECRETARIA DA AGRICULTURA DO EST. DE S. PAULO

— BIBLIOTECA —

SERVIÇO DE BIBLIOTECA  
E DOCUMENTAÇÃO IEA  
Tombo: 7911