

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS ECONÔMICAS — IEPE

**Análise Econômica na Aplicação de Nitrogênio, Fósforo e
Potássio em um Experimento de Mandioca,
Uma Alternativa Metodológica**

Derli Dossa

Tese de Conclusão dos Cursos de Pós-Graduação em Economia Rural
e Sociologia Rural — N° 75

Porto Alegre

1 9 8 0

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS ECONÔMICAS - IEPE

ANÁLISE ECONÔMICA NA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E
POTÁSSIO EM UM EXPERIMENTO DE MANDIOCA. UMA ALTERNATIVA
METODOLÓGICA

DERLI DOSSA

TESE DE CONCLUSÃO DOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECONOMIA RURAL E SOCIOLOGIA RURAL - N° 75

PORTO ALEGRE

1980

*À Financiadora de Estudos e Projetos
(FINEP) os agradecimentos do Centro
de Estudos e Pesquisas Econômicas pe
la colaboração financeira prestada
para a elaboração e divulgação des-
te trabalho.*

Professores Orientadores: Atos Freitas Grawunder
Eli de Moraes Souza
Nelson Emilio Michel

Banca Examinadora:

Presidente: Edgar Augusto Lanzer
Atos Freitas Grawunder
Otto Guilherme Konzen
Aray Miguel Feldens
Reinaldo Ignácio Adams

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1.1. Aspectos gerais da cultura da Mandioca	7
1.2. Aspectos econômicos da Mandioca no Brasil	9
1.2.1. Produção	9
1.2.2. Industrialização	10
1.2.3. Perspectivas brasileiras	10
1.3. Situação da cultura no Rio Grande do Sul	11
1.3.1. Situação econômica	11
1.3.2. Solo e Adubação	12
1.3.3. Municípios produtores	12
1.4. Problema	13
1.5. Objetivos	14
1.5.1. Geral	14
1.5.2. Específicos	15

CAPÍTULO II - MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Introdução	16
2.2. Processo Experimental	16
2.2.1. Delimitação experimental	16
2.3. Função de Produção	18
2.4. O modelo de programação linear	18
2.4.1. Problemas ocasionados pela aplicação de Programação Linear na seleção dos processos eficientes	19
2.4.2. Correção para Heteroscedasticidade	22
2.4.3. Correção para Correlação dos erros	23
2.5. Forma funcional e estimação de seus parâmetros	24
2.5.1. Modelo Estatístico	25
2.6. Comentário final	25

CAPÍTULO III - ANÁLISE ESTATÍSTICA

3.1. Introdução	27
3.2. Limitações do experimento	27
3.3. Utilização da técnica Stepwise	27
3.4. Análise do modelo de Programação Linear	28
3.5. Modelos matemáticos	29
3.5.1. Modelo polinomial	30
3.5.2. Modelo polinomial e sua correção para correlação de erros	31
3.5.3. Modelo polinomial com correção para Heteroscedasticidade	31
3.5.4. Análise comparativa entre os modelos ajustados	32
3.5.5. Análise dos erros padrões	32
3.6. Considerações finais	32

CAPÍTULO IV - ANÁLISE ECONÔMICA

4.1. Introdução	35
4.2. Função de Produção	35
4.3. Cálculo do Valor atual dos preços e conversão das quantidades de fertilizantes	36
4.4. Cálculo do ponto de eficiência econômica	39
4.5. Análise comparativa entre receitas líquidas com a utilização de insumos e a tradicional	39
4.6. Análise das variações nas relações de preço insumo-produto	40
4.7. Cálculo do ponto de máxima produção física	41
4.8. Limitações	42
4.9. Comentário final	42

CAPÍTULO V - RESUMO, CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1. Introdução	43
5.2. Conclusões	45
5.3. Sugestões	46

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela</i>		<i>Página</i>
I	<i>Área, Produção e Produtividade da Mandioca no Brasil</i>	9
II	<i>Situação da Mandioca nos principais Estados Produtores Brasileiros</i>	10
III	<i>Obtenção do álcool da Mandioca e Cana-de-Açúcar</i>	11
IV	<i>Produção Física e valor da produção das principais culturas no Rio Grande do Sul</i>	12
V	<i>Adubação em Mandioca no Rio Grande do Sul - 1970</i>	12
VI	<i>Produção de Mandioca em kg/ha</i>	30
VII	<i>Regressões ajustadas pela equação polinomial</i>	33
VIII	<i>Comparação dos erros padrões</i>	34
IX	<i>Preços médios pagos pelos agricultores aos insumos e recebidos pela mandioca no Rio Grande do Sul</i>	38
X	<i>Comparativo do rendimento, receitas líquidas e aplicações de insumos</i>	40
XI	<i>Efeito nas produtividades e receitas líquidas quando aumentam-se os preços da Mandioca</i>	41
XII	<i>Sumário dos resultados da análise econômica</i>	45

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Dada a importância da mandioca, tanto a nível macro-econômico para produção de álcool quanto a nível do agricultor, para consumo de produção animal, procurou-se focalizar aqui a questão da economicidade de aplicação de fertilizantes inorgânicos à produção de mandioca. Geralmente trabalhos deste tipo têm como base experimentos de fertilização, através dos quais se estima uma superfície de resposta que possibilite conclusões sobre a economicidade do uso de fertilizantes. Este estudo não foge à regra mas apresenta uma alternativa metodológica. Esta alternativa prende-se à aplicação de programação matemática aos dados do experimento como um passo anterior à estimação de superfície de resposta, com o objetivo de identificar a existência de processos ineficientes nos resultados dos experimentos e sua conseqüente eliminação ou substituição. Assim se possibilita, a nosso entender, a obtenção de melhor superfície de resposta, e subsídios a um melhor entendimento da resposta à fertilização e com isto um julgamento mais correto do valor do experimento.

No primeiro capítulo procura-se traçar um panorama geral da mandioca no Brasil. Segue-se a problemática acarretada pelos pontos de estrangulamento na cultura da mandioca; e ao final, apresenta-se o objetivo geral e os específicos deste trabalho.

O segundo capítulo apresenta inicialmente, a metodologia empregada, modelo de programação linear utilizado na seleção dos processos eficientes, correção para as violações das hipóteses de M.Q.C., (heteroscedasticidade e correlação de erros), e os modelos matemáticos utilizados para o melhor ajustamento aos dados experimentais.

O terceiro capítulo apresenta a análise estatística dos modelos matemáticos ajustados, selecionando-se o melhor como base para a análise econômica.

No capítulo quarto apresenta-se a análise econômica, e o método usado nesta análise. Discute-se também as modificações que ocorreriam na aplicação de fertilizantes quando houvesse variações do preço dos insumos e variações crescentes no preço da mandioca.

Finalmente, no capítulo cinco apresenta-se um resumo desta tese, conclusões e sugestões a novos trabalhos nesta área, bem como à pesquisa agrônômica.

1.1. Aspectos gerais da cultura da mandioca

O Brasil é o maior produtor mundial de mandioca, com uma produção anual estimada ao redor de 26 milhões de toneladas, constituindo-se a mandioca a cultura de subsistência mais importante para a população de baixa renda. É também considerável e crescente sua importância como alimento para os animais e como matéria prima para pro-

dução de álcool carburante.¹

O uso mais abundante da mandioca se faz sob a forma de farofas, mingaus, beijos e bebidas fermentadas. O mingau chamado chibê, preparado com farinha de mandioca e rapadura, constitui o alimento predominante do trabalhador de uma extensa área, do Nordeste Brasileiro.²

Mandioca é uma planta dicotiledônea, da família Euphorbiaceae, gênero Manihot, espécie dulcis e utilissima (esculenta-Grantz) sendo que a presença de princípios tóxicos nas raízes tem sido uma característica muito observada na separação de cultivares de mandioca brava e mandioca mansa. Esta divisão entretanto, é válida apenas para determinadas condições, pois é sabido que cultivares "mansas" podem tornar-se "bravas" em condições ecológicas diferentes. Inúmeros autores têm procurado estabelecer correlação de toxicidade com algum caráter morfológico estável. Cientificamente, nada foi acrescentado até o presente momento. Numerosas experiências têm demonstrado que o ácido cianídrico é completamente eliminado durante as diversas operações do preparo da farinha. Podem ser, pois, utilizadas, variedades "mansas" e "bravas", indistintamente, estando a escolha subordinada apenas aos rendimentos agrícolas apresentados.³

As ramas, galhos e folhas da mandioca têm sido repetidamente indicadas na literatura específica brasileira como boa forragem para animais domésticos, especialmente para o gado leiteiro. Infelizmente esta riqueza potencial, tem sido pouco aproveitada, pois apesar da parte aérea ser mais rica em proteínas do que a raiz, vem sendo pouco utilizada como fonte alimentar. Um hectare de mandioca, pode render em média cerca de 15 toneladas de hastes e folhas verdes. Não só há mercado interno potencial para essa forragem, como também externo, pois não existe no mercado internacional em quantidade suficiente e preços competitivos, produto tão rico em proteínas, com a forragem integral dessa cultura.⁴

Entretanto, este trabalho versará especificamente sobre a raiz da mandioca, devido a sua importância econômica atual, e às perspectivas que se apresentam no futuro com a produção de álcool combustível a partir do seu processamento industrial. A este respeito, o Governo tem elaborado programas específicos (Proálcool), visando a gradativa substituição da gasolina pelo álcool em motores de automóveis, principalmente após 1980, conforme previsões das indústrias automobilísticas.

-
1. PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura. Departamento de Economia Rural. A Mandioca. Paraná, 1975. p. 3. Mimeografado
 2. BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Mandioca; aspectos da cultura e da indústria. Fortaleza, s.d.
 3. O QUE a mandioca tem. Petrobrás. Rio de Janeiro, (270):24-9. nov./dez. 1974.
 4. BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Op. cit., p. 227.

Muitos são os sub-produtos obtidos da raiz da mandioca, despertando com isso, no mundo, grande interesse até mesmo em países sem problemas alimentares para resolver, pois é uma poderosa opção como substituto ou complementar da alfafa, milho, sorgo, etc. Assim, podem ser relacionados os seguintes usos.⁵

- a) Produção de forragem (ramas);
- b) Produção de raízes para alimentação humana e animal;
- c) Produção de raízes para a indústria;
 - de farinha de mesa
 - de fécula (amido)
 - de raspas, farinha panificável e pellets
 - de álcool etílico ou etanol.

1.2. Aspectos econômicos da mandioca no Brasil

1.2.1. Produção

A mandioca, em 1975, ocupou o 2º lugar em quantidade produzida, atingindo 26.117.614 toneladas, com um valor de Cr\$ 3.719.148.200,00,⁶ entretanto, a oferta da mandioca estabilizou-se a partir de 1973, num nível de produção inferior ao período de 1968 a 1972 (Tabela I). As indústrias elevaram sua capacidade ociosa e os preços dos derivados ao nível do consumidor, tornam-se mais altos.

TABELA I - ÁREA, PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA NO BRASIL, 1965-77.

ANO	ÁREA (ha)	PRODUÇÃO (ton)	PRODUTIVIDADE (kg/ha)
1965	1.749.900	24.992.500	14.282
1966	1.779.800	24.710.000	13.883
1967	1.914.400	27.268.100	14.243
1968	1.998.100	29.203.200	14.616
1969	2.029.300	30.073.900	14.819
1970	2.024.557	29.464.275	14.553
1971	2.071.200	30.229.100	14.594
1972	2.052.600	29.828.900	14.532
1973	2.103.751	26.527.005	12.609
1974	2.006.222	24.797.636	12.360
1975	2.041.416	26.117.614	12.793
1976	2.105.323	26.446.153	12.561
1977	2.199.807	26.510.531	12.051

FONTE: SEAG/PARANÁ/CEP/ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL*

* Para os anos 1975, 76 e 77 os dados foram fornecidos pela Secretaria da Agricultura, e Comissão de Financiamento da Produção.

5. CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO DE SERGIPE. Indústria de derivados da mandioca; estudo de viabilidade. Aracaju, 1966. p. 39

6. AGRICULTURA. Produção vegetal. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 38: 339, 1977.

A cultura da mandioca é generalizada em todo Brasil, destacando-se como Estados produtores, em 1975, Bahia, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, que no conjunto contribuíram com 40,3% (Tabela II) da produção nacional. A produtividade da Bahia e Minas Gerais são superiores à média, ao passo que o Rio Grande do Sul, apesar de ocupar o 2º lugar na quantidade produzida, apresenta uma produtividade muito inferior à mediana nacional.

TABELA II - SITUAÇÃO DA MANDIOCA NOS PRINCIPAIS ESTADOS PRODUTORES BRASILEIROS - 1975.

ESTADO	ÁREA (ha)	PRODUÇÃO (ton)	PRODUTIVIDADE (kg/ha)
Bahia	300.568	5.109.656	17.000
Rio Grande do Sul	266.429	3.165.972	11.882
Minas Gerais	137.665	2.245.633	16.312

FONTE: Anuário Estatístico do Brasil - 1977 - p. 350.

1.2.2. Industrialização

A partir de 1930, houve o reconhecimento governamental da necessidade de instalação de indústrias para fábricas de farinha de raspas, amido e álcool. Instaladas em mais de dez Estados brasileiros, a maior concentração ocorreu em São Paulo. Várias fábricas de máquinas e aparelhos se montaram e se projetaram, algumas delas de conhecidos grupos estrangeiros, que há longos anos se ocupavam com indústrias similares na Europa. No interior foram implantadas pequenas instalações domésticas para fabricação de TIQUIRA (aguardente de mandioca) e também as TAFONAS. Houve também na época poderoso incentivo para o uso do álcool da mandioca em perfumes e bebidas, dadas suas características de álcool fino, sem traços de odores orgânicos.

Distingue-se assim, nesta fase inicial da indústria do álcool de mandioca, dois programas visando seu processamento; de um lado destilarias, com objetivo de suprir as indústrias de perfumes e bebidas e de outro, pretendendo já, com maior amplitude de visão, contribuir para a solução do problema de carburante do Brasil. Foi instalada a Usina de Álcool motor de Divinópolis em Minas Gerais, com uma capacidade de 5.000 litros diários de álcool retificado. Todavia, durante a segunda guerra, essa fábrica foi fechada e outras no Rio de Janeiro e Maranhão, que já estavam montadas, não chegaram a funcionar, perdendo-se completamente a maquinária.

1.2.3. Perspectivas brasileiras

Pela análise da tabela I, observa-se que nos últimos anos está havendo não apenas uma estagnação da produção, mas principalmente uma queda de produtividade em relação ao período de 1965 a 1972. Todavia as perspectivas de expansão do mercado consumidor de álcool para fins carburantes e industriais, apresentam-se favoráveis, em face de substitubilidade de alguns produtos derivados do petróleo pelo álcool, o que deverá estimular a produção de mandioca.

Como exigência econômica e social, devido aos altos preços do petróleo, o Programa Nacional de Alcool (PROÁLCOOL), instituído pelo Governo Federal pelo Decreto nº 76.593 em 14.11.75, representa a solução imediata para a rápida escalada da produção nacional deste produto, que servirá como sucedâneo para a gasolina, na solução dos nossos problemas energéticos.

Ainda, como pode ser observado na tabela III, o volume de álcool extraído de uma tonelada de mandioca, é superior ao extraído da mesma quantidade da cana-de-açúcar.

TABELA III - OBTENÇÃO DO ÁLCOOL DE MANDIOCA E CANA-DE-AÇÚCAR

MANDIOCA (1 ton)	CANA-DE-AÇÚCAR (1 ton)
Amido - 162 kg	Sacarose - 342 kg
Glucose - 180 kg	Glucose - 360 kg
Álcool etílico - 183,27 litros	Álcool etílico - 70,15 litros

FONTE: Anuário Agrícola Brasileiro, 1976.

1.3. Situação da cultura no Rio Grande do Sul

1.3.1. Situação econômica

O Rio Grande do Sul tem-se destacado como grande produtor de mandioca. Sua produção nos últimos anos situou-se em torno de 3 milhões de toneladas. Do total produzido no Estado, cerca de 60% procede do Alto Uruguai, Planalto Médio, Encosta Inferior do Nordeste, Missões e Depressão Central. Apesar de ser em 1975 o segundo maior produtor do Brasil, não é alta a produtividade por hectare; isto se deve principalmente ao fato de a mandioca constituir-se numa cultura secundária, não sendo portanto, objeto de maiores investimentos em práticas culturais. Em média são colhidas 12 t/ha em lavouras de um ciclo, podendo aumentar para 20 t/ha em lavouras de 18 a 20 meses (2 ciclos).⁷

A cultura da mandioca ocupa a quinta posição, em valor econômico, entre as lavouras do Rio Grande do Sul (tabela IV), o 2º lugar em quantidade produzida e 6% das áreas cultivadas.⁸ (Veja tabela IV a seguir)

7. BORSSATO, Ivo & ROCHA, José Alfredo. Superintendência do planejamento. Possibilidades de expansão das culturas energéticas potencialmente; mandioca, cana-de-açúcar. Porto Alegre, Secretaria de Estado da Agricultura. Comissão Estadual de Planejamento Agrícola, 1975. p. 12-17.

8. Ibid. p. 28.

TABELA IV - ÁREA PRODUÇÃO FÍSICA E VALOR DA PRODUÇÃO DAS PRINCIPAIS CULTURAS NO RIO GRANDE DO SUL, 1975.

CULTURA	ÁREA	PRODUÇÃO	VALOR DA PRODUÇÃO Cr\$ 1.000,00
Mandioca	266.429 ha	3.165.972 t	1.399.987
Soja	3.113.286 ha	4.688.521 t	5.462.262
Arroz	468.585 ha	1.803.657 t	2.959.807
Milho	1.524.138 ha	2.367.322 t	1.560.151
Trigo	1.898.923 ha	1.234.300 t	2.002.453

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1977. p. 350-78 - Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul.

1.3.2. Solo e Adubação

A mandioca encontra condições favoráveis para seu cultivo nos climas tropicais e subtropicais, e solos em pH entre 5,5 e 6,5, arenosos ou silico arenosos.⁹

O uso de fertilizantes químicos em mandioca no Rio Grande do Sul é baixo, como pode se verificar pela tabela V. A maior parte dos agricultores não os utiliza, preferindo a adubação orgânica. De qualquer modo, a maioria não utiliza qualquer tipo de adubo.

TABELA V - ADUBAÇÃO EM MANDIOCA NO RS (1970)

TIPO DE ADUBO	QUANTIDADE PRODUZIDA DE MANDIOCA
Químico	70.834 t
Orgânicos	316.477 t
Químicos ± Orgânicos	56.699 t
Sem adubação	3.163.748 t

FONTE: Censo IBGE, 1970.

1.3.3. Municípios produtores

No Estado do Rio Grande do Sul os municípios de maior produção são os de bacia leiteira, ou suinocultura intensa, destacando-se os municípios de Três Passos, Gravataí e Montenegro.

A área cultivada de mandioca nos municípios gaúchos tem variado bastante nos últimos anos. No entanto, a tendência geral é de diminuição desta área, principalmente devido ao incremento da cultura da soja.¹⁰

9. MACHADO, Ernestino Lopes. A Mandioca. Taquari, Secretaria de Estado da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1972. p. 7. Mimeografado

10. BORSSATTO & ROCHA, p. 54.

1.4. Problema

A cultura da mandioca apresenta certos entraves ao seu desenvolvimento tanto nos aspectos físicos (tamanho, qualidade) como nos aspectos econômicos (preço, comercialização, crédito, etc.).

Neste sentido, segundo Carlos Adalberto de Carvalho Dias,¹¹ os fatores que influenciam negativamente a cultura são: mudas pequenas, falta de variedades melhoradas, acidez dos solos, plantio em distâncias inconvenientes, tratos culturais deficientes, falta de combate a pragas e doenças, falta de tecnificação de lavoura, falta de tratamentos preventivos, falta de utilização de adubos, época de plantio inadequada, falta de políticas específicas de crédito para cultura, falta de mecanização da lavoura, falta de preços que cubram os custos com a cultura e a instabilidade do mercado consumidor. Os inconvenientes provocados por essas condições, atuam como limitantes para a cultura em termos de produção e produtividade.

As características agrônômicas da mandioca evidenciam que as plantas muito pequenas ou muito grandes não são as mais produtivas, sendo que as de porte médio, tem uma produtividade maior; em termos médios a mandioca tem seu rendimento prejudicado por uma profusão de variedades, e sabe-se que os mandiocais mistos oferecem desvantagens, apresentando problemas na época de colheita, devido a ciclos diferentes. Ainda que o clima e solos sejam propícios ao plantio, o fator seleção (variedade melhorada) continua a ser dos mais importantes, tanto nos aspectos de variedades mais propícias como na escolha de indivíduos mais fortes.¹²

O plantio em distâncias inconvenientes, provoca uma competição em água, luz e nutrientes, diminuindo com isso a produtividade, quando o espaçamento for muito pequeno.

Por outro lado, não há uma conscientização geral de que os mandiocais devam ficar sempre limpos, com a aplicação de meios mecânicos ou aplicação de herbicidas. É comum observar-se plantações completamente invadidas pelas ervas daninhas; neste caso o diâmetro, da rama de mandioca não vão além de 2 cm.

Quanto às pragas que atacam essa cultura destaca-se o mandorová como causador de maiores prejuízos, e entre as doenças a Bacteriose. O não combate poderá provocar um decréscimo de 50% na produtividade da cultura.¹³

Os produtores em geral utilizam processos rudimentares de plantio e colheita que remontam há décadas passadas, acarretando com isso um decréscimo do rendimento da mandioca. Apenas em alguns casos, em especial quando situados próximos a centros urbanos, os agricultores utilizam tecnologia melhorada.

11. DIAS, p. 11.

12. MACHADO, p. 12.

13. BORSSATTO & ROCHA, p. 84.

A melhor época de plantio é também importante no processo de desenvolvimento da cultura, pois implica numa racionalização de produção, trazendo com isso aumentos na produtividade.

Entre os vários aspectos agrônômicos, o principal fator limitante da produtividade da mandioca é a ausência de uma adubação racional. Como resultado observa-se grande número de falhas na plantação e plantas fracas em consequência da pobreza das terras.

O baixo rendimento fica caracterizado quando comparam-se as produtividades das lavouras Riograndenses com outros Estados Brasileiros, estando mesmo abaixo do rendimento médio do País,¹⁴ como se verifica nas tabelas I e II.

A esses fatores de ordem técnica desfavoráveis à evolução da cultura da mandioca, somam-se os de ordem econômica, principalmente o preço e a instabilidade do mercado, afetando a todos os agricultores que exploram essa cultura sendo fatores de desestímulo ao plantio quando as perspectivas do mercado forem de baixa.

Os dados experimentais indicam que a aplicação de fertilizantes (N, P_2O_5, K_2O) provoca aumentos na produtividade da cultura, chegando a atingir mais de 60 toneladas por hectare em 20 meses, do plantio à colheita.

Apesar da grande produção e consumo de mandioca, é preciso saber quais as quantidades de fertilizantes que resultam em maiores receitas líquidas aos agricultores. A pergunta fundamental que se faz, é se em termos econômicos, a nível de produtor, convém aplicar fertilizantes ou permanecer no cultivo tradicional.

Levando-se em consideração a importância que representa a mandioca para o minifúndio brasileiro, como meio de renda e alimentação, torna-se necessário saber se o uso de adubos inorgânicos (fertilizantes) consegue trazer maiores benefícios aos agricultores. Estes benefícios podem ser visualizados tanto em termos de renda com a cultura quanto em termos de manutenção da atual produção e consequente liberação da área para cultivos mais rendosos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Geral

O objetivo geral do presente trabalho será a identificação de melhores combinações de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, que aplicados na cultura da mandioca, permitem atingir os níveis ótimos econômicos e com isto oferecer subsídios a políticas econômicas para essa cultura.

14. BRASIL. Ministério da Agricultura. Superintendência do Planejamento. Produção e Abastecimento; perspectivas e proposições. Brasília, 1975.

1.5.2. Específicos

1. Determinar uma função de produção que melhor defina a superfície de resposta da mandioca à adubação - N, P_2O_5 e K_2O ;
2. Fazer uma análise econômica da função de produção obtida;
3. Comparar as receitas líquidas conseguidas com o sistema moderno - aumento de produtividade obtido pela aplicação de fertilizantes e o tradicional, visando determinar a economicidade da adoção do primeiro.

CAPÍTULO II

MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Introdução

Neste capítulo apresenta-se a metodologia, através da qual pode se chegar ao ajustamento matemático nos dados experimentais e à análise econômica da função de produção.

Na primeira parte são expostos os dados experimentais que servirão de base para a estimação da função de produção. Da conceituação de função e processo de produção, verifica-se o inter-relacionamento existente entre ambos. A seguir, é apresentado o modelo de programação linear utilizado a partir dos dados experimentais para a seleção de processos eficientes de produção. Com a aplicação de programação linear aos resultados experimentais, obtêm-se diferentes quantidades de produção, formando um novo vetor de produção (R), definido como $R = A|Y$. Essa transformação gera problemas de correlação dos erros e heterocedasticidade. Resolveu-se o problema com a utilização de duas alternativas: Corrigindo para Heterocedasticidade e para a correlação de erros (super-correção). Desta forma tem-se a matriz $A|^{-1}$, sendo então possível a estimação por Aitken, sendo que esta é a que melhor se adapta ao estudo.

Na última parte, apresenta-se o modelo estatístico utilizado para a estimação dos parâmetros da função de produção.

2.2. Processo Experimental

Os resultados de produção utilizados para este estudo foram obtidos através de um experimento de campo, instalado na estação experimental de Taquari - RS, pelo Engenheiro Agrônomo Tasso Souza, técnico da Secretaria da Agricultura desse Estado.

O ensaio foi instalado no dia 13 de outubro de 1972, num tipo de solo de nominado "Bom Retiro", que corresponde a 1% do solo gaúcho. Teve a duração de 20 meses, considerando o período de tempo transcorrido entre a instalação e a colheita do produto.

2.2.1. Delineamento Experimental

Objetivando determinar os efeitos da adubação na produtividade da mandioca, estudou-se o comportamento da aplicação de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em três níveis, e do calcário em um nível fixo, num experimento com delineamento fatorial $3 \times 3 \times 3$, sem repetição.

a - Calcário

Foram aplicados 3.000 kg por hectare de calcário dolomítico com PRNT 83%, homogeneamente em todo local do experimento, 6 meses antes do estabelecimento do mesmo, levando em consideração a necessidade do calcário para elevar o pH do solo até

6,5, segundo o método SMP, conforme análise química do solo e orientação oficial do laboratório de solos da Secretaria de Estado da Agricultura do Rio Grande do Sul.

Os fertilizantes e níveis de adubação aplicados foram:

b - Nitrogênio - N

$$N_0 = 0 \text{ kg/ha}$$

$$N_1 = 40 \text{ kg/ha (10 kg no plantio e 30 kg em cobertura)}$$

$$N_2 = 80 \text{ kg/ha (20 kg no plantio e 60 kg em cobertura)}$$

c - Fósforo - P_2O_5

$$P_0 = 0 \text{ kg/ha de } P_2O_5$$

$$P_1 = 130 \text{ kg/ha de } P_2O_5$$

$$P_2 = 260 \text{ kg/ha de } P_2O_5$$

d - Potássio - K_2O

$$K_0 = 0 \text{ kg/ha de } K_2O$$

$$K_1 = 60 \text{ kg/ha de } K_2O$$

$$K_2 = 120 \text{ kg/ha de } K_2O$$

A tecnologia da condução do experimento foi a seguinte:

a - Os fertilizantes foram incorporados junto às ramas plantadas em 13 de outubro de 1972, sendo que cinquenta dias após houve replantio das covas falhadas;

b - Cento e cinquenta dias após o plantio foi realizada a aplicação do Nitrogênio em cobertura, manualmente;

c - Aos trezentos e sessenta e cinco dias do plantio voltou-se a incorporar os fertilizantes N, P_2O_5 e K_2O nas mesmas doses da primeira aplicação, ou seja, repetiram-se os tratamentos nos mesmos níveis e da mesma forma anterior;

d - Com relação aos tratos culturais, não houve necessidade de tratamentos fitossanitários, sendo realizadas, entretanto, quatro capinas, sendo duas nos oito primeiros meses, e duas após os doze meses do início do ensaio;

e - A variedade de mandioca escolhida para a realização deste experimento foi a Paraguaiana, procedente da própria estação experimental, sendo bastante difundida na região de Taquari;

f - O espaçamento utilizado foi de 0,80 m entre plantas.

2.3. Função de Produção

Segundo Simonsen¹⁵ uma Função de Produção estabelece o máximo de produto que se pode obter a partir de uma dada quantidade de fatores, mediante a adequada seleção dos processos de produção.

De acordo com este conceito, verifica-se que não podem fazer parte de uma função de produção pontos ineficientes. Em outras palavras, deverão ser afastados da função de produção os processos ineficientes.

Por outro lado, Simonsen define processo de produção como a quantidade de cada fator que é preciso empregar para se obter uma dada quantidade de produto.

Assim constata-se na inter-relação entre processo e função de produção. Em consequência disto, identifica-se a necessidade de seleção dos processos eficientes de produção, antes do ajustamento de uma Função de Produção.

O processo T_i é chamado de eficiente em relação ao processo T_j , se para a utilização de quantidades iguais de fatores ($P_i = P_j$), obtém-se uma produção maior ($Q_i > Q_j$), onde P_i e P_j são a quantidade de fatores utilizados pelos processos i e j e Q_i , Q_j os produtos obtidos pelos processos i e j .

Assim, nota-se que um processo eficiente é aquele que melhor aproveita uma dada quantidade de fatores.

A constatação de processos ineficientes nos dados experimentais deste trabalho levou a necessidade de se estabelecerem os processos eficientes correspondentes as quantidades de fatores usados. Isto para que a superfície de Produção estimada refletisse efetivamente uma Função de Produção.

O método usado para o estabelecimento de processos eficientes foi a Programação Linear, como se explica a seguir.

2.4. Modelo de Programação Linear

A identificação dos processos ineficientes e sua substituição pode ser feita através de um modelo de programação linear. Neste modelo o objetivo é testar cada um dos resultados do experimento para verificar a possibilidade de, através do emprego da mesma quantidade de fertilizantes, se obter maior quantidade do produto. Se isto for possível, identificar-se-á o processo ineficiente e ao mesmo tempo obter-se-á combinação de outros processos que o substituirão.

O modelo de programação matemática que possibilita esta identificação é o seguinte:

15. SIMONSEN, Mário Henrique. Teoria Microeconômica. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1971. v. 2, p. 4-23.

MAXIMIZAR

$$\sum_{i=1}^n Q_i A_i$$

SUJEITO ÀS RESTRIÇÕES

$$\sum A_i = 1 \text{ ha}$$

$$\sum N_i A_i = \bar{N}$$

$$\sum P_i A_i = \bar{P}$$

$$\sum K_i A_i = \bar{K}$$

Sendo A_i = Área cultivada em hectare segundo o processo i

\bar{N} = kg especificado de Nitrogênio por hectare

\bar{P} = kg especificado de Fósforo por hectare

\bar{K} = kg especificado de Potássio por hectare

1 ha = 1 hectare de terra

N_i = kg de nitrogênio usados no processo i

P_i = kg de fósforo usados no processo i

K_i = kg de potássio usados no processo i

Q_i = kg de mandioca produzida pelo processo i por hectare

É importante notar que as restrições do modelo estão em termos de igualdade. Deve-se isto ao fato de que o uso de desigualdade do tipo igual ao menor de que (\leq), força o desaparecimento de produtos físicos marginais negativos e deixa em aberto a possibilidade da não utilização total dos fatores, postos a disposição através de N , P e K .

Deve-se notar que os processos extremos, isto é, os vértices do polígono, soluções factíveis, serão sempre eficientes pois não podem ser substituídos por combinações convexas dos demais processos.

Exemplo: $N = 0$; $P = 0$ e $K = 120$ (máximo), onde não existem combinações de outros processos que satisfaçam as restrições do modelo.

2.4.1. Problemas Ocasionados pela Aplicação da Programação Linear na Seleção dos Processos Eficientes

Considerando Q_i , N_i , P_i e K_i como definidos em 2.4., os dados do experimento podem ser visualizados como constando de um vetor de produção Y e uma matriz de insumos X definidos como:

$$Y = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad X = \begin{bmatrix} N_1 & P_1 & K_1 \\ N_2 & P_2 & K_2 \\ N_3 & P_3 & K_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ N_n & P_n & K_n \end{bmatrix}$$

Após a aplicação da programação linear aos dados, obtém-se um novo vetor de produção $\{R\}$, sendo:

$$\{R\} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix}$$

onde

$R_i = Q_i$ se o processo i foi eficiente

$R_j > Q_j$ se o processo j foi ineficiente

No último caso se o processo j for substituído, por exemplo, pelos processos V e W em proporções iguais, então:

$$R_j = 0,5 Q_v + 0,5 Q_w > Q_j$$

Assim o novo vetor R de quantidades produzidas pode ser definido como:

$$\{R\} = A \{Y\}$$

onde A é matriz de transformação, refletindo a combinação dos vetores eficientes para a substituição dos ineficientes.

Assim, imaginando que existam somente três observações, uma matriz A igual a:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,3 & 0 & 0,7 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Significa dizer que o processo nº 2 é ineficiente e é substituído por 0,3 ha do processo nº 1 e 0,7 do processo nº 3. Assim, neste exemplo, tem-se:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,3 & 0 & 0,7 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_1 \\ 0,3 Q_1 + 0,7 Q_3 \\ Q_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{bmatrix}$$

Para estimar os parâmetros de função de produção podem ser visualizadas duas alternativas:

- descartar todas as observações que não se constituem em processos eficientes;
- manter estas observações substituindo entretanto o vetor $\{Y\}$ pelo vetor $\{R\}$.

A primeira alternativa parece ser a mais indicada, quando o número de processos eficientes for grande, de maneira que se tenha um número razoável de graus de liberdade para a estimação.

Entretanto, se o número de observações for pequeno e o número de processos ineficientes comprometer o número de graus de liberdade na estimação, a segunda alternativa parece mais atrativa. É o procedimento seguido neste estudo.

Note-se que supondo

$$Y = F(X) + e$$

onde "e" representa um vetor de resíduos, e que $\text{Var}(Y / X) = \sigma^2 I$, isto é, homoscedasticidade e independência dos resíduos, e lembrando que

$$R = AY \text{ teremos que } \text{Var}(R / X) = \text{Var}(AY / X) = \sigma^2 AA' = \sigma^2 V$$

supondo A como matriz não estocástica.

Portanto, o modelo estatístico apropriado ao se usar R no lugar de Y para estimar os parâmetros da função de produção é: o de Mínimos Quadrados Generalizados.

Sabe-se que nestes casos o melhor estimador do vetor de parâmetros B da função é dado pelo Estimador de Aitken, ou seja:

$$B = (X' V^{-1} X)^{-1} X' V^{-1} R \text{ supondo que } A^{-1} \text{ exista, teríamos:}$$

$$V^{-1} = (AA')^{-1} = A^{-1} V^{-1} A^{-1} \text{ sendo no caso}$$

$$B = (X' A^{-1} V^{-1} A^{-1} X)^{-1} X' A^{-1} V^{-1} A^{-1} R \text{ e fazendo}$$

$$R^* = A^{-1} R$$

$$X^* = A^{-1} X$$

$$B = (X^{*'} X^*)^{-1} X^{*'} R^*$$

Isto é, transformando as matrizes X e R poder-se-ia empregar o método de Mínimos Quadrados Comuns para a estimação de B se V^{-1} existir.

Entretanto, note-se que a matriz A é geralmente uma matriz singular, pois a presença de um processo ineficiente resultará em que a coluna correspondente seja um vetor nulo.

Assim dado que a característica (AA') = característica (A) ¹⁶, a matriz AA' é geralmente singular, isto é $|AA'| = 0$ e por conseguinte não tem inversa.

16. THEIL, Henri. Principles of Econometrics. New York, J. Wiley, 1971. p. 268-9.

Em consequência da não existência de A^{-1} , a aplicação do Estimador de Aitken é problemática. Neste caso visualizam-se 3 alternativas:

- a - Uso da inversa generalizada;
- b - Correção só para Heterocedasticidade;
- c - Modificação de A de tal maneira que o resultado da programação linear não seja sensivelmente alterado e que, ao mesmo tempo, A^{-1} exista (Super Correção).

As duas últimas alternativas foram as selecionadas neste trabalho e são apresentadas nas secções seguintes. O uso destes dois tipos de correções permitirá verificar os seus efeitos na diminuição dos erros padrões dos coeficientes.

É importante destacar aqui que somente serão considerados como processos ineficientes de produção, aqueles que apresentarem uma produção ajustada superior a 20% dos valores obtidos no experimento, ou seja, $R_i \geq 1,2 Q_i$. Este critério é adotado para evitar-se a simples eliminação de processos que, embora eficientes, sofrem uma redução em sua produção devido a fatores aleatórios.*

2.4.2. Correção para Heterocedasticidade

Apresenta-se nesta secção uma alternativa para o problema da não existência da matriz inversa A^{-1} . A multiplicação da matriz A pela sua transposta gera uma matriz (matriz V) com elementos diferentes de zero na diagonal principal e em algumas posições fora da diagonal principal. Utilizando-se o exemplo da matriz A dado no item 2.4.1., pode-se verificar isto mais claramente:

$$A A^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,3 & 0 & 0,7 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0,3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,7 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0,3 & 0 \\ 0,3 & 0,58 & 0,7 \\ 0 & 0,7 & 1 \end{bmatrix} = V$$

Desconsiderando-se os valores diferentes de zero fora da diagonal principal obtém-se uma nova matriz V^* não singular.

$$V^* = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0,58 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

* O critério é reconhecidamente arbitrário, pretendendo-se à necessidade prática de conduzir a pesquisa a seu termo. Fica, no entanto, a sugestão para pesquisas futuras desenvolverem esse aspecto metodológico (e suas aplicações) em maiores detalhes.

A introdução desta matriz no estimador de Aitken possibilita uma correção para Heterocedasticidade. Note que no caso deste exemplo as matrizes A e V , isto é, A^* e V^* tem como inversas as seguintes matrizes:

$$V^{*-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1/0,58 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A^{*-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{1/0,58} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

e que no caso geral

$$V^{*-1} = \begin{bmatrix} V_1 & \emptyset \\ \emptyset & V_n \end{bmatrix}$$

$$A^{*-1} = \begin{bmatrix} \sqrt{V_1} & \emptyset \\ \emptyset & \sqrt{V_n} \end{bmatrix}$$

2.4.3. Correlação dos Erros (Super Correção)

A simples correção para Heterocedasticidade não leva em consideração a existência de correlação entre os erros. Assim não se está considerando algumas informações. O problema básico da inexistência de inversa para a matriz A , e consequentemente da inversa para a matriz V é a ocorrência de um vetor nulo na matriz A para cada processo não eficiente. Logo, a solução mais atraente seria a de operar transformações em A de tal maneira a eliminar-se os vetores nulos sem impor mudança palpável em A .

Note-se que nas linhas correspondentes aos processos ineficientes, o elemento da diagonal principal é nulo. Pode ser constatado por exemplo, a matriz A onde se supõe a existência de quatro processos, sendo o segundo e o terceiro ineficientes:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0,3 & 0 & 0 & 0,7 \\ 0,5 & 0 & 0 & 0,5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Se for possível substituir os elementos nulos da diagonal principal por um número diferente de zero a matriz A será não singular. Se este número for suficientemente pequeno e positivo não implicará em uma transformação significativa em A , pois equivale dizer que uma pequena percentagem do processo ineficiente faz parte do novo processo. Para exemplificar, operando estas transformações na matriz A acima, tem-se:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0,295 & 0,01 & 0 & 0,695 \\ 0,495 & 0 & 0,01 & 0,495 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Neste caso, o novo processo nº 2, é composto de 69,5% do processo nº 4, 29,5% do processo nº 1 e 1% do processo nº 2, enquanto que o processo nº 3 é composto de 49,5% do processo nº 4, 49,5% do processo nº 1 e 1% do processo nº 3.

Como se observa a transformação operada não muda substancialmente o significado da matriz A e permite a existência de A^{-1} .

2.5. A Forma Funcional e a Estimação de seus Parâmetros

Qualquer estudo que inclua o uso da técnica de regressão múltipla encontrará um problema básico que é o da especificação da forma funcional, para então fazer a estimação de seus parâmetros.

Idealmente este problema seria tratado dividindo-se a amostra em dois conjuntos. Um conjunto seria usado para o desenvolvimento da forma funcional e o outro para a estimação dos parâmetros. Entretanto, devido ao problema do tamanho da amostra, este procedimento não pode ser seguido aqui. Assim, torna-se necessário o uso dos mesmos dados, tanto para a especificação da forma funcional, como para a estimação de seus parâmetros, originando com isto problemas de testes dos parâmetros.

O procedimento seguido neste estudo foi o de desenvolver a forma funcional através da técnica "STEPWISE", em $IR = f(X)$ onde $IR = AY$, sendo Y o vetor de quantidades produzidas, e A uma matriz de transformação obtida através de programação linear que sofre algumas modificações posteriores.

Note-se que o desenvolvimento inicial foi baseado na suposição de que:

$$\text{Var}(Y/X) = \sigma^2 I$$

Esta hipótese foi testada através de uma regressão de: $Y = g(X)$ e posterior exame visual dos resíduos.

O padrão dos resíduos não revelou qualquer tendência que demonstrem a impropriedade da hipótese.

Para seleção das variáveis independentes mais altamente correlacionadas com a variável dependente, utilizou-se a técnica Stepwise, sendo que as variáveis a serem selecionadas deveriam apresentar-se, tanto nas suas formas lineares como em diversas transformações da mesma. Por exemplo, para o Nitrogênio:

$$R = f(N, \sqrt{N}, N^{3/2}, N^2, N^3, \dots)$$

Da mesma forma para fósforo e potássio. Outrossim quando se utilizavam na fórmula interações entre N, P e K, as variáveis eram testadas também em diversas formas. Por exemplo:

$$R = f (NPK, N^2PK, N^3PK, NPK, NP^3K, NP^3 K, \dots)$$

Para a seleção da melhor função de produção, ou seja, do modelo melhor especificado, utilizaram-se os critérios estatísticos da técnica "Stepwise", isto é, teste F parciais para inclusão e exclusão das variáveis a cada passo.

De posse da forma funcional os estimadores de Aitken foram obtidos tanto para o caso de "Heterocedasticidade" como para o caso da chamada "Super Correção".

2.5.1. Modelo Estatístico

O processo de estimação tem como base o modelo estatístico dos Mínimos Quadrados Generalizados (estimador de Aitken). Especificamente o modelo é o seguinte:

$$R = X\beta + e$$

O modelo traz consigo algumas hipóteses que são fundamentais para a estimação.

- I) $E(e) = 0$
- II) $E(ee') = \sigma^2 V$ sendo V uma matriz positiva definida e σ^2 um fator de proporcionalidade
- III) X é uma matriz $n \times K$, não estocástica, tendo como característica $K < n$.

Como verificou-se anteriormente, a matriz V^{-1} existe, e então se as matrizes X e R forem transformadas pode-se empregar o método de M.Q.C., ou seja:

$$B = (X^* V^{-1} X^*)^{-1} X^* R^*$$

Sendo que B (as matrizes X^* e o vetor R^* foram definidos na seção anterior), é o melhor estimador linear não viesado de B .

2.6. Comentário Final

Este capítulo relatou o procedimento seguido para a obtenção da função de produção, mostrando a inter-relação que existe entre função e processo de produção. Apresentou também o modelo de programação linear que selecionou os processos eficientes de produção, salientando-se que as restrições eram em termos de igualdade e não desigualdade.

Colocado o modelo estatístico, verificou-se que todo o desdobramento foi baseado na suposição de que $\text{Var}(Y / X) = \sigma^2 I$. Por outro lado, a hipótese foi testada através de uma regressão de $Y = g(X)$ e posteriormente pelo exame visual dos resíduos. O padrão dos resíduos não revelou qualquer tendência que verificasse a impropriedade da hipótese.

Mostrou-se, ainda, neste capítulo, como se corrige Heterocedasticidade e Correlação dos Erros, dando condições para a aplicabilidade do estimador de Aitken para o ajustamento da função de produção.

Note-se que, redefinindo de maneira apropriada o vetor dependente e a matriz dos vetores independentes, isto é, $R^* = A^{-1}R$ e $X^* = A^{-1}X$, as estimativas de Aitken são obtidas por M.Q.C. sobre o modelo $R^* = X^*B + u$, com transformações realizadas; nota-se que o vetor u^* obedece as hipóteses de M.Q.C.

CAPÍTULO III

ANÁLISE ESTATÍSTICA

3.1. Introdução

No presente capítulo evidencia-se inicialmente as limitações técnicas do experimento, que serviram de base para este estudo. A seguir apresenta-se a aplicação da técnica STEPWISE, utilizada para a seleção da regressão que forma a Função de Produção.

Discute-se também o modelo de programação linear utilizado, apresentando as dificuldades que surgiram para a sua aplicação.

De posse da Função de Produção, faz-se a análise estatística dos resultados obtidos na sua forma simples, corrigida para heterocedasticidade, assim como na presença de correlação entre os erros denominados super-correção.

Realiza-se também uma análise tabular dos erros padrões, procurando-se evidenciar o seu comportamento, quando são feitas correções nas matrizes.

3.2. Limitações do Experimento

Os dados experimentais que serviram de base para a realização deste estudo não tinham como objetivo possibilitar a estimação da curva de resposta à aplicação de Nitrogênio, Fósforo e Potássio na produtividade da mandioca. Assim, a análise estatística dos dados no sentido visado pelo presente estudo ficou parcialmente dificultado pela falta de informações. Não houve repetição nos níveis de adubação e faltaram outros fatores que influenciam na produtividade, tais como: uso de clones de melhor qualidade, efeito do clima, mão-de-obra, etc.

Dadas as limitações das informações disponíveis, o presente trabalho tem caráter fundamentalmente metodológico. Em outras palavras, propõe-se aqui, através de classificação dos tratamentos por Programação Linear, uma correção das observações feitas, consistentes com a convexidade presumida na Função de Produção. Apenas após esta "correção" que será maior ou menor de acordo com o cuidado com que o experimento foi conduzido, é que se entra com o instrumental comum de estimação de funções de produção, isto é, análise de regressões.

3.3. Utilização da Técnica Stepwise

Uma das maiores dificuldades em pesquisas em funções de produção é a especificação da forma funcional. Ora, é importante salientar que esta forma funcional representa a interdependência dos fenômenos físicos, como esta interdependência é desconhecida (no todo ou em parte) um estudo exploratório deve ter bastante flexibilidade na seleção das formas funcionais.

Atinge-se esse objetivo utilizando-se a técnica "Stepwise", que consiste na análise das variáveis independentes, uma por uma, de tal forma que estas variáveis originem uma equação ótima, com um número reduzido de variáveis significantes. Pela técnica "Stepwise", introduzem-se e excluem-se variáveis uma por vez, da melhor para a pior, desde que satisfaçam os critérios estatísticos pré-estabelecidos.

3.4. Análise do Modelo de Programação Linear

Para seleção dos processos eficientes da produção utiliza-se a programação linear. Os coeficientes da função objetivo representam a produção de mandioca em cada um dos processos e os coeficientes nas restrições (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) representam o uso de quantidades de fertilizantes em cada um dos processos.

Com a resolução do sistema pela programação linear, seleciona-se os processos mais eficientes e que servem de base para a formação daqueles considerados ineficientes. Assim, verifica-se pelos resultados do experimento que em um (1) hectare de terra a produção fora 24.375 kg de mandioca com uma aplicação de 80 kg de nitrogênio, 130 kg de fósforo e zero kg de potássio. Entretanto, com uma combinação de 1/2 hectare do processo que utilizou 80 kg de nitrogênio, zero kg de fósforo e zero kg de potássio, cujo resultado foi 46.750 kg/ha e 1/2 ha de um terceiro processo que utilizou 80 kg de nitrogênio, 260 kg de fósforo e zero kg de potássio com um resultado igual a 34.000 kg/ha, obtêm-se 40.375 kg/ha de mandioca.

Para a seleção dos processos eficientes de produção utilizou-se o seguinte modelo; sendo que as definições das variáveis e dos coeficientes estão no item 2.4. (Capítulo II).

FUNÇÃO OBJETIVO

$$12875A_1 + 15125A_2 + 16000A_3 + 20000A_4 + 23750A_5 + 24375A_6 + 30250A_7 + 33625A_8 + \\ +34000A_9 + 35000A_{10} + 36375A_{11} + 38750A_{12} + 40000A_{13} + 41500A_{14} + 42500A_{15} + 42675A_{16} + \\ +45385A_{17} + 45875A_{18} + 46750A_{19} + 47500A_{20} + 47625A_{21} + 51875A_{22} + 53700A_{23} + 54250A_{24} + \\ +55625A_{25} + 55675A_{26} + 67500A_{27}$$

SUJEITO A RESTRIÇÕES

$$A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 + A_8 + A_9 + A_{10} + A_{11} + A_{12} + A_{13} + A_{14} + A_{15} + A_{16} + \\ +A_{17} + A_{18} + A_{19} + A_{20} + A_{21} + A_{22} + A_{23} + A_{24} + A_{25} + A_{26} + A_{27} = 1 \text{ ha.}$$

$$0A_1 + 40A_2 + 40A_3 + 0A_4 + 40A_5 + 80A_6 + 0A_7 + 40A_8 + 80A_9 + 0A_{10} + 80A_{11} + 40A_{12} + \\ + 40A_{13} + 40A_{14} + 40A_{15} + 80A_{16} + 0A_{17} + 80A_{18} + 80A_{19} + 80A_{20} + 0A_{21} + 80A_{22} + 0A_{23} + 0A_{24} + \\ + 40A_{25} + 0A_{26} + 80A_{27} = \bar{N}$$

$$260A_1 + 130A_2 + 260A_3 + 260A_4 + 260A_5 + 130A_6 + 0A_7 + 130A_8 + 260A_9 + 130A_{10} + \\ + 0A_{11} + 0A_{12} + 130A_{13} + 0A_{14} + 260A_{15} + 0A_{16} + 130A_{17} + 130A_{18} + 0A_{19} + 260A_{20} + \\ + 260A_{21} + 130A_{22} + 0A_{23} + 0A_{24} + 0A_{25} + 130A_{26} + 260A_{27} = \bar{P}$$

$$60A_1 + 0A_2 + 120A_3 + 0A_4 + 60A_5 + 0A_6 + 0A_7 + 120A_8 + 0A_9 + 60A_{10} + 120A_{11} + \\ + 0A_{12} + 60A_{13} + 60A_{14} + 0A_{15} + 60A_{16} + 120A_{17} + 60A_{18} + 0A_{19} + 60A_{20} + 120A_{21} + 120A_{22} + \\ + 120A_{23} + 60A_{24} + 120A_{25} + 0A_{26} + 120A_{27} = \bar{K}$$

Verifica-se que a combinação de 1/2 ha de cada um dos dois últimos processos apresentou uma produtividade maior que o primeiro processo, utilizando a mesma quantidade de fertilizantes. Logo o primeiro processo é considerado ineficiente e deve ser abandonado em favor do último que é eficiente.

Após a aplicação de Programação Linear observa-se a existência de 14 processos eficientes. Todavia, analisando-se o acréscimo de produção dos novos resultados, fica evidenciado que a diferença entre a produção de campo e o novo resultado, não era significativa em alguns casos. Deste modo para que um processo seja considerado ineficiente, condicionou-se que deverá apresentar uma produção corrigida 20% maior do que o valor experimental observado.

Verifica-se então a existência de 17 processos eficientes de produção. Os processos ineficientes são os resultados de números 3, 7, 12, 13, 17, 18, 23, 24, 25 e 26, sendo que os resultados considerados como eficientes, pelo critério descrito acima, são os de números 14, 15 e 16 (tabela VI).

3.5. Modelos Matemáticos

Em estudos de funções de resposta ao uso de fertilizantes, são geralmente utilizados, os modelos Quadrático, Cobb-Douglas, Raiz Quadrada, Potência 3/2, etc., sendo discutidas as vantagens de uns sobre outros em vários trabalhos da área de Economia Rural. Os ajustamentos dos modelos matemáticos tradicionais também foram feitos no presente trabalho, sendo abandonados por não apresentarem coeficientes de determinação satisfatórios e nem serem os testes estatísticos F e t muito significantes.

Optou-se, portanto, pelo ajustamento de uma equação POLINOMIAL GENERALIZADA que comparativamente apresentou vantagens sobre os modelos tradicionais. Evidencia-se assim a necessidade de outros trabalhos utilizarem o mesmo procedimento para confirmação destas observações.

3.5.1. Modelo Polinomial

O modelo polinomial ajustado por M.Q.C. que forma a função de produção é o:

$$R = 33.252 + 142,75 N + 237,62 P - 0,001 F^2 + 4.471,37 \sqrt{K} - 0,000.000.290 NP^3K - \\ - 0,04 N^2K + 32,65 \sqrt{NP} - 0,06 N \sqrt{P} + 0,000.000.65 F^2K^3 - 0,02PK^2 + 0,000 45 N^2 PK.$$

TABELA VI - PRODUÇÃO DE MANDIOCA EM kg/ha

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Produção do Experimento (Y)	Produção de mandioca após a Program. Linear (Y ₁)	Prod. Mandioca após P. L.c/os processos mais eficientes. (R)
1	0	2	0	20.000	20.000
2	0	0	0	30.250	30.250
3	0	2	1	12.875*	33.812
4	2	2	0	34.000	34.000
5	2	0	2	36.375	36.375
6	1	0	0	38.750	38.750
7	2	1	0	24.375*	40.375
8	1	2	0	42.500	42.500
9	2	0	1	42.625	42.625
10	2	0	0	46.750	46.750
11	0	2	2	47.625	47.625
12	1	1	0	15.125*	48.291
13	1	2	1	23.750*	50.031
14	0	1	2	45.325**	50.662
15	2	2	1	47.500**	50.750
16	2	1	2	51.875**	51.937
17	1	0	1	41.500*	52.208
18	0	1	1	35.000*	53.143
19	0	0	2	53.700	53.700
20	0	0	1	54.250	54.250
21	1	0	2	55.625	55.625
22	0	1	0	55.625	55.625
23	2	1	1	45.875*	57.125
24	1	2	2	16.000*	57.562
25	1	1	1	40.000*	58.625
26	1	1	2	33.625*	60.600
27	2	2	2	67.500	67.500

FONTE: Dados do Autor.

* Processo ineficiente de Produção

** Processo eficiente pelo critério de 20% maior do que a produção experimental.

Verifica-se na tabela VII, modelo nº 1, que a equação matemática ajustada aos dados de R (proveniente dos vetores mais eficientes, selecionados pela programação linear), fornece um $\bar{R}^2 = 0,852$, significando que 85,2% das variações ocorridas na produção deve-se à aplicação de fertilizantes.* Quando se aplica o teste t para as variáveis isoladamente, num nível de significância de 5% rejeita-se a hipótese nula para todas as variáveis. Num nível de significância de 1% rejeita-se a hipótese nula para as variáveis:

*Neste trabalho é utilizado o coeficiente de determinação ajustado (\bar{R}^2).

P , P^2 , $\sqrt[3]{K}$, NP^3K , N^2K , \sqrt{NP} , $N\sqrt{P}$, P^2K^3 , N^2PK e a constante.

Ao aplicar-se o teste F para todos os coeficientes da regressão em conjunto, rejeita-se a hipótese nula ao nível de significância de 0,1%.

3.5.2. O Modelo Polinomial e sua Correção de Correlação dos Erros (Super Correção)

Ao levar-se em consideração a correlação de erros a função de produção obtida foi:

$$R^* = 41,860,875 + 84,762 N + 12,661 P - 0,004 P^2 - 140 \sqrt[3]{K} - 0,000.000.003 NP^3K + \\ + 0,005 N^2K + 2,499\sqrt{NP} + 0,026 N\sqrt{P} - 0,000.000.004 P^2K^3 - 0,000 270 PK^2 + \\ + 0,000.000.003 N^2PK$$

O coeficiente de determinação ajustada \bar{R}^2 foi de 0,463 e o teste F para a regressão ao nível de significância de 5% rejeitou a hipótese nula, enquanto que para as variáveis isoladamente rejeita-se a hipótese nula para: constante, P^2 , NP^3K , N^2K , a um nível de significância de 1%. Para um nível de significância de 2% rejeita-se a hipótese nula para as variáveis \sqrt{NP} e PK^2 . Para um nível de significância de 5% rejeita-se a hipótese nula para as variáveis N^2PK . Finalmente para um nível de significância de 10% rejeita-se a hipótese nula para $\sqrt[3]{K}$. Para as variáveis: N , P , $N\sqrt{P}$ e P^2K^3 aceita-se a hipótese nula ao nível de significância de 10%.

Este modelo ajustado foi o que apresentou em quase sua totalidade os menores erros padrões no ajustamento de suas variáveis, conforme pode ser verificado na tabela VIII.

3.5.3. Modelo Polinomial com correção para Heterocedasticidade

A heterocedasticidade provoca violações nas hipóteses do modelo de M.O. C. Para tanto, corrige-se a matriz de observações para Heterocedasticidade, de acordo com a metodologia proposta neste trabalho. A função de produção estimada foi:

$$R^{**} = 35,790 + 118,345 N + 180,675 P - 0,869 P^2 + 3929,884 \sqrt[3]{K} - 0,000.000.257 NP^3K - \\ - 0,037N^2K + 29,491 \sqrt{NP} - 52,372 N\sqrt{P} + 0,000.000.491 P^2K^3 - 0,014PK^2 + \\ + 0,000.414 N^2PK.$$

O coeficiente de determinação múltipla ajustada foi de $\bar{R}^2 = 0,953$ mostrando que 95,3% da produção de mandioca é explicada pela utilização dos fertilizantes. O teste F para toda regressão rejeita a hipótese nula, ao nível de significância de 0,1%. Os testes t para os coeficientes isolados da regressão leva-nos a rejeição da hipótese nula para as seguintes variáveis: CONSTANTE, P , P^2 , $\sqrt[3]{K}$, N^2K , \sqrt{NP} , $N\sqrt{P}$, P^2K^3 , PK^2 , N^2PK num nível de significância de 1%. Ao nível de significância de 5% rejeita-se a hipótese nula para a variável NP^3K . Sendo que ao nível de significância de 10% rejeita-se a hipótese nula para o coeficiente de N .

3.5.4. Análise Comparativa entre os Modelos Ajustados

Através das funções de produção apresentadas na tabela VII pode-se verificar diferenças existentes nas funções ajustadas. Assim, \bar{R}^2 do modelo corrigido para heterocedasticidade é de 0,953 enquanto que aquele corrigido para a Correlação dos erros é de 0,953. Outrossim, quando comparamos o modelo nº 1 com o 2º e 3º, em relação a constante, nota-se que nos dois últimos o valor está próximo aos valores apresentados nos experimentos, sendo que tal não ocorre com o modelo nº 1.

Verificando-se os testes F dos três modelos apresentados nota-se que o F calculado no modelo corrigido para Heterocedasticidade é de 49,5, enquanto que no modelo nº 1, é de 14,61 e o modelo nº 2, de 3,04.

Observa-se ainda, que para os testes t para cada regressor isoladamente num nível de significância de 1%, o modelo que apresenta maior número de regressores que rejeita a hipótese nula é aquele corrigido para Heterocedasticidade. Essa diferença é mais acentuada ainda, quando compara-se os modelos corrigidos para Heterocedasticidade e Super Correção.

Quando procura-se comparar os erros padrões, que estão ligados aos ajustamentos dos regressores, verifica-se algumas observações que são importantes e serão salientadas abaixo.

Finalmente, nota-se que o terceiro modelo é o que se apresenta com melhor ajustamento aos dados e satisfazendo os critérios definidos para a escolha de uma função de produção, sendo portanto, o escolhido para a análise econômica.

3.5.5. Análise dos Erros Padrões

Na análise dos modelos econômicos, para efeito da escolha ou seja, melhor especificação, note-se que os erros padrões são muito importantes para serem considerados, já que estão ligados aos ajustamentos das variáveis. Os erros devem ter uma tendência de diminuir quando se está corrigindo a matriz do modelo original. Assim, note-se na tabela nº VIII que na maioria das variáveis ocorreu, ou seja, o modelo denominado Super Correção, apresentou os menores valores dos erros padrões, seguindo-se após pelo modelo corrigido para heterocedasticidade. Entretanto, foi preterido em favor do modelo nº 3, devido aos outros critérios estatísticos para seleção do modelo melhor especificado.

3.6. Considerações Finais

Do exposto na metodologia deste trabalho e dos resultados analisados no capítulo III, verifica-se que os modelos nº 1 e 2 da tabela VII, devem ser abandonados em favor do modelo nº 3, ou seja, aquele corrigido para Heterocedasticidade, que servirá de base para a análise econômica, pois apresentou vantagens significativas sobre os anteriores, conforme se verifica no item 3.5.4.

TABELA Nº VII - REGRESSÕES AJUSTADAS PELA EQUAÇÃO POLINOMIAL

MODELO Nº 1 - REGRESSÃO SIMPLES

R ²	R̄ ²	F		ALFA	N	P	P ²	√K	NP ³ K	N ² K	√NP	N√P	P ² K ³	PK ²	N ² PK		
		CALC.	TAB.														
0,914	0,852	14,61	5,81 0,01%	33,252	+142,75	+237,62	-0,001	+4,471,37	-0,000.000.290	-0,04	+32,65	-0,06	+0,000.000.65	-0,02	+0,000.45		
ERROS PADRÕES				3,003,06	57,02	43,66	0,14	671,09	0,000.000.97	0,008	6,38	12,55	0,000.000.137	0,0045	0,000.096		
t CALCULADO				11,07	2,50	5,44	-7,17	6,66	-2,96	-4,92	5,11	-4,78	4,77	-4,45	4,76		
t TABELADO				2,95	*	2,13	***	2,95	*	2,95	*	2,95	*	2,95	*	2,95	*

FONTE: Autor

MODELO Nº 2 - REGRESSÃO C/CORREÇÃO PARA CORRELAÇÃO DOS ERROS

R ²	R̄ ²	F	F	41860,87	+84,76	+12,66	-0,004	-140	-0,000.000.003	0,005	+2,49	-0,026	-0,000.000.004	-0,00027	0,000.003								
CALC.	TAB.																						
0,694	0,463	3,04	2,40 0,05%																				
ERROS PADRÕES				5678	66,64	26,06	0,001	66,19	0,000.000.00080	0,001844	0,662	0,054	0,000.000.002	0,000089	0,000.001								
t CALCULADO				7,37	0,97	0,45	-3,18	-2,12	-3,73	-2,96	2,89	-0,46	-1,74	-3,02	2,59								
t TABELADO				2,95	*	****	****	2,95	*	1,75	***	2,95	*	2,95	*	2,60	**	****	****	2,95	*	2,13	***

FONTE: Autor

MODELO Nº 3 - REGRESSÃO C/CORREÇÃO PARA HETEROSCEDASTICIDADE

R ²	R̄ ²	CALC.	TAB.	35.790,176	+118,345	+180,675	-0,869	+3929,844	-0,000.000257	-0,037	+29,491	-52,372	+0,000.000.491	-0,014	+0,000.414						
0,973	0,953	49,5	5,81 0,01%																		
ERROS PADRÕES				2.819,91	59,46	38,39	0,12	635,86	0,000.000101	0,008	5,99	11,94	0,000.000.133	0,004	0,000.097						
t CALCULADO				12,69	1,98	4,70	-6,06	6,18	-2,54	-4,23	4,91	-4,38	3,67	-3,33	4,26						
t TABELADO				2,95	*	1,75	***	2,95	*	2,95	*	2,95	*	2,95	*	2,95	*	2,95	*	2,95	*

* Significante ao nível de 1% de probabilidade (α=0,01)

** Significante ao nível de 2% de probabilidade (α=0,02)

*** Significante ao nível de 5% de probabilidade (α=0,05)

**** Coeficientes onde aceita-se a hipótese nula ao nível de significância de 10% para o teste t.

***** Significante ao nível de 10% de probabilidade (α=0,1)

FONTE: Autor

TABELA VIII - COMPARAÇÃO DOS ERROS PADRÕES.

	ALFA	N	P	P ²	$\sqrt[3]{K}$	N P ³ K	N ² K	\sqrt{NP}	N \sqrt{P}	P ² K ³	PK ²	N ² PK	
R	33,252+	142,75+	237,62-	0,001+	4.471,37-	0,000.000.290-	0,04+	32,65-	0,06+	0,000.00065-	0,02 +	0,000.45	EQUAÇÃO SIMPLES
ERRO PADRÃO	3003,06	57,02	43,66	0,14	671,09	0,000.000.97	0,008	6,38	12,55	0,000.000137	0,0045	0,000096	
R**	35 790+	118,345+	180,675-	0,869+	3.929,884-	0,000.000.257-	0,037+	29,491-	52,372+	0,000.000491-	0,014+	0,000414	CORREÇÃO PARA HETEROSCEDASTICI- DADE
ERRO PADRÃO	2 819	59,48	38,39	0,12	635,86	0,000.000.101	0,008	5,99	11,94	0,000.000.133	0,004	0,000097	
R*	41860,87+	84,76+	12,66-	0,004-	140	0,000.000.003+	0,005+	2,49-	0,026-	0,000.000.004-	0,00027+	0,000003	CORREÇÃO TOTAL OU SUPER CORREÇÃO
ERRO PADRÃO	5.678	86,64	28,06	0,001	66,19	0,00000000089	0,001844	0,862	0,054	0,000.000.002	0,000085	0,000001	

FONTE: Autor

CAPÍTULO IV

ANÁLISE ECONÔMICA

4.1. Introdução

Inicialmente apresenta-se a Função de Produção obtida no capítulo III e que serve de base para efetuar-se a análise econômica. Sua utilização direta na análise apresenta algumas limitações, devido as dificuldades de resolução para a análise marginal. Segue-se o cálculo para o valor atual dos preços dos fertilizantes e da mandioca, bem como o respectivo fator de conversão dos fertilizantes, já que a função de produção ajustada foi estabelecida com a aplicação de sais puros. Após, calcula-se o ponto de ótimo econômico e máxima produção física, seguindo-se a análise comparativa entre as receitas líquidas, utilizando para isso vários sistemas para o cultivo da mandioca. Finalmente, analisa-se as variações nas relações do preço insumo produto, procurando identificar-se eventuais vantagens financeiras dos agricultores de acordo com o comportamento nestas variações.

4.2. Função de Produção

A função de produção ajustada que serve de base para a análise deste capítulo, é o modelo nº 3 da tabela VII, ou seja:

$$R^{**} = 35.790.176 + 118,345 N + 180,675 P - 0,869 P^2 + 3.929,884 \sqrt[3]{K} - 0,000.000.257NP^3K - 0,037 N^2K + 29,491\sqrt{NP} - 52,372 N\sqrt{P} + 0,000.000.491 P^2K^3 - 0,014 PK^2 + 0,000.414N^2PK$$

A escolha dessa função apresenta características muito boas, tais como: coeficiente de determinação de 0,953 o teste F para toda regressão de 49,5 e os testes t muito significantes, e os erros padrões baixos. Entretanto, ela apresenta dificuldades de resolução e interpretação pelas técnicas usuais (análise marginal). Assim foi necessário uma resolução por aproximação, ou seja, faz-se a montagem de um programa de resolução por aproximação (anexo nº 7), onde os valores utilizados tinham intervalo de 10 pontos, dentro da amplitude dos valores utilizados no experimento. Assim, para o nitrogênio variava-se de zero a 80, fósforo de zero a 260 e o potássio de zero a 120. Posteriormente, esses intervalos iam sendo reduzidos até uma aproximação bastante razoável.

Dos resultados obtidos tem-se a produção de mandioca, a receita com essa produção e os níveis de aplicação dos fertilizantes. O melhor resultado era selecionado por comparação simples entre eles. Da mesma forma, calculou-se simultaneamente o nível ótimo econômico na aplicação de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, para a cultura da mandioca.

Esta resolução permite tais análises, inclusive a análise de rentabilidade da produção (equação de lucros), dado pela resolução da fórmula

$$R_1 = P_m \cdot Q_m - P_n \cdot Q_n - P_p \cdot Q_p - P_k \cdot Q_k$$

R_1 = Cr\$/ha - receita líquida, considerando os custos do nitrogênio, fósforo e potássio

P_m = Preço da mandioca em Cr\$/kg

Q_m = Quantidade de mandioca em kg/ha obtido pela resolução da função de produção

P_n = Preço do Nitrogênio em (Cr\$/kg)

P_p = Preço do Fósforo em (Cr\$/kg)

P_k = Preço do Potássio em (Cr\$/kg)

Q_n = Quantidade de nitrogênio aplicado em kg/ha obtido pela resolução de Função de Produção

Q_p = Quantidade de fósforo aplicado em kg/ha obtido pela resolução de Função de Produção

Q_k = Quantidade de Potássio aplicado em kg/ha obtido pela resolução de Função de Produção

É importante observar que os fertilizantes foram adquiridos em duas parcelas, ou seja, o volume inicial aplicado no solo foi de 50%, enquanto que o restante, foi adquirido 360 dias após. Outrossim, a aplicação de Nitrogênio em cobertura deu-se 150 dias após o plantio da mandioca, procedimento igual foi efetuado no ano seguinte. Entretanto, o Nitrogênio aplicado em cobertura foi adquirido no mesmo período do restante dos insumos, que foram aplicados junto com a mandioca. Assim sendo, tem-se duas aquisições de fertilizantes com intervalo de 360 dias.

Como nem todos os insumos foram comprados no mesmo período, foi necessária a eliminação do efeito tempo sobre os valores monetários, computando todos os preços para o período de abril de 1975. Estas computações, bem como a conservação das quantidades de insumos em quantidades comerciais são apresentadas a seguir.

4.3. Cálculo do Valor Atual dos Preços e Conversão das Quantidades de Fertilizantes

A cultura da mandioca recebe financiamentos bancários para até dois anos, em forma de custeio agrícola e comercialização do produto, permitindo com isso que o agricultor faça a liquidação de seu empréstimo.

Os juros para fertilizantes, são de 15% ao ano, descontados em parcelas iguais semestralmente. Além do juro baixo, os fertilizantes (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), são contemplados com subsídios de 40%, sobre o valor inicial da compra, descontados na liquidação do empréstimo bancário. Todavia, esse subsídio não incide sobre os juros, que são pagos separadamente, cada 6 meses.

Os preços utilizados para o cálculo da receita, são oriundos do Boletim Informativo de Produção Agrícola do Rio Grande do Sul.¹⁷

17. INFORMATIVO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre, Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural, (2): 32. maio/1975.

Vários são os processos utilizados para a avaliação da receita. Entretanto, neste trabalho prefere-se utilizar o método do valor atual. A fórmula para atingir-se esse objetivo é:

$$P_x = P_0 + \frac{P_1}{(1+i)} \quad \text{p/um ano e} \quad \frac{P_x}{X} = P_0 + \frac{P_1}{(1+i)} + \frac{P_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad \text{para mais de um período.}$$

P_x = Valor presente já descontado a taxa de juros

P_0 = Valor pago pelo insumo em abril de 1975 (Cr\$/kg)

P_1 = Valor pago pelo insumo 360 dias após (Cr\$/kg)

i = Taxa de juros

n = Nº de períodos pelo qual é usado o dinheiro

Como consequência, nota-se que neste caso não se leva em consideração o efeito tempo, comparando-se assim, diretamente, as receitas com os custos, isto é, na análise econômica deste estudo leva-se em consideração o preço da primeira aplicação de fertilizante por quilo, mais o preço do fertilizante no ano seguinte, transformando-o para o valor presente.

Tendo em vista que a função de produção ajustada foi estimada utilizando-se dados experimentais, e os insumos aplicados foram calculados para 100% de sal puro, foi necessária a conversão dos dados conforme verificou-se na tabela IX.

No caso do nitrogênio, considerando-se que a uréia possui 45% de nitrogênio, o fator de conversão do preço de nitrogênio em preço da uréia é 2,22.

Para o superfosfato triplo que possui 46% de P_2O_5 , o fator de conversão do preço deste em superfosfato triplo foi de 2,17.

Para o cloreto de potássio que possui 60% de K_2O , o fator de conversão do preço deste no preço de potássio foi 1,66.

Após a multiplicação dos preços de fertilizantes, pelos respectivos fatores de conversão obtêm-se o preço real do quilo do sal que o forma. Somando-se o preço fornecido no cálculo do valor atual ao preço inicial tem-se o preço real de cada quilo de fertilizante. Finalmente, basta multiplicar-se estes preços reais por 0,60 e tem-se os preços finais para o cálculo da receita líquida para a mandioca.

Os preços determinados para o cálculo da receita líquida são:

Nitrogênio: Cr\$ 10,110/kg

Fósforo : Cr\$ 9,330/kg

Potássio : Cr\$ 2,694/kg

Mandioca : Cr\$ 0,131/kg

TABELA IX - PREÇOS MÉDIOS PAGOS PELOS AGRICULTORES AOS INSUMOS E RECEBIDO PELA MANDIOCA NO RIO GRANDE DO SUL (1975).

ESPECIFICAÇÃO	FERTILIZANTES Cr\$/kg	FATOR DE CONVERSÃO	PREÇO REAL PARA 1 kg DE FERTILIZANTE (SAL PURO)	VALOR ATUAL DOS INSUMOS APÓS 12 MESES DE PLANTIO Cr\$/kg	VALOR ATUAL DA MANDIOCA NA COLHEITA Cr\$/kg	PREÇOS REAIS DOS INSUMOS Cr\$/kg	VALOR DOS SUBSÍDIOS 40% S/ INSUMOS	PREÇOS FINAIS PARA CÁLCULOS DAS RECEITAS LÍQUIDAS Cr\$/kg
Nitrogênio	4,060	2,22	9,013	7,837		16,850	6,740	10,110
Superfosfato Triplo	3,833	2,17	8,317	7,232		15,549	6,219	9,330
Cloreto de Potássio	1,447	1,66	2,402	2,088		4,490	1,796	2,694
Mandioca	0,176	1	0,176	-	0,131	-	-	0,131

FONTE: Autor.

4.4. Cálculo do Ponto de Ineficiência Econômica

A análise indireta da função de produção estimada, através das aproximações sucessivas apresentou-se as seguintes quantidades de fertilizantes: Nitrogênio 8 kg, Fósforo 87 kg e Potássio 43 kg por hectare, que maximizam a receita líquida.

$$R_1 = 0,131. 60.992 - 10,110. 8 - 9,330. 87 - 2,694.43 = 6.979,64$$

A maximização da receita líquida com subsídio estimada pela equação funcional, utiliza insumos em quantidades cujos valores estão dentro do intervalo dos tratamentos experimentais. Observa-se ainda que o fósforo é a variável que apresenta os custos diretos mais altos na adubação.

Os resultados estimados que representavam a melhor combinação dos fertilizantes, para o período do plantio à colheita (20 meses), são: N = 16 kg/ha que transformado para uréia corresponde a 35,55 kg/ha, P_2O_5 = 174 kg/ha que transformado em superfosfato triplo corresponde a 376,26 kg/ha e K_2O = 86 kg/ha que transformado em cloreto de potássio corresponde a 142,76 kg/ha. O rendimento de mandioca estimado para esse nível de aplicação dos fertilizantes foi de 60.992 kg/ha.

4.5. Análise Comparativa entre as Receitas Líquidas com a Utilização de Insumos e Tradicional

Ao introduzir-se determinada tecnologia na exploração de uma cultura, tem-se em mente que o processo produtivo não pode ser dividido em técnicas estanques, devido à interação entre os diversos fatores de produção. Assim, antes de sugerir determinada cultura a um agricultor, é preciso saber qual os lucros advindos pelas modificações na sua tecnologia.

Ora, para se chegar a essas conclusões, faz-se necessário a comparação entre os valores de rendimentos estimados e os rendimentos com o cultivo tradicional de mandioca no Estado. Estas e relações aparecem na tabela X.

Observando-se o rendimento físico da mandioca por hectare na tabela X, com o cultivo tradicional, sem aplicação de fertilizantes, o rendimento é baixo, menos de 20% do que se poderia obter com a utilização de fertilizantes na mesma área.

A receita líquida advinda daí é de Cr\$ 1.547,00 ou seja, mais de quatro vezes inferior a receita líquida obtida, utilizando-se fertilizantes subsidiados, em doses econômicas.

Observa-se também que no experimento com o pH corrigido, mas sem o uso de fertilizantes, a produção tripla comparada com o cultivo tradicional, mas o rendimento ali ainda era de 60% do que se poderia obter no ponto de máxima receita líquida com fertilizantes subsidiados.

TABELA X - COMPARATIVO DOS RENDIMENTOS, RECEITAS LÍQUIDAS E APLICAÇÃO DE INSUMOS EM 1975.

CONDIÇÃO	NÍVEL DE INSUMOS kg/ha			RENDIMENTO FÍSICO kg/ha	RECEITA LÍQUIDA Cr\$/ha
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio		
Produção de mandioca Tradicional (média RS)	0	0	0	11.811	1.547,00
Produção de mandioca c/aplicação 3.000 kg cal.	0	0	0	35.790	4.688,00
Produção de mandioca com subsídios (último econ.)	8	87	43	60.992	6.979,64
Produção de mandioca sem subsídios (ótimo econ.)	0	0	120	52.935	6.611,28

Verifica-se outrossim que a falta de adubação condiciona baixa produtividade da mandioca, sendo que a cultura responde satisfatoriamente a fertilizantes, tanto em termos físicos como econômicos. Verifica-se ainda pela Tabela X que se o governo retirar subsídios, o agricultor provavelmente aplicaria potássio, tendo uma produtividade menor e uma receita líquida, como consequência, também inferior.

Outra observação importante que se verifica pela Tabela X que a utilização do adubo na experimentação a produtividade resulta três vezes maior que o cultivo tradicional, devido à aplicação de calcário no solo. Conforme o exposto acima poder-se-ia dizer que o principal fator limitante da produtividade da mandioca é a ausência de uma adubação racional. E a principal variável para resolver o problema seria o preço.

4.6. Análise das Variações nas Relações de Preço Insumo-Produto

Objetiva-se aqui a verificação do comportamento da receita e da produção quando houvessem aumentos gradativos no preço da mandioca, preços esses subsidiados como se depende da tabela X, onde se fez variar positivamente os preços da cultura, em 50%, 100% e 200% sobre o valor base, em abril de 1975. Devido à utilização do álcool da mandioca participar até 25% na composição de gasolina, prevê-se grande aumento para esse produto nos próximos anos. Ora, um aumento de demanda, sem aumento na oferta vai ocasionar um aumento do preço da mandioca. Este preço de 200% maior parece um absurdo, mas sabe-se que em regiões da Bacia Leiteira o preço médio da mandioca é de Cr\$ 0,50 o quilo, chegando em alguns casos a Cr\$ 0,60. Assim, verifica-se que o aumento de demanda previsto não está superestimado com estes preços.

TABELA XI - EFEITOS NAS PRODUTIVIDADES E RECEITAS LÍQUIDAS QUANDO AUMENTAM-SE OS PREÇOS DA MANDIOCA.

Δ%	PREÇO DA MANDIOCA (kg)	QUANTIDADE DE FERTILIZANTES kg/ha			RENDIMENTO kg/ha	RECEITA LÍQUIDA Cr\$/ha
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
100%	0,131	8	87	43	60.992	6.979,64
150%	0,197	8	100	42	61.746	11.036,94
200%	0,262	10	110	44	62.333	15.147,46
250%	0,328	12	115	46	62.526	19.361,00
300%	0,393	16	125	48	62.954	23.409,30

FONTE: Autor

Como se vê pela Tabela XI, o impacto das variações no preço da mandioca resulta em um acréscimo na receita líquida do agricultor. Nota-se ainda que aumentos de 50% no preço do produto acarreta pequenas variações nas quantidades de fertilizantes aplicados, havendo reduzido aumento na produtividade física da mandioca.

Quanto ao uso de fósforo nota-se aqui o resultado mais importante, pois dos três insumos aplicados este é o que apresenta maior sensibilidade nos aumentos de preço da mandioca.

Outrossim, aumentos no preço da mandioca levam a tentativas de aumentos de produtividade, em consequência aumentos nos níveis de fertilizantes aplicados.

Observa-se também que, quando se considera a Receita Líquida, verifica-se que modificações no preço da mandioca têm maior efeito sobre o lucro do que modificações na quantidade de insumo utilizada.

4.7. Cálculo do Ponto de Máxima Produção Física

Para o cálculo de máxima produção física simultaneamente aos cálculos anteriores, resolveu-se o sistema pela montagem de um programa específico, objetivando maximizar a produção dentro da amplitude do experimento. Os valores encontrados para calcular-se o ponto de máxima produção física para N, P₂O₅ e K₂O ficaram prejudicados pois o nitrogênio e o potássio estão restringindo produções maiores. Em outras palavras, quando o fósforo já está no terceiro estágio de produção, o nitrogênio e o potássio ainda se encontram no segundo estágio.

Então, com valores superiores de N e K_2O é provável que se tenha produções de mandioca superiores. Entretanto, as estimativas daí não têm sentido prático, pois deve-se tomar cuidado na utilização de estimativas fora da amplitude de observação dos dados experimentais, porque não se conhecem as interações e reações que ocorrem no solo pela utilização de dosagens mais elevadas dos insumos.

Poder-se-ia chamar os valores obtidos aqui de MÁXIMA PRODUÇÃO FÍSICA CONDICIONADA, pois os valores encontrados para a resolução do sistema foram $N = 80$, $P = 237$ e $K = 120$. A produção estimada com esses valores foi 70.637 kg/ha. A receita líquida é de Cr\$ 5.910,00 por hectare.

Observa-se ainda que no ponto de máxima produção física condicionada, o rendimento obtido no experimento é o dobro daquele sem o emprego de fertilizantes e seis vezes mais que a produtividade média da cultura no RGS.

4.8. Limitações

- 4.8.1. Este estudo não pode ser generalizado para todo Rio Grande do Sul, pois o tipo de solo da Estação Experimental de Taquari (Bom Retiro), corresponde a 2.695 km², ou seja, pouco mais de 1% dos solos gaúchos, como consequência, a extrapolação destes fica restrito a esta pequena área;
- 4.8.2. A receita líquida ficou parcialmente prejudicada, devido à falta de informações sobre os custos de mão-de-obra, aração, tratos culturais, etc.;
- 4.8.3. O delineamento experimental fatorial $3 \times 3 \times 3$ possui somente três níveis de adubação, fornecendo somente 27 resultados.

4.9. Comentário Final

Neste capítulo analisou-se a função de produção estimada, bem como os preços utilizados na análise econômica. Apresentou-se ainda a fórmula utilizada para o cálculo do valor atual e os fatores de conversão do nitrogênio, fósforo e potássio. Posteriormente calculou-se o ponto de máxima eficiência econômica, comparando os rendimentos de com e sem subsídios governamentais e o cultivo tradicional no RGS. Após, para efeito didático, fez-se a análise das variações nas relações de preço do insumo produzido, visando identificar a tendência do agricultor quando ocorresse esse tipo de comportamento no mercado.

Finalmente, calculou-se o ponto de máxima produção física, identificando a produção máxima conseguida pela função de produção, dentro dos níveis de adubação utilizados no experimento.

CAPÍTULO V

RESUMO, CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1. Introdução

Neste trabalho estudam-se os resultados obtidos num experimento com a cultura da mandioca, feito em Taquari no campo Experimental da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. O experimento foi instalado em 13 de outubro de 1972 e colhido 20 meses após. O objetivo era verificar o aumento da produtividade no cultivo da mandioca, pela aplicação de fertilizantes (N, P_2O_5 e K_2O).

De posse dos dados, procurou-se analisar economicamente o experimento citado, pelo ajustamento de uma equação funcional que melhor se adaptasse aos dados experimentais. As variáveis independentes utilizadas foram: Nitrogênio (kg/ha), Fósforo(kg/ha), Potássio (kg/ha) sendo a variável dependente a produção de mandioca em quilos por hectare.

Especificamente procurou-se:

- Determinar uma Função de Produção que melhor definisse a Superfície de resposta da Mandioca à Adubação;
- Fazer uma análise Econômica da Função de Produção obtida;
- Comparar as receitas líquidas obtidas através do aumento da produtividade pela aplicação de insumos modernos, com a receita obtida tradicionalmente com a cultura.

Inicialmente mostrou-se o delineamento experimental, o tipo de desenho utilizado e as técnicas aplicadas no experimento. Após conceituou-se função de produção, caracterizando a seguir a diferença entre processos eficientes e ineficientes. Para selecionar os processos eficientes utilizou-se programação linear.

O modelo de programação linear utilizado foi:

$$\text{Maximizar} \quad \sum_{i=1}^n Q_i A_i$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeito a restrições} \quad & \sum A_i = 1 \text{ ha} \\ & \sum N_i A_i = \bar{N} \\ & \sum P_i A_i = \bar{P} \\ & \sum K_i A_k = \bar{K} \end{aligned}$$

Entretanto, pela utilização da programação linear verificou-se que $YR = AY$ e que quando se utilizava YR como variável dependente (produção de mandioca), não poderia ser utilizado Mínimos Quadrados Comuns diretamente e sim Mínimos Quadrados Generalizados.

Após a aplicação da programação linear, houve modificações na matriz original, implicando na não existência de sua inversa. Para solucionar o problema foi necessário a correção para Heterocedasticidade e também para o caso denominado correção de erros ou Super Correção.

A função matemática ajustada foi a polinomial, que possui interações dos modelos Linear Quadrático, Raiz Cúbica, Raiz Quadrada, etc. Através de critérios estatísticos escolheu-se a melhor função de produção ajustada.

O modelo selecionado para análise econômica foi o corrigido para Heterocedasticidade, pois o mesmo apresentou vantagens significativas em termos de \bar{R}^2 , F e t em relação ao chamado Super Correção. O \bar{R}^2 foi de 0,953 enquanto que o teste F para toda a regressão em conjunto, num nível de significância de 0,1% rejeitou a hipótese nula, os erros padrões baixos e os testes t muito significantes, verificando-se o bom ajustamento da equação funcional.

A função matemática estimada que serviu de base para a análise econômica foi:

$$R^{**} = 35790,176 + 118,345N + 180,675P - 0,869F^2 + 3.929,884\sqrt{K} - 0,000.000.257 NP^3K + \\ + 0,037 N^2K + 29,491\sqrt{NP} - 52,37N\sqrt{P} - 0,000.000.491P^2K^3 - 0,014 PK^2 + 0,000.414N^2PK.$$

Com o objetivo de desenvolver a análise econômica da equação funcional, montou-se um programa com coeficientes técnicos situados dentro dos níveis do experimento, devido à inviabilidade de resolução da função matemática pelas técnicas convencionais, resolvendo-se assim, via computador, por intervalos e aproximações.

Os valores utilizados para a análise econômica da função de produção foram corrigidos para os sais puros nos fertilizantes e os preços para o mês de abril, pela fórmula do valor atual.

O ponto de máxima receita líquida foi para níveis de 8 kg/ha de Nitrogênio, 87 kg/ha para Fósforo e 43 kg/ha para o Potássio, considerando-se sais puros. A produção estimada nesse ponto foi de 60.992 kg/ha, fornecendo uma receita líquida de Cr\$ 6.979,64 por hectare. Salienta-se, outrossim, que essa adubação é efetuada duas vezes, ou seja, metade no plantio da rama e outra parte 12 meses após.

Ao comparar-se receitas provenientes do cultivo tradicional no RGS, verificou-se que é quatro vezes menor do que se utilizando fertilizantes no cultivo da mandioca. Nota-se também que os fertilizantes subsidiados podem gerar um incremento na sua utilização.

Variando-se os preços base da mandioca em 50%, nota-se que aumentos nesses preços conduzem o empresário agrícola a pequenos aumentos na utilização de fertilizantes e como consequência, pequenos aumentos de produtividade.

TABELA XII - SUMÁRIO DOS RESULTADOS DE ANÁLISE ECONÔMICA.

CONDIÇÃO	PRODUÇÃO kg/ha	RECEITA LÍQUIDA Cr\$/ha
Cultivo Tradicional	11.811	1.548,00
Produção c/Subsídios	60.992	6.979,64
Produção s/Subsídios Ponto Ótimo Econômico	52.935	6.611,28

5.2. Conclusões

Salienta-se que as conclusões advindas desse trabalho são válidas somente para os solos tipo Bom Retiro com condições Físico-Químicas semelhantes, e dentro dos níveis de adubação utilizados no experimento.

- A falta de adubação, no processo tradicional de cultivo, no estado do Rio Grande do Sul, condiciona baixa produtividade em termos físicos e pouca renda em termos econômicos, se comparadas com a produtividade obtida pela utilização de adubação. Note-se, portanto, que a cultura responde satisfatoriamente ao uso de fertilizantes;

- No ponto de máxima receita líquida sem subsídios obtém-se uma produção estimada cinco vezes superior à produção de mandioca cultivada tradicionalmente, e uma receita líquida quatro vezes maior. Portanto, verifica-se que é racional e econômica a utilização de fertilizantes na cultura da mandioca;

- Sob o aspecto de produtividade, a política vigente de subsidiar o preço dos fertilizantes, que conduz seu maior uso, não deve ser desativada no curto prazo já que a produção por hectare tende a aumentar. Por outro lado, uma política de preços de sustentação mais altos para a mandioca, também contribuiria para a intensificação do uso dos fertilizantes, podendo inclusive, ser um instrumento da política agrícola para eliminação dos subsídios;

- A utilização de programação linear para a seleção dos vetores mais eficientes, apresenta aos pesquisadores de área econômica uma excelente opção para análises de experimentos, quando estes apresentarem algumas deficiências, isto porque permitirá ao pesquisador uma seleção dos processos eficientes;

- O valor obtido para o coeficiente de determinação ajustado na equação polinomial, corrigida para Heterocedasticidade, indica o alto poder explicativo desse modelo ajustado. As significâncias dos "t" e do F indicam o bom ajustamento do modelo às relações técnicas especificadas;

- Após a correção da matriz original para Heterocedasticidade, verifica-se que houve melhor ajustamento da equação funcional, provando a importância de correções quando se procura uma análise econômica mais fidedigna;

- Outra opção, na análise de um experimento, quando se tem grande número de graus de liberdade, seria a eliminação dos vetores ineficientes, isto é, a aplicação de programação linear selecionando os vetores mais eficientes. Faz-se então o ajustamento de Função de Produção, utilizando-se somente os vetores eficientes.

5.3. Sugestões

As sugestões de ordem econômica providas dos resultados desta tese, são importantes para diferentes níveis decisórios. Se os plantadores de mandioca têm como objetivo a maximização da receita líquida, a partir dos recursos que dispõem, os resultados deste trabalho podem servir de guia por eles na tomada de decisão.

Baseado nos resultados deste estudo, sugere-se:

- Que sejam elaborados novos experimentos com a cultura da mandioca, em outros tipos de solos, utilizando diferentes delineamentos experimentais, com 4 a 5 níveis de adubação. Outrossim, sugere-se a repetição deste mesmo experimento mas com dosagens de Nitrogênio e Potássio maiores, para se verificar o ponto de máxima produção física simultaneamente para outros fatores;

- Sejam levadas em consideração pela Pesquisa a parte aérea da mandioca, pois a mesma pode ser aproveitada como componente de rações;

- Promoveu-se levantamento periódico dos custos de produção com a cultura, identificando os pontos em que mais interferem na produtividade e custos de produção;

- Em novo trabalho de Tese, convém levar em consideração o ciclo de 8 a 12 meses, testando-se novamente a Metodologia empregada neste trabalho e igualmente fazendo-se um estudo sobre a comercialização de mandioca, objetivando o fornecimento de subsídios à Política da cultura no Estado;

- Sugere-se por fim aos Setores Governamentais uma política de preços de sustentação mais realista para incrementar a área com mandioca, aumentando com isso a Renda do Agricultor e satisfazendo assim as suas necessidades.

ANEXO I

DADOS EXPERIMENTAIS DA CULTURA DE MANDIOCA

Variedade: Paraguaiana

Plantio: 13 de Outubro de 1.972

Colheita: 11 de Julho de 1.974

Área útil: 1.400 m²

Área total: 2.036 m²

Comprimento da parcela: 16 m

Espaçamentos: Entre plantas: 0,80 m

Entre filas: 1,00 m

Entre parcelas: 1,00 m

Entre blocos: 2,00 m

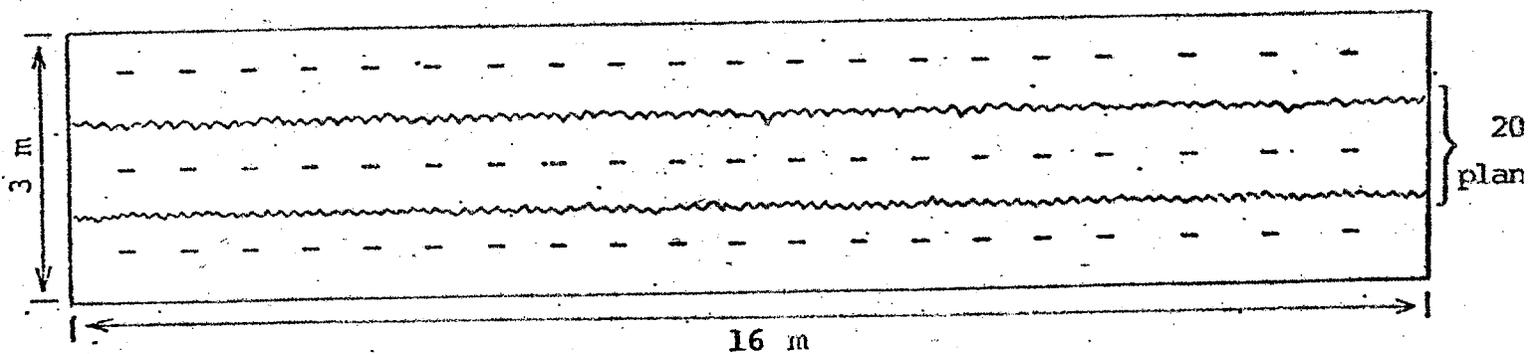
Número de plantas: Por linhas: 20 plantas

Por parcela: 60 plantas

Por experimento: 1.620 plantas

Reserva técnica: 320 plantas

Desenho de uma parcela do experimento



APLICAÇÃO NO SOLO:

Calcário: 3.000 Kg/ha

Fósforo: P₂ O₅ (46%) Super triplo

P = 0 zero Kg/ha 0 g por parcela

P = 1 130 Kg/ha 595 g por parcela

P = 2 260 Kg/ha 1.185 g por parcela

Potássio: K₂ O Cloreto de potássio (60%)

K = 0 zero Kg/ha 0 g por parcela

K = 1 60 Kg/ha 460 g por parcela

K = 2 180 Kg/ha 915 g por parcela

Uréia (45%) Nitrogênio

N = 0 zero Kg/ha

N = 1 40 Kg/ha

N = 2 80 Kg/ha

ANEXO II

Tratamentos, Produção Colhida, Produção após Programação Linear e Produção Final Escolhida.

	N	P	K	Y (Experimento)	Y _{PL}	R
1	00	260	00	20.000	20.000	20.000
2	00	00	00	30.250	30.250	30.250
3	00	260	60	12.875	33.812	33.812
4	80	260	00	34.000	34.000	34.000
5	80	00	120	36.375	36.375	36.375
6	40	00	00	38.750	38.750	38.750
7	80	130	00	24.375	40.375	40.375
8	40	260	00	42.500	42.500	42.500
9	80	00	60	42.625	42.625	42.625
10	80	00	00	46.750	46.750	46.750
11	0	260	120	47.625	47.625	47.625
12	40	130	00	15.125	48.291	48.291
13	40	260	60	23.750	50.031	50.031
14	0	130	120	45.385	50.662	45.385
15	80	260	60	47.500	50.750	47.500
16	80	130	120	51.875	51.937	51.875
17	40	00	60	41.500	52.208	52.208
18	0	130	60	35.000	53.143	53.143
19	0	00	120	53.700	53.700	53.700
20	0	00	60	54.250	54.250	54.250
21	40	00	120	55.625	55.625	55.625
22	0	130	00	55.625	55.625	55.625
23	80	130	60	45.875	57.125	57.125
24	40	260	120	16.000	57.562	57.562
25	40	130	60	40.000	58.625	58.625
26	40	130	120	33.625	60.600	60.600
27	80	260	120	67.500	67.500	67.500

ANEXO III

*Transformações na Matriz Original até sua Inversão para a
Correção de Heterocedasticidade*

	N	P ₁	N ² K ₁	V ₁ P	N ² K	V ₁ P	N ² P	P ₁ K ₁	P ₁ K	N ² P ₁ K	
1.	0	2 6 0	0	2 0 0 0 0	1	0	360	(260) ²	0	0	0
2.	0	0	0	3 0 2 5 0	1	0	0	0	0	0	0
3.	0	2 6 0	6 0	3 3 8 1 2	1	0	260	(260) ²	0	260	60
4.	8 0	2 6 0	0	3 4 0 0 0	1	80	260	(260) ²	0	0	0
5.	8 0	0	1 2 0	3 6 3 7 5	1	60	0	0	0	80	120
6.	4 0	0	0	3 8 7 5 0	1	40	0	0	0	0	0
7.	8 0	1 3 0	0	4 0 9 7 1 5	1	80	130	(130) ²	0	0	0
8.	4 0	2 6 0	0	4 2 5 0 0	1	40	260	260 ²	0	0	0
9.	8 0	0	6 0	4 2 6 2 5	1	80	0	0	0	80	60
10.	8 0	0	0	4 6 7 5 0	1	80	0	0	0	0	0
11.	0	2 6 0	1 2 0	4 7 6 2 5	1	0	260	260 ²	0	260	120
12.	4 0	1 3 0	0	4 8 2 9 1	1	40	130	130 ²	0	0	0
13.	4 0	2 6 0	6 0	5 0 0 3 1	1	40	260	260 ²	40	1633	60
14.	0	1 3 0	1 2 0	4 5 3 8 5	1	0	130	130 ²	0	0	0
15.	8 0	2 6 0	6 0	4 7 5 0 0	1	80	260	260 ²	80	1633	60
16.	8 0	1 3 0	1 2 0	5 1 8 7 5	1	80	130	130 ²	80	1141	120
17.	4 0	0	6 0	5 2 2 0 8	1	40	0	0	40	60	0
18.	0	1 3 0	6 0	5 3 3 4 3	1	0	130	130 ²	0	0	0
19.	0	0	1 2 0	5 3 7 0 0	1	0	0	0	0	0	0
20.	0	0	6 0	5 4 2 3 0	1	0	0	0	0	0	0
21.	4 0	0	1 2 0	5 5 6 2 5	1	40	0	0	0	0	0
22.	0	1 3 0	0 0 0	5 5 6 2 5	1	0	130	130 ²	0	0	0
23.	8 0	1 3 0	6 0	5 7 3 2 5	1	80	130	130 ²	80	1141	120
24.	4 0	2 6 0	1 2 0	5 7 5 6 2	1	40	260	260 ²	40	1633	60
25.	4 0	1 3 0	1 6 0	5 8 6 2 5	1	40	130	130 ²	40	1141	60
26.	4 0	1 3 0	1 2 0	6 0 6 0 0	1	40	130	130 ²	40	1141	120
27.	4 0	2 6 0	1 2 0	6 7 3 0 0	1	40	260	260 ²	40	1633	60

MATRIZ X PROVENIENTE DA FORMA FUNCIONAL

	N	P	P ²	K ^{0,33}	NP ³ K	N ² K	√NP	NY _P	P ² K ³	PK ²	N ² PK	
000	1	0	260	67.600	0	0	0	0	0	0	0	
250	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
812	1	0	260	67.600	3,915	0	0	0	14.601.600.000	936.000	0	
000	1	80	260	67.600	0	0	2325,510	1289,6	0	0	0	
375	1	80	0	0	4,933	0	768.000	0	0	0	0	
750	1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
375	1	80	230	16.900	0	0	1162,755	912	0	0	0	
500	1	40	260	67.600	0	0	1644,384	644,8	0	0	0	
625	1	80	0	0	3,915	0	384.000	0	0	0	0	
750	1	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
625	1	0	260	67.600	4,933	0	0	0	116.812.800.000	3.744.000	0	
291	1	40	130	16.900	0	0	822,192	456	0	0	0	
031	1	40	260	67.600	3,915	42.182.400.000	96.000	1644,384	644,8	14.601.600.000	936.000	24.960.000
385	1	0	130	16.900	4,933	0	0	0	0	29.203.200.000	1.872.000	0
500	1	80	260	67.600	3,915	84.364.800.000	384.000	2325,510	1289,6	14.601.600.000	936.000	99.840.000
875	1	80	130	16.900	4,933	21.091.200.000	768.000	1162,755	912	29.203.200.000	1.872.000	99.840.000
208	1	40	0	0	3,915	0	96.000	0	0	0	0	0
143	1	0	130	16.900	3,915	0	0	0	0	3.650.400.000	468.000	0
700	1	0	0	0	4,933	0	0	0	0	0	0	0
250	1	0	0	0	3,915	0	0	0	0	0	0	0
625	1	40	0	0	4,933	0	192.000	0	0	0	0	0
625	1	0	130	16.900	0	0	0	0	0	0	0	0
125	1	80	130	16.900	3,915	10.545.600.000	384.000	1162,755	912	3.650.400.000	468.000	49.920.000
562	1	40	260	67.600	4,933	84.364.800.000	192.000	1644,384	644,8	116.812.800.000	3.744.000	49.920.000
625	1	40	130	16.900	3,915	5.272.800.000	96.000	822,192	456	3.650.400.000	468.000	12.480.000
600	1	40	130	16.900	4,933	10.545.600.000	192.000	822,192	456	29.203.200.000	1.872.000	24.960.000
500	1	80	260	67.600	4,933	168.729.600.000	768.000	2325,510	1289,6	116.812.800.000	3.744.000	199.680.000

ANEXO V - MATRIZ FINAL UTILIZADA NA CORREÇÃO DE HETEROSCEDASTICIDADE

	R ⁴	α	N	P	P ²	K ^{0,33}	N P ³ K	N ² K	√N P	N √P	P ² K ³	P K ²	N ² P K
1	20000	1	0	260	67600	0	0	0	0	0	0	0	0
2	30250	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	47810	1,414	0	367,64	93586,4	5,535	0	0	0	0	20 646 662 400	1 323 504	0
4	34000	1	80	260	67600	0	0	0	2325,510	1289,961	0	0	0
5	36335	1	80	0	0	4,933	0	768.000	0	0	0	0	0
6	38750	1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	57090	1,414	113,12	183,82	23896,6	0	0	0	1643,35	1290,69	0	0	0
8	42500	1	40	260	67600	0	0	0	1645,8	645,2	0	0	0
9	42625	1	80	0	0	3,915	0	384.000	0	0	0	0	0
10	46750	1	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	47625	1	0	260	67600	4,933	0	0	0	0	116 812 800 000	3 744 000	0
12	83640	1,732	69,28	225,16	29270,8	0	0	0	1425,26	790,48	0	0	0
13	81550	1,630	65,20	423,8	110188	6,381	68 757 312 000	156.480	2682,65	1051,67	23 800 608 000	1 525 680	40 684 800
14	45385	1	0	130	16900	4,933	0	0	0	0	29 203 200 000	1 872 000	0
15	47500	1	80	260	67600	3,915	84 364 800 000	384.000	2325,10	1289,961	14 601 600 000	936 000	99 840 000
16	51875	1	80	130	16900	4,933	21 091 200 000	768.000	1162,30	912,8	29 203 200 000	1 872 000	99 840 000
17	90424	1,732	69,28	0	0	6,780	0	166.272	0	0	0	0	0
18	86623	1,630	0	211,9	27547	6,381	0	0	0	0	5 950 152 000	762 840	0
19	33700	1	0	0	0	4,933	0	0	0	0	0	0	0
20	34250	1	0	0	0	3,915	0	0	0	0	0	0	0
21	35625	1	40	0	0	4,933	0	192.000	0	0	0	0	0
22	55625	1	0	130	16900	0	0	0	0	0	0	0	0
23	80776	1,414	113,12	183,82	23896,6	5,535	14 911 478 400	542.976	1643,35	1290,69	5 151 663 600	661 752	70 586 880
24	81392	1,414	56,56	367,64	93586,4	6,975	119 291 827 200	271.488	2327,16	912,31	165 173 299 200	5 294 016	70 586 880
25	111680	1,905	76,2	247,65	32194,5	7,458	10 044 684 000	182.880	1567,62	869,44	6 954 012 000	891 540	23 774 400
26	85400	1,414	56,56	183,82	23896,6	6,975	14 911 478 400	271.488	1163,58	645,54	41 293 324 800	2 647 008	35 293 440
27	67500	1	80	260	67600	4,933	166 729 600 000	768.000	2325,10	1289,961	116.812 800 000	3 744 000	199 660 000

ANEXO VI

*Transformação na Matriz Original (A) e Inversão da Mesma para
Correção de Correlação de Erros (Super Correção)*

0,499

0,5

0,001

0,499

0,5

0,001

0,333

0,001

0,333

0,499

0,25

0,001

0,332

0,25

0,001

0,333 0,333

0,001 0,25

0,499

0,499

0,001

0,5

0,25

0,001

0,5

0,25

0,25

0,375

0,499

0,001

0,5

ANEXO VII - MATRIZ FINAL PARA CORREÇÃO DE CORRELAÇÃO DOS ERROS (Super Correção)

	P^1	P^2	$X^{1/3}$	$N P^3 K$	$N^2 K$	$\sqrt{N P}$	$N \sqrt{P}$	$P^2 K^3$	$P K^2$	$N^2 P K$
1	20000	1	0	260	67600	0	0	0	0	0
2	30250	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	19500	1	0	260	47600	1448,500	0	0	-43.804.600.000.000	-936.000
4	34000	1	80	260	67600	0	0	2.325,510	1.289,6	0
5	36375	1	80	0	0	4,933	0	0	0	0
6	38750	1	40	0	0	0	0	0	0	0
7	34000	1	80	260	62400	0	0	1.570	269.789	0
8	42500	1	40	260	67600	0	0	1.644	644	0
9	42625	1	60	0	0	3,915	0	0	0	0
10	46750	1	80	0	0	0	0	0	0	0
11	47625	1	0	260	67600	4,933	0	0	116.812.800.000	3.744.000
12	103250	1	40	260	-11221600	0	0	274.613	241.548	0
13	42250	1	40	260	67600	1448,500	0	95.808.000	242.459	1.194
14	45385	1	0	130	16900	4,933	0	0	29.203.200.000	1.872.000
15	47500	1	80	260	67600	3,915	84 364 800 000	384.000	2.325,510	1.289,6
16	51875	1	80	130	16900	4,933	21 091 200 000	768.000	1.162,755	912,00
17	98625	1	120	0	0	972,53	0	32.064.000	0	0
18	54875	1	0	130	-8433100	1447,90	0	0	0	-25.556.800.000.000
19	53700	1	0	0	0	4,933	0	0	0	0
20	54250	1	0	0	0	3,915	0	0	0	0
21	55625	1	40	0	0	4,933	0	192.000	0	0
22	55625	1	0	130	0	0	0	0	0	0
23	-327500	1	80	-129740	-21057600	495	-111 917 235 200 000	-191.616.000	-116.042,90	-375.711
24	47125	1	0	260	67600	5	0	-192.000.000	-481.500	-300
25	-46250	1	80	260	-19029400	601	-68 462 035 200 000	-239.616.000	-338.175	-187.311
26	53700	1	0	0	-16900000	5	-73 819 200 000 000	-192.000.000	-340.500	-178.500
27	67500	1	80	260	67600	4,933	168 729 600 000	768.000	2.325,510	1.289,6

Anexo VIII - Programa para resolução de uma equação polinomial

2 COMPILG FORTRAN

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS



0						
1	7	REL	36700/37700	F O R T R A N	C O M P I L A T I O N	
2		\$	SGT BCD			
3						
4			DIMENSION Y(9,27,13), RL(9,27,13)			
5			00 1 N=9,8			
6			00 1 I=0,26			
7			00 1 K=0,12			
8			A=N*10.			
9			B=I*10.			
0			C=K*10.			
1			L=Y+1			
2			J=I+1			
3			M=K+1			
4			Y(L,J,M)=35790.176			
5			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)+114.345*A			
6			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)+180.675*B			
7			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)-0.869*B*B			
8			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)+3929.884*(C*(1./3.))			
9			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)-0.00000257*A*B*B*B*C			
0			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)-0.037*A*A*C			
1			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)+29.491*(SQRT(A))*B			
2			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)-52.372*A*(SQRT(B))			
3			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)+0.00000491*B*B*C*C			
4			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)-0.014*B*C*C			
5			Y(L,J,M)=Y(L,J,M)+0.000414*A*A*B*C			
6			RL(L,J,M)=0.131*Y(L,J,M)-9.33*B-2.694*C-10.11*A			
7	1		CONTINUE			
8			00 25 L=1,9			
9			00 25 J=1,27			
			25 PRINT 200, (Y(L,J,M),M=1,13), (RL(L,J,M),M=1,13)			

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE PROCESSAMENTO DE DADOS



0						
1						
2	200	FORMAT	(1H0,13F9.2,/,1X,13F9.2)			
3			CALL EXIT			
4			END			
5						
6						
7						
8						
9						
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

ANEXO IX

Gráfico dos resíduos sobre os 17 valores que formaram a base dos outros 10 valores retirados pela prog. linear

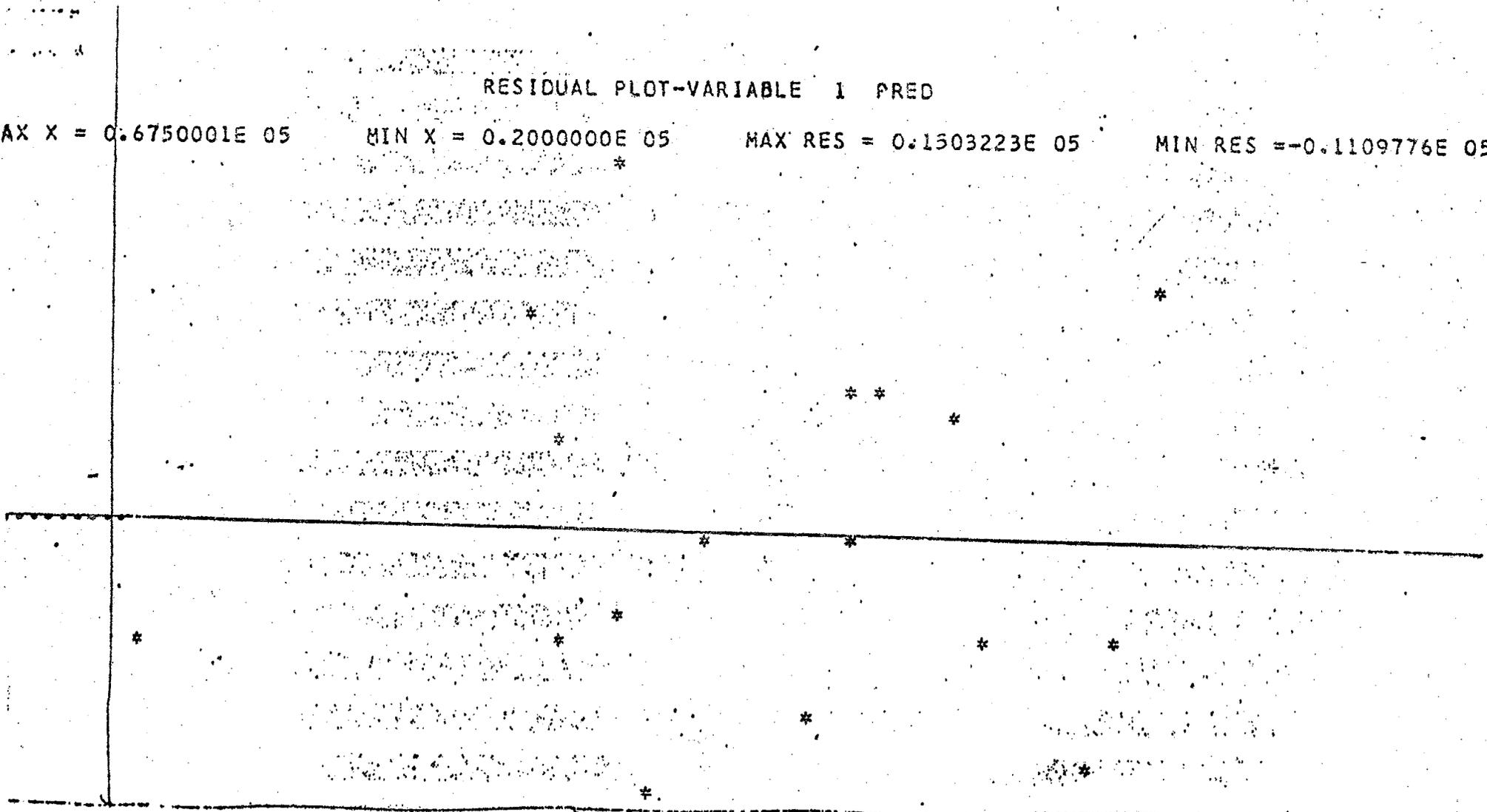
RESIDUAL PLOT-VARIABLE 1 PRED

AX X = 0.6750001E 05

MIN X = 0.2000000E 05

MAX RES = 0.1503223E 05

MIN RES = -0.1109776E 05



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AGRICULTURA. *Produção vegetal. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 38: 339. 1977.*
02. BANCO NORDESTE DO BRASIL. *Mandioca; aspectos da cultura e da indústria. Fortaleza, s.d. 285 p.*
03. BORSATTO, Ivo & ROCHA, José Alfredo. *Possibilidade de Expansão das Culturas Energéticas Potencialmente; mandioca, cana-de-açúcar. Porto Alegre, Secretaria de Estado da Agricultura. Comissão Estadual de Planejamento Agrícola, 1975. 109 p.*
04. BRASIL. Ministério da Agricultura. Superintendência do Planejamento. *Produção e Abastecimento; perspectivas e proposições. Brasília, 1975.*
05. CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO DE SERGIPE. *Indústria de derivados da mandioca; estudo de viabilidade. Aracaju, 1966. 39 p.*
06. DIAS, Carlos Adalberto de Carvalho. *Cultura da Mandioca. Campinas, 1970. 18 p. Mimeografado*
07. INFORMATIVO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre, Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural. Maio, 1975. 40 p.
08. MACHADO, Ernestino Lopes. *A Mandioca. Taquari. Secretaria de Estado da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1972. 13 p. Mimeografado.*
09. O QUE a Mandioca tem. *Petrobrás. Rio de Janeiro, (270): nov/dez., 24/9, 1974.*
10. PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura. Departamento de Economia Rural. *A Mandioca. Paraná, 1975. 6 p. Mimeografado.*
11. SIMONSEN, Mario Henrique. *Teoria Microeconômica. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas. 1971. v.2, 228 p.*
12. THEIL, Henri. *Principles of Econometrics. New York, J. Wiley, 1971. 228 p.*

SÉRIE DE TESES DE CONCLUSÃO DOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL E SOCIOLOGIA RURAL DO CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS ECONÔMICAS - (IEPE).

01. SÁ, José Itamar. Utilização de Mão-de-Obra e Níveis de Renda em Pequenas Propriedades Rurais, Santa Rosa - RS. 1965. 85 f.
02. FACHEL, José Fraga. Adoção de Práticas Agrícolas Numa Área Sul-Riograndense. 1966. 68 f.
03. GUTIÉRREZ, Júlio Peña. A Mão-de-Obra como Medida do Módulo da Propriedade Rural. 1966. 112 f.
04. RICHTER, Humberto Vendelino. Produção de Leite em Santa Cruz do Sul. 1967. 70 f.
05. SCHNEIDER, Ivo Alberto. Comunicação e Uso de Crédito Rural, Ibirubá. 1967. 125 f.
06. POLI, João Baptista E.H. Descrição e Análise das Rendas em Relação ao Uso de Empre-
timos em Pequenas Propriedades Rurais: Lajeado - Rio Grande do Sul. 1967. 132 f.
07. TROLLER, Neiva. O Papel da Comunicação Coletiva na Modernização dos Agricultores. 1969. 93 f.
08. KONZEN, Otto Guilherme. Influência Econômica do Projeto Piloto de Crédito Rural so-
bre as Empresas Agrícolas de Ibirubá; Rio Grande do Sul - Brasil. 1969. 114 f.
09. LANZER, Édgar Augusto. Análise Econômica de Um Grupo de Experimentos de Fertilização
e Calagem do Solo na Cultura do Trigo - Rio Grande do Sul. 1970. 117 f.
10. RIEDL, Mário. Estratificação Social numa Área de Colonização do Rio Grande do Sul. 1970. 84 f.
11. SCHNEIDER, João Elmo. A Influência de Fatores Sócio-Culturais na Inovabilidade e Efi-
ciência dos Agricultores; Estrela e Frederico Westphalen - RS. 1970. 130 f.
12. FRÖHLICH, Egon Roque. Análise de Conteúdo dos Assuntos Agrícolas e sua Revelância Si-
tuacional nos Jornais do Estado do Rio Grande do Sul. 1970. 99 f.
13. SELBACH, Jacob Christiano. A Suinocultura a Nível de Empresa. Ibirubá, RS. 1967. 1971. 120 f.
14. FALKEMBACH, Elza Maria Lemos Fonseca. Funções Sociais da Habitação do Operário de
Origem Rural no Município de Porto Alegre. 1971. 132 f.
15. STÜLP, Valter José. Planejamento de uma Empresa Rural Típica - Estrela - RS. 1971. 218 f.
16. GABOARDI, Luci de Lima. Aspirações Educacionais e Ocupacionais da Família Rural-Ga-
ribaldi - RS. 1971. 112 f.
17. BIANCHI DOS REIS, Ana Maria. Integração do Operário de Origem Rural na Sociedade Ur-
bano Industrial da Grande Porto Alegre. 1971. 173 f.
18. NOSKOSKI, Carlos. Análise Econômica do Uso de Corretivos na Cultura do Trigo. Safra
1969 - Ibirubá - RS. 1972. 91 f.

19. BRUMER, Anita. Sindicalismo Rural e Participação dos Agricultores em Sindicato, em Candelária, Rio Grande do Sul, Brasil. 1972. 189 f.
20. SCHERER, Ilse. Associativismo e Sindicalismo Rural no Rio Grande do Sul. 1972. 170 f.
21. BROUWERS, Peter Joseph Antonius. Estudo Descritivo e Análise de Mercado de Ovos de Porto Alegre, 1965/67. 1972. 211 f.
22. SCHUCK, José Hilário. Eficiência no Uso da Terra e das Práticas Agrícolas da Produção de Trigo, Soja e Milho, Ibirubá - RS. 1972. 146 f.
23. LORENCI, Carlos Argeu da Silva. Estrutura das Fazendas e seus Efeitos na Rentabilidade e Capacidade de Amortização de Empréstimos - Alegrete - RS. 1972. 107 f.
24. CHALOULT, Norma Beatriz. Processo Migratório Rural-Rural-RS. 1972. 142 f.
25. OLIVEIRA NETTO, José Augusto de. Crédito para Capital de Giro às Cooperativas de Sulcicultores no Rio Grande do Sul, Estudos de Casos. 1972. 216 f.
26. GIULIANI, Bernardino. Influência de Fatores Sócio-Econômicos no Nível e Estrutura de Consumo em Família de Agricultores e de Operários Urbanos. 1972. 122 f.
27. LESSINGER, Egídio. Análise Econômica do Efeito Residual do Fósforo e do Calcário num Experimento com Pastagem e Trigo, Através de Funções de Produção, Vacaria, RS - 1965/1970. 1972. 100 f.
28. MARX, Ingrid Helene. Marginalidade Econômica e Implicações Sociais - Candelária, Rio Grande do Sul, Brasil. 1973. 133 f.
29. KRATZ, Ana Christina de Andrade. Fórmulas para Estimar a Dificuldade de Leitura dos Artigos Agrícolas Publicados em Jornais Sul-Riograndenses para Agricultores de Baixo Grau de Escolaridade. 1973. 83 f.
30. DARÓS, Gildo. Conscientização de Agricultores numa Área de Reforma Agrária - Passo Real - RS. 1973. 115 f.
31. GRAWUNDER, Atos Freitas. O Planejamento Econômico de uma Fazenda no Rio Grande do Sul 1973. 266 f.
32. ECHEVERRIA, Luiz Carlos Robaina. Renda da Operação Agrícola e Capacidade de Amortização de Empréstimos de Agricultores Mutuários - Carazinho - RS. 1973. 143 f.
33. CARDOSO, Vera Talita Machado. Elasticidade-Renda da Procura de Alimentos para a Classe de Operários da Indústria de Transformação em Porto Alegre - RS 1970. 1974. 115 f.
34. MATTUELLA, Juvir Luiz. Análises de Consumo e Renda a Nível de Famílias Rurais Campo Real-RS- 1974. 81 f.
35. RODRIGUES, Paulo Coutinho. Análise Econômica de um Sistema de Engorda de Bovinos em Confinamento - RS. 1975. 96 f.
36. MOROZINE, Marília Costa. Estudo Comparativo de Fertilidade em Áreas Rurais-RS. 1975. 130 f.

37. STEFANELLO, Eugenio Libreloto. Análise Econômica e Relação Técnica entre o Rendimen-
to da Soja e o Emprego de Fertilizantes e Calcário em 10 Locais do Rio Grande do
Sul. 1975. 149 f.
38. PONS, José Luiz Marona. Análise Econômica da Alocação de Recursos em um Grupo de Pro-
priedades Pecuárias do Município de São Gabriel - RS. 1975. 82 f.
39. NAVARRO, Zander Soares de. Relação entre o Status Social e Variáveis Sócio-Culturais
em Áreas Rurais do Estado de Santa Catarina. 1975. 83 f.
40. ADAMS, Reinaldo Ignácio. Estrutura e Rentabilidade do Capital nas Empresas Rurais de
São Borja - RS. 1975. 83 f.
41. RAMALHO, Helomar Duarte. Escassez de Mão-de-Obra na Região Cacaueira da Bahia, Fato-
res Condicionantes. 1976. 86 f.
42. GOMES, Aloisio Teixeira. Análise de Custos de Produção de Suínos em um Grupo de Ex -
plorações Localizadas em Micro-Regiões Coloniais-RS, 1973. 1976. 66 f.
43. LENZI, Zuleika Mussi. Eletrificação Rural e Processo de Modernização Rural. 1976.
114 f.
44. PEIXOTO, Heverton. Períodos Ótimos de Venda de Soja Face ao Risco de Mercado. 1976.
70 f.
45. WESTPHAL, Selmo. Tendências da Produção e Produtividade Agrícola e Modificações no
Uso dos Fatores Terra, Mão-de-Obra e Mecanização - Estado do Paraná, 1960/70.
1976. 116 f.
46. MENDES, Judas Tadeu Grassi. Impacto na Renda e na Utilização dos Recursos Devido a
Recombinação das Alternativas sob Condições de Restrição no Uso dos Solos do Muni-
cípio de Loanda, Estado do Paraná. 1976. 83 f.
47. FONSECA, Vera Osório da. Análise Econômica da Aplicação de Doses e Fontes de Nitrogê-
nio na Cultura do Trigo, sob Condições de Risco, em Pelotas, Rio Grande do Sul.
1976. 82 f.
48. SALLES, Pedro Afonso Almeida de. Análise Econômica de Dois Experimentos de Adubação
e Manejo da Pastagem Nativa e sua Implicação na Produtividade da Pecuária. 1977
138 f.
49. SCHULZE, Margot Barbosa. A Influência de Fatores Sociológicos na Produtividade Agrí-
cola nos Municípios de Garibaldi e Candelária - RS. 1977. 86 f.
50. PAUL, José Maria. Análise Econômica de Funções de Produção em Fertilização e Calagem
de Milho na Região do Norte Pioneiro do Paraná. 1977. 133 f.
51. ARNIZAUT, Paulo. O abate e o Parque Abatedor de Bovinos no RGS - 1971/1974. 1977.
144 f.
52. MARRE, Jacques André Loon. Influência do Eco-Sistema Natural e Artificial sobre os
Níveis de Aspirações Profissionais. 1977. 137 f.

53. SZUBERT, Eva Barbosa. Estratificação Social em Fotografias Aéreas. 1977. 114 f.
54. ASMAR, Selem Rachid. Estudo Analítico de Fatores que Afetam a Aspiração Educacional do Aluno do 8º Ano Fundamental. 1977, 82 f.
55. MORENO, Pedro Vale. Análise Econômica de Combinações, Máquinas e Implementos e Áreas das Empresas Rurais do Município de Ibirubá- RS. 1977. 64 f.
56. EHRENSPERGER, Regina Maria Gubert. Estrutura da Comunidade Urbana de Residência e Nível de Aspiração Ocupacional. 1978. 118 f.
57. BORTOLUZI, Clodoaldo Roque Dallajustina. Análise de Fatores Associados à Área e Produtividade do Arroz no Rio Grande do Sul. 1978. 102 f.
58. ROBALINO, Julio Enrique Benitez. Mobilidade Social Vertical num Grupo de Agricultores de Ibirubá - RS. 1978. 99 f.
59. TREVIZAN, Salvador Dal Pozzo. Fatores de Comunicação e Mentalidade do Produtor Rural. Um Estudo Realizado em Dois Municípios na Região Cacaueira da Bahia. 1978. 99 f.
60. ELY, Aloisio. Análise Econômica da Exploração de Gado de Corte: Alternativas Tecnológicas da Produção Forrageira e Animal, numa Região do Rio Grande do Sul. 1979. 101 f.
61. VILCAHUAMÁN, Luciano Javier Montoya. Experimento na Cultura do Milho: Análise Econômica e Custos de Decisões sob Incerteza. 1979. 99 f.
62. MIELITZ NETTO, Carlos Guilherme Adalberto. Análise das Mudanças de Alguns Coeficientes Técnicos na Criação de Bovinos de Corte no Rio Grande do Sul. 1979. 66 f.
63. ZUNG, Che yee. Função dos Sistemas Administrativos e sua Eficácia - Cooperativas Agrícolas do Paraná. 1979. 128 f.
64. FREIRE, Loiva de Mello. Fatores que Explicam Diferenças de Renda Entre Pequenos Produtores Rurais - Cruzeiro do Sul - RS. 1979. 108 f.
65. FREIRE, Japiassu de Mello. O Efeito do Crédito Rural e de Taxas de Juros Associado à Mudança de Tecnologia, na Renda Líquida nas Pequenas Empresas Rurais -Cruzeiro do Sul - RS. 1979. 86 f.
66. SKRABA, Irineu. Função Consumo. Determinação e Análise a Nível de Proprietários Rurais do Município de Cruzeiro do Sul - Estado do Rio Grande do Sul. 1980. 103 f.
67. BUZANELLO, Edemar João. Relações Sociais Tradicionais na Agricultura de Dois Municípios da Região Cacaueira da Bahia. 1980. 123 f.
68. ALMEIDA, Ana Maria Chiarotti de. Participação Social dos Operários de Origem Rural em Área Urbana - Londrina - PR - 1980. 110 f.
69. COSTA, Fernando Palm . Análise Econômica de Produção de Ovos em Condições Comerciais no Rio Grande do Sul. 1980. 83 f.

70. PROTAS, José Fernando da Silva. Análise de Aspectos Econômicos que Envolvem a Cultura da Cebola a Nível de Propriedade no Município de São José do Norte - Rs. 1980. 47 f.
71. HAUSEN, Clarisse Lima. Influência do Tamanho da Propriedade na Participação de Agricultores em Instrumentos de Política Agrícola - Cruzeiro do Sul - RS. 1980 85 f.
72. CUEVAS, Gabriela Inês Riveros. Análise Econômica da Oferta de Pêssegos no Estado do Rio Grande do Sul. 1980. 63 f.
73. RODIGHIERI, Honorino Roque. A adubação Fosfatada e a Competitividade entre as Culturas Feijão, Milho, Soja e Trigo. Uma análise Econômica - Cascavel - PR. 1980 90 f.
74. HOFFMANN, José Hermeto. Fruticultura: Uma Solução para a Baixa Renda e o Êxodo Rural da Pequena Propriedade? 1980. 130 f.