O USO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA NA INTERPRETAÇÃO DE ENSAIOS DE ADUBAÇÃO NPK EM PLANTAÇÕES DE CACAU (*Theobroma cacao*, L.)

GILBERTO NICOLELLA

Orientador: Prof. Dr. HUMBERTO DE CAMPOS

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Estatística e Experimentação Agronômica.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Março, 1981

A minha esposa,

meus pais,

meus irmãos e cunhadas,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Humberto de Campos, pela eficiente orientação.
- Aos Professores e Funcionários do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ, pela dedicação e colaboração.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida.
- Ao Prof. Dr. Júlio Roger Arroyo Vergara, pela colaboração.
- Aos colegas do Curso de Estatística e Experimentação Agronômica, pela amizade e colaboração prestada.
- À Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC).
- À Divisão de Geociências (DIGEO), e em particular ao Dr. Percy Cabala, pela concessão dos dados.
- Ao Dr. João Gilberto Corrêa da Silva, Chefe do DMQ/EMBRAPA, pela colaboração.
- Aos colegas do Setor de Processamento de Dados (SEPOC), pela colaboração prestada durante as análises realizadas no Computador Eletrônico pertencente à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC).
- Ao colega Orlando F. Godoy Bordoni, pela colaboração e versão do resumo para o inglês.
- Aos funcionários do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ, Maria Izalina Ferreira Alves, Rosa Maria Alves e Octávio Frassetto.
- À colega Rosane Amorim Moreira, pelo trabalho datilográfico.
- A todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a execução deste trabalho.

Í N D I C E

	Pág.
RESUMO	vi
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 - Material	12
3.2 - Métodos	15
3.2.1 - Regressão polinomial	15
3.2.1.1 - Estimativas dos parâmetros	18
3.2.1.2 - Variâncias e covariâncias das estimativas dos parâmetros	23
3.2.1.3 - Intervalos de confiança dos parâmetros	24
3.2.1.4 - Variâncias das estimativas dos rendimentos e intervalos de confiança dos rendimentos	24
3.2.1.5 - Análise de variância	28
3.2.1.5.1 - Para cada ano e local específico	28
3.2.1.5.2 - Conjuntamente para todos os locais por ano específico	30
3.2.1.5.3 - Conjuntamente para todos os anos por local específico	32

3.2.1.6 - Doses econômicas dos nutrientes ...	34
3.2.1.7 - Estudo da superfície através de cor tes	39
3.2.1.8 - Coeficiente de determinação (R^2) ..	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 - Análise de Variância	42
4.2 - Regressão Polinomial	43
4.2.1 - Estimativas dos parâmetros e seus intervalos de confiança	43
4.2.2 - Estimativas dos rendimentos e seus intervalos de confiança	44
4.2.3 - Níveis ótimos de N, P e K	45
4.2.4 - Cortes na superfície polinomial quadrática com e sem interação	47
5. CONCLUSÕES	48
6. BIBLIOGRAFIA	50
7. APÊNDICE	53

O USO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA NA INTERPRETAÇÃO DE
ENSAIOS DE ADUBAÇÃO NPK EM PLANTAÇÕES DE CACAU
(*Theobroma cacao*, L.)

Autor: Gilberto Nicolella
Orientador: Prof. Dr. Humberto de Campos

R E S U M O

A utilização de fertilizantes na Agricultura é prática largamente difundida, visando primordialmente o aumento da produtividade por unidade de área cultivada, associado a uma receita lí-quida máxima.

O presente trabalho, que teve como objetivo princi-pal procurar fórmulas de adubação economicamente aconselháveis para a cultura do cacau, no Estado da Bahia, foi realizado a partir de dados de 5 ensaios, instalados em blocos casualizados com duas repetições e quinze tratamentos, que constituem os pontos de um deli-neamento de Box. Estes ensaios foram conduzidos em plantações de cacau, variedade Catongo, estabelecidos em 1965, tendo se iniciado a aplicação de tratamentos a partir de 1971.

Aos dados experimentais foi ajustado o modelo poli-

nomial quadrático (com e sem interação), representado por:

$$Y_u = \beta_0 + \beta_1 X_{1u} + \beta_2 X_{2u} + \beta_3 X_{3u} + \beta_{11} X_{1u}^2 + \beta_{22} X_{2u}^2 + \\ + \beta_{33} X_{3u}^2 + \beta_{12} X_{1u} X_{2u} + \beta_{13} X_{1u} X_{3u} + \beta_{23} X_{2u} X_{3u} + \varepsilon_u$$

onde $u = 1, 2, \dots, n$ e $\varepsilon_u \cap N(0, \sigma^2)$.

Foram considerados 59 casos para ajuste dos modelos polinomiais (com e sem interação), a saber:

- a) 45 casos individuais correspondentes a cada ano e local específicos;
- b) 9 casos reunindo os locais por ano específico;
- c) 5 casos considerando todos os anos por local específico.

Os enfoques principais abordados neste trabalho, consistiram em:

- a) estimativas dos parâmetros da equação de regressão e seus respectivos intervalos de confiança;
- b) estimativas dos rendimentos e seus respectivos intervalos de confiança;
- c) níveis ótimos dos nutrientes (N, P e K);
- d) cortes das superfícies de resposta, fixando-se dois dos nutrientes em suas doses padrão.

As principais conclusões deste trabalho foram:

- 1.^a) Os parâmetros da equação de regressão apresentaram intervalos de confiança amplos, resultando em uma imprecisão nas estimati-

vas dos rendimentos.

2.^a) Não houve significância estatística das interações lineares nos diferentes locais.

3.^a) A recomendação de adubação para toda a região cacaueira estudada não foi viável, em função da variabilidade das doses econômicas de local para local.

4.^a) As doses econômicas obtidas a partir dos cortes da superfície, com dois dos nutrientes permanecendo em suas doses padrão, mostraram que o fósforo, para os locais 3 e 5 (Água Sumida e Itabuna, respectivamente), quando na presença de doses fixas de N e K, fornece resposta máxima para doses pertinentes ao intervalo (0;1), correspondendo a valores entre 90 e 135 kg/ha.

5.^a) A aplicação da metodologia de superfície de resposta, utilizando-se da função polinomial quadrática (com e sem interação) para o ajuste dos dados de produção, não permitiu uma interpretação racional dos ensaios de adubação NPK na cultura do cacau, no Estado da Bahia. Novos enfoques deverão ser estudados envolvendo inclusive outros modelos de regressão além do quadrático.

INTERPRETATION OF NPK FERTILIZER EXPERIMENTS, BY
RESPONSE SURFACE QUADRATIC MODEL, IN COCOA CROPS
(*Theobroma cacao*, L.)

Author: Gilberto Nicolella
Adviser: Prof. Dr. Humberto de Campos

S U M M A R Y

The utilization of fertilizers in Agriculture aiming primarily the increase of the productivity per cultivated unity area associated to a maximum of liquid profit is an widespread practice.

This work, which main objective was to search economically advisable fertilization formula in cocoa production in the State of Bahia, was done with data from five experiments in complete randomized blocks with two replicate and fifteen treatments which are the points of a Box design. These experiments were conducted in cocoa crops, Catongo variety, planted in 1965, with the treatments application beginning in 1971.

The following quadratic polynomial model (with and without interaction) was fitted to the experimental data:

$$Y_u = \beta_0 + \beta_1 X_{1u} + \beta_2 X_{2u} + \beta_3 X_{3u} + \beta_{11} X_{1u}^2 + \beta_{22} X_{2u}^2 + \beta_{33} X_{3u}^2 + \\ + \beta_{12} X_{1u} X_{2u} + \beta_{13} X_{1u} X_{3u} + \beta_{23} X_{2u} X_{3u} + \varepsilon_u$$

where $u = 1, 2, \dots, n$ and $\varepsilon_u \cap N(0, \sigma^2)$.

For the fitting of the polynomial models (with and without interaction) were considered 59 cases, which are:

- a) 45 individual cases corresponding to each year and each place;
- b) 9 cases grouping places in each year;
- c) 5 cases grouping years in each place.

The principal points treated in this work are:

- a) regression equations parameters estimatives and its confidence intervals;
- b) yields estimatives and its confidence intervals;
- c) optimum levels of nutrientes (N, P and K);
- d) Response surface sections, when two nutrients central doses are fixed.

The main conclusions of this work are:

- a) The regression equation parameters showed large confidence intervals, resulting in imprecision in yield estimatives.
- b) The three interactions in each place did not show statistical significance.
- c) The fertilization recommendation for the whole cocoa region

studied was not possible due to the variability of the economic doses from place to place.

d) The economic doses obtained from two nutrients fixed standard doses surface section showed that maximum answer was given for phosphorus, in the interval (0;1) corresponding to values between 90 and 135 kg/ha for places 3 and 5 (Água Sumida and Itabuna, respectively), with fixed doses of N and K.

e) The application of the surface response methodology using the quadratic polynomial function (with and without interaction) to the production dates adjustment, did not permit a rational interpretation of the NPK fertilizers essays, in the cocoa culture in the State of Bahia. New aspects should be studied, involving other regressions models, besides the quadratic model.

1. INTRODUÇÃO

No campo agronômico, principalmente em experimentos de adubação, é de interesse do pesquisador expressar os dados de produção de uma cultura qualquer, em função da quantidade de nutrientes adicionados ao solo. Esta relação pode ser simbolicamente representada por:

$$Y = \phi(X_1, X_2, \dots, X_k / \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n) \quad ,$$

onde:

Y é a produção por unidade de área;

$X_1, X_2, \dots, X_k$ são as quantidades usadas dos nutrientes, ou fatores de produção;

ϕ é denominada função de resposta a ser estimada;

ϕ_j ($j=1,2,\dots,n$) são parâmetros desconhecidos, ou não controlados.

Assim, para o i -ésimo rendimento, temos:

$$Y_i = (X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki} / \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n) \quad , i=1,2,\dots,N$$

onde:

N é o número de combinações dos níveis dos fatores de produção.

Dado então que a verdadeira forma da função de resposta ϕ é desconhecida, podemos estudá-la em uma região específica, correspondente às combinações de interesse dos níveis dos k fatores, ajustando um polinômio em $X_1, X_2, \dots, X_k$, no qual todos os termos até uma determinada ordem são incluídos.

BOX e WILSON (1951) introduziram uma dessas funções para interpretação de experimentos industriais, posteriormente utilizada nos esquemas fatoriais 3^k dos ensaios agrícolas. Sua representação polinomial é a que se segue:

$$Y = \beta_0 + \beta_{11}X_1^2 + \beta_{22}X_2^2 + \beta_{33}X_3^2 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{23}X_2X_3 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 \quad (1)$$

Nos experimentos de adubação, em decorrência do aparecimento frequente de "pontos de sela", dificultando as análises econômicas, alguns pesquisadores optaram pelo delineamento central composto $2^3 + 2 \times 3 + 1$, com duas repetições, sem alcançar, entretanto, o objetivo visado.

No presente trabalho, apresentamos um estudo da aplicação da função (1), utilizando-se do delineamento central composto

ou delineamento de Box, citado anteriormente, visando à interpretação de ensaios de adubação NPK, na cultura do cacau.

A pouca informação de caráter quantitativo, no que concerne a experimentos de adubação NPK em cacau, a grande quantidade de dados referentes a nove anos de pesquisa em cinco locais representativos da região cacaueira da Bahia, e a oportunidade de elucidar alguns aspectos relevantes sobre os níveis ótimos de nutrientes, foram motivos suficientes para a elaboração deste trabalho.

A partir dos modelos ajustados (com e sem interação) será dada maior importância à discussão em torno da dose economicamente aconselhável de nutriente e, para um melhor conhecimento de cada superfície, serão estudados alguns de seus cortes, a fim de verificar o comportamento de cada nutriente quando os demais são fixados em suas respectivas doses padrão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A metodologia de superfície de resposta tornou-se realmente difundida a partir do artigo de BOX e WILSON (1951), em que os autores discutiram delineamentos com a finalidade de determinar, usando o menor número de observações, o ponto de resposta máximo. Compararam, ainda, o comportamento de alguns delineamentos experimentais, e introduziram o conceito de delineamentos compostos, que a princípio foram utilizados na indústria, onde o erro experimental é geralmente menor. Atualmente, são empregados na Agricultura, pois permitem o estudo de diversos níveis usando um número relativamente pequeno de unidades experimentais.

Em relação a culturas anuais, HEADY *et alii* (1961) ajustaram funções aos dados de produção de três ensaios de adubação:

- a) N e P em milho;
- b) P e K em trevo vermelho;
- c) P e K em alfafa.

Constataram que a função "raiz quadrada" representou melhor os dados, devido ao menor desvio de regressão e ao maior coeficiente de determinação.

PIMENTEL GOMES e CAMPOS (1966) estudaram vários ensaios de adubação de milho, através da equação de Mitscherlich, determinando a dose economicamente aconselhável de nutrientes.

Citam aqueles autores que, alternativamente, poderiam ter o modelo:

$$Y = a_{44} + a_{11}N^2 + a_{22}P^2 + a_{33}K^2 + 2a_{12}NP + 2a_{13}NK + \\ + 2a_{23}PK + 2a_{14}N + 2a_{24}P + 2a_{34}K + \epsilon \quad ,$$

onde, N, P e K representam as doses de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. Afirmam os autores que este modelo apresenta vantagens no caso de interações de certo vulto, sendo, entretanto, pouco aconselhável na maioria dos casos, devido à impossibilidade de extrapolações, além de não permitir testes de significância adequados, no caso de grupos de ensaios.

CAMPOS (1967) apresentou um estudo sobre regressão polinomial ajustada aos dados de ensaios fatoriais 3^3 de adubação NPK em milho. O modelo matemático de regressão ajustado foi:

$$Y = a_0 + a_{11}X_1^2 + a_{22}X_2^2 + a_{33}X_3^2 + a_{12}X_1X_2 + a_{13}X_1X_3 + \\ + a_{23}X_2X_3 + a_{14}X_1 + a_{24}X_2 + a_{34}X_3 + \epsilon$$

Em seu estudo, foram enfocados os seguintes tópicos:

- a) determinação das estimativas dos parâmetros da equação e seus respectivos intervalos de confiança;
- b) os níveis ótimos de N, P e K;
- c) os cortes da superfície, fixando-se dois nutrientes, nas suas doses padrões;
- d) estimativas e intervalos de confiança das produções.

Recomenda ao final do estudo, a aplicação da regressão polinomial aos ensaios fatoriais 3^3 de adubação, apenas para grupos de ensaios e de boa precisão.

ZAGATTO e PIMENTEL GOMES (1967) apresentaram um estudo sobre funções de produção ajustáveis a experimentos de adubação, analisado sob o ponto de vista econômico, concluindo, dentre outras coisas, que, para a regressão polinomial quadrática com três variáveis, a função para a receita líquida pode não ter máximo, possivelmente um mínimo ou ponto de sela, e que é recomendável utilizar grupos numerosos de ensaios ou, então, ensaios isolados com diversas repetições e boa precisão, dado que, o ajustamento da superfície de resposta aos dados observados é, não raro, pouco satisfatório.

MORAES (1969) fez um estudo sobre regressão polino-

mial ajustada a um ensaio fatorial 3^3 de adubação de milho, com N, P e K em níveis não equidistantes, determinando os intervalos de confiança para os parâmetros, as estimativas das produções a partir da equação de regressão e os respectivos intervalos de confiança.

VIEIRA (1970) estudou quatro funções de produção aplicadas aos ensaios fatoriais de N, P e K em milho, concluindo que:

- a) dos três modelos de regressão polinomial ajustados, dois revelaram-se praticamente iguais nos resultados: o modelo quadrático e o de grau $3/2$;
- b) para a determinação da dose econômica de nutriente, no caso de três níveis, recomenda o uso da equação de Mitscherlich devido a suas soluções satisfatórias através de métodos matemáticos simples;
- c) a aplicação de regressão polinomial aos ensaios fatoriais de adubação deve ser feita para grupos de ensaios cuja análise estatística mostre efeitos quadráticos significativos.

CAMPOS e ARAÚJO (1971) estudaram o ajuste a dados experimentais de ensaios fatoriais 3^3 de adubação na cultura de milho, de uma superfície de resposta (modelo quadrático) com interpretações dos parâmetros estimados. Verificaram os autores que, devido a não significância das interações, estas foram desprezadas, obtendo-se, para a superfície de resposta resultante, informações análogas às da equação de Mitscherlich.

NAGAI *et alii* (1975), utilizando-se da função

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + b_{11} X_{1i}^2 + b_{22} X_{2i}^2 + b_{12} X_{1i} X_{2i} + \epsilon_i ,$$

estudaram o seu ajuste aos dados de experimentos fatoriais 3 x 4 de adubação com nitrogênio e potássio na cultura do algodão, em alguns municípios do Estado de São Paulo, verificando que os intervalos de confiança para os parâmetros foram muito amplos e que o modelo polinomial usado apresentou desvios padrões bastante elevados.

BATISTA (1976) determinou o valor da constante que torna ortogonal o delineamento composto central, expressa por:

$$\alpha = \left[-(2^{k-1}) + (2^{2k-2} + k 2^{k-1} + 2^{k-2})^{1/2} \right]^{1/2} ,$$

onde k representa o número de fatores. Obteve também, as fórmulas das estimativas dos coeficientes do polinômio do segundo grau, quando os dados utilizados são provenientes de um composto central ortogonal.

CONAGIN e JORGE (1977), estudando o comportamento de um grupo especial de fatoriais fracionados $(\frac{1}{5}) 5^3$, visando sua aplicação em experimentos de adubação, concluíram tratar-se de um delineamento adequado para os ensaios de adubação, permitindo a análise por diversos modelos, como o quadrático, raiz quadrada, Mitscherlich e outros.

COSTA (1977) fez um estudo comparativo de três modelos de regressão polinomial, a partir dos dados de 27 ensaios fatoriais 3^3 de adubação NPK em arroz, instalados no Estado de Goiás. Os

modelos ajustados foram o polinomial quadrático, o de grau $3/2$ e o modelo "raiz quadrada", considerando-se os ensaios dispostos em cinco grupos, através de metodologia usada por Campos (1967) e Vieira (1970). As conclusões foram análogas às obtidas por aqueles autores, que recomendaram a aplicação das superfícies de resposta somente para grupos de ensaios e de boa precisão.

CONAGIN e JORGE (1978), usando o delineamento fatorial fracionado ($\frac{1}{27}$) ($9 \times 9 \times 9$), em experimentos de adubação, com 27 tratamentos confundidos em blocos de nove, concluíram, dentre outras coisas, que a este delineamento podem ser ajustados os modelos polinomial quadrático e raiz quadrada, podendo ser útil em outros campos em que se deseje a avaliação da função polinomial e o estudo de suas propriedades, a determinação dos pontos extremos (pontos de máximo, de sela), etc.

MONTEIRO (1978), estudando o comportamento dos modelos polinomial e assintótico (de Mitscherlich), aos dados de produção de ensaios fatoriais 3^3 de adubação NPK em amendoim, concluiu que os modelos polinomial quadrático e assintótico apresentaram um bom ajuste aos dados experimentais, e que os intervalos de confiança para os rendimentos foram estreitos.

RIBOLDI (1978), utilizando dados de ensaios fatoriais 3^3 incompletos, de adubação NPK em milho, pesquisou o ajuste, pelo método dos polinômios ortogonais, dos seguintes modelos de superfície de resposta:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i^{1/2} + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i \quad ,$$

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i^{3/4} + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^{3/2} \quad .$$

O autor conclui que, em ambos os modelos, houve concordância entre as produções médias observadas e as produções médias dos tratamentos estimadas pelas equações de regressão. Concluiu ainda, que a ausência do tratamento testemunha acarretou a obtenção de equações de regressão diferentes das obtidas, quando o mesmo foi considerado.

LIMA (1980), utilizando dados de ensaios fatoriais 3^3 incompletos de adubação NPK em mandioca, no Estado do Ceará, estudou o comportamento de modelos de função polinomial (modelo quadrático sem as interações) e função assintótica (função de Mitscherlich em três diferentes modelos). Concluiu o autor que, para todos os modelos e em todos os grupos, os intervalos de confiança foram amplos para os parâmetros e relativamente estreitos para os rendimentos, assim como, os níveis ótimos dos nutrientes foram bastante discrepantes de um grupo de ensaios para outro.

JORGE (1980), estudando o comportamento do delineamento Guadalupe para 3 fatores, através do modelo de regressão polinomial quadrática, concluiu que, para ensaios de adubação, o deli-

neamento Guadalupe original (os componentes quadráticos puros são correlacionados) é menos eficiente que o fatorial 3^3 e mais eficiente que o composto central original (segundo critério de Pimentel Gomes e Campos). A ortogonalização do delineamento Guadalupe, por sua vez, para ensaios de adubação, é menos eficiente que o Guadalupe original e que o fatorial 3^3 ; em relação ao central composto original, o Guadalupe ortogonal é mais eficiente na estimação dos componentes quadráticos.

A revisão de literatura teve-se, em geral, na citação de trabalhos relacionados ao ajuste de funções de produção aos dados de culturas anuais, em virtude da escassa informação a respeito da utilização da metodologia de superfície de resposta aplicada a ensaios de adubação em culturas perenes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

No presente trabalho, estudaram-se os resultados de cinco ensaios de adubação NPK na cultura de cacau, realizados pela Divisão de Geociências do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), correspondentes a cinco locais da região cacaueira da Bahia, durante nove anos por local.

Os locais com as respectivas classificações de solo foram:

Nome Regional (Solo-unidade)	Ordem	Local	Código
Rio Branco	Inceptisol	Uruçuca	FU-A
Vargito-Distrôfico	Ultisol	Camacã	FJ-A
Água-Sumida	Oxisol	Rio Branco	FJ-B
Valença	Oxisol	Ubirataia	FN-A
Itabuna	Alfisol	Ipiaú	FN-B

Os experimentos foram conduzidos em plantações de cacau, variedade Catongo, estabelecidos em 1965, sendo que durante a fase de crescimento, as plantas receberam uma adubação uniforme, tendo se iniciado a aplicação dos tratamentos a partir de 1971.

As doses de nutrientes utilizadas foram: 0, 30, 60, 90 e 120 kg/ha para o nitrogênio e potássio, e 0, 45, 90, 135 e 180 kg/ha para o fósforo, com o nitrogênio aplicado em proporção idêntica de sulfato de amônia (21% de N) e uréia (45% de N), o fósforo na forma de superfosfato triplo (45% de P_2O_5), e o potássio na de cloreto de potássio (60% de K_2O).

Consideraram-se os preços dos nutrientes e do cacau ao produtor, referentes ao ano de 1979, de acordo com os informes de "Estatística de Consumo de Materiais Agrícolas" (1980) na região cacaueira da Bahia. As relações entre os preços dos nutrientes e do cacau (t_ℓ/w) foram as seguintes:

Nutrientes	ℓ	t_ℓ/w
Nitrogênio	1	0,32733
Fósforo	2	0,21525
Potássio	3	0,09516

Estas relações variam de acordo com os preços vigentes no mercado, as quais condicionam os valores obtidos das doses economicamente "ótimas".

Os tratamentos a comparar, baseados no delineamento de Box, resultaram das combinações fatorial, axial e central, sendo que a instalação dos ensaios no campo foi conduzida segundo o delineamento experimental em blocos casualizados com duas repetições por local. Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

Combinação fatorial: 2^3	1) $N_1 P_1 K_1$		9) $N_0 P_2 K_2$
	2) $N_1 P_1 K_3$		10) $N_4 P_2 K_2$
	3) $N_1 P_3 K_1$		11) $N_2 P_0 K_2$
	4) $N_1 P_3 K_3$	Combinação axial: 2×3	12) $N_2 P_4 K_2$
	5) $N_3 P_1 K_1$		13) $N_2 P_2 K_0$
	6) $N_3 P_1 K_3$		14) $N_2 P_2 K_4$
	7) $N_3 P_3 K_1$		
	8) $N_3 P_3 K_3$	Centro (1 repetição)	15) $N_2 P_2 K_2$

A fim de verificar o comportamento dos dados na região experimental, estruturaram-se as análises de variância, com desdobramentos do número de graus de liberdade de tratamentos, em "regressão" e "desvio de regressão" para os seguintes casos:

3.1.1 - Para cada ano e local específico (*);

3.1.2 - Conjuntamente para todos os locais por ano específico (**);

3.1.3 - Conjuntamente para todos os anos por local específico (***).

(*) Casos 1.1 a 1.45 do Apêndice.

(**) Casos 2.1 a 2.9 do Apêndice.

(***) Casos 3.1 a 3.5 do Apêndice.

O processamento dos dados foi realizado no Computador Eletrônico IBM-370, modelo 135, pertencente à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), localizado no Município de Itabuna, no Estado da Bahia.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Regressão polinomial

Dado o interesse em estudar-se os efeitos lineares e quadráticos dos três fatores, N, P e K, e suas interações lineares, $N' \times P'$, $N' \times K'$ e $P' \times K'$, utilizou-se, para o ajuste dos dados, o modelo polinomial quadrático, expresso por:

$$Y_u = \beta_0 + \beta_1 X_{1u} + \beta_2 X_{2u} + \beta_3 X_{3u} + \beta_{11} X_{1u}^2 + \beta_{22} X_{2u}^2 + \beta_{33} X_{3u}^2 + \beta_{12} X_{1u} X_{2u} + \beta_{13} X_{1u} X_{3u} + \beta_{23} X_{2u} X_{3u} + \epsilon_u \quad (3.2.1.1)$$

onde,

X_1 , X_2 e X_3 representam as doses, respectivamente, de N, P_2O_5 e K_2O ;

β_1 , β_2 e β_3 são os coeficientes dos efeitos lineares, respectivamente de N, P e K;

β_{11} , β_{22} e β_{33} são os coeficientes dos efeitos quadráticos, respectivamente, de N, P e K;

β_{12} , β_{13} e β_{23} são os coeficientes das interações lineares duplas.

Considerando-se que em muitos ensaios de adubação as interações lineares duplas não são significativas, o presente estudo desenvolveu-se levando-as em conta e desprezando-as.

Genericamente, a função polinomial quadrática pode ser representada matricialmente, por:

$$Y = X\beta + \varepsilon ,$$

onde,

Y: vetor das produções;

X: matriz dos valores assumidos por X_1 , X_2 e X_3 nos tratamentos considerados;

β : vetor dos parâmetros;

ε : vetor dos erros.

As doses dos nutrientes foram codificadas, de acordo com a transformação

$$x_\ell = \frac{(X_\ell - \bar{X})}{q_\ell} ,$$

onde X_ℓ é a dose do nutriente ℓ ($\ell=1,2,3$) em kg/ha, e q_ℓ é a equidistância entre as doses.

Pela variação dos níveis (-2, -1, 0, 1, 2) de x_1 , x_2 e x_3 obteve-se de (3.2.1.1) as expressões que estimam Y para os 15 tratamentos, como consta na Tabela 1 do Apêndice.

Levando-se em conta as r repetições para cada um dos casos citados em 3.1, obtêm-se, a partir da Tabela 1, a matriz X, denominada matriz dos coeficientes, para os dois modelos em estudo (com e sem interação). No primeiro caso fica:

Quando consideramos o modelo com apenas sete parâmetros (desprezando-se as interações), a matriz X é análoga à matriz anterior, eliminando-se, desta, as colunas relativas às interações.

A matriz X foi ordenada, colocando-se os termos correspondentes aos coeficientes quadráticos em primeiro lugar, seguidos dos coeficientes das interações e dos correspondentes coeficientes lineares.

3.2.1.1 - Estimativas dos parâmetros

As estimativas dos parâmetros da equação de regressão são obtidas a partir da solução do sistema de equações normais:

$$\beta = (X'X)^{-1} X'Y = S^{-1}X'Y \quad .$$

Conforme o modelo enfocado, $X'X$ apresenta as seguintes formas:

Com interação:

$$X'X=S=r \begin{bmatrix} 15 & 16 & 16 & 16 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 16 & 40 & 8 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 16 & 8 & 40 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 16 & 8 & 8 & 40 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 16 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 16 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 16 \end{bmatrix} \quad (10 \times 10)$$

[illegible]

Sem interação:

A matriz S^{-1} é análoga à matriz anterior, eliminando-se, desta, as linhas e colunas: cinco, seis e sete.

O vetor $X'Y$ é dado por:

Com interação:

$$X'Y = \begin{bmatrix} \sum_{p=1}^{15} Y_i \\ 4N_0 + N_1 + N_3 + 4N_4 \\ 4P_0 + P_1 + P_3 + 4P_4 \\ 4K_0 + K_1 + K_3 + 4K_4 \\ N_1P_1 - N_1P_3 - N_3P_1 + N_3P_3 \\ N_1K_1 - N_1K_3 - N_3K_1 + N_3K_3 \\ P_1K_1 - P_1K_3 - P_3K_1 + P_3K_3 \\ -2N_0 - N_1 + N_3 + 2N_4 \\ -2P_0 - P_1 + P_3 + 2P_4 \\ -2K_0 - K_1 + K_3 + 2K_4 \end{bmatrix} \quad (10 \times 1)$$

onde,

N_s ($s=0,1,3,4$) representa o total de produção dos tratamentos ao nível s de nitrogênio;

P_s ($s=0,1,3,4$) representa o total de produção dos tratamentos ao nível s de fósforo;

K_s ($s=0,1,3,4$) representa o total de produção dos tratamentos ao nível s de potássio;

$N_t P_v (t, v=1,3)$ representa o total de produção dos tratamentos ao nível $\underline{t}$ de nitrogênio e ao nível $\underline{v}$ de fósforo;

$N_t K_z (t, z=1,3)$ representa o total de produção dos tratamentos ao nível $\underline{t}$ de nitrogênio e ao nível $\underline{z}$ de potássio;

$P_v K_z (v, z=1,3)$ representa o total de produção dos tratamentos ao nível $\underline{v}$ de fósforo e ao nível $\underline{z}$ de potássio.

Sem interação:

O vetor $X'Y$ é análogo ao vetor anterior, eliminando-se, deste, as linhas: cinco, seis e sete.

Então, a estimativa do vetor dos parâmetros fica:

Com interação:

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_{11} \\ b_{22} \\ b_{33} \\ b_{12} \\ b_{13} \\ b_{23} \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \frac{1}{r} \begin{bmatrix} \frac{7}{9} \Sigma Y - \frac{2}{9} (4N_0 + N_1 + N_3 + 4N_4) - \frac{2}{9} (4P_0 + P_1 + P_3 + 4P_4) - \frac{2}{9} (4K_0 + K_1 + K_3 + 4K_4) \\ -\frac{2}{9} \Sigma Y + \frac{13}{144} (4N_0 + N_1 + N_3 + 4N_4) + \frac{17}{288} (4P_0 + P_1 + P_3 + 4P_4) + \frac{17}{288} (4K_0 + K_1 + K_3 + 4K_4) \\ -\frac{2}{9} \Sigma Y + \frac{17}{288} (4N_0 + N_1 + N_3 + 4N_4) + \frac{13}{144} (4P_0 + P_1 + P_3 + 4P_4) + \frac{17}{288} (4K_0 + K_1 + K_3 + 4K_4) \\ -\frac{2}{9} \Sigma Y + \frac{17}{288} (4N_0 + N_1 + N_3 + 4N_4) + \frac{17}{288} (4P_0 + P_1 + P_3 + 4P_4) + \frac{13}{288} (4K_0 + K_1 + K_3 + 4K_4) \\ \frac{1}{8} (N_1 P_1 - N_1 P_3 - N_3 P_1 + N_3 P_3) \\ \frac{1}{8} (N_1 K_1 - N_1 K_3 - N_3 K_1 + N_3 K_3) \\ \frac{1}{8} (P_1 K_1 - P_1 K_3 - P_3 K_1 + P_3 K_3) \\ \frac{1}{16} (-2N_0 - N_1 + N_3 + 2N_4) \\ \frac{1}{16} (-2P_0 - P_1 + P_3 + 2P_4) \\ \frac{1}{16} (-2K_0 - K_1 + K_3 + 2K_4) \end{bmatrix} \quad (10 \times 1)$$

Sem interação:

O vetor $\hat{\beta}$ é análogo ao do caso anterior (com interação), eliminando-se, deste, as linhas: cinco, seis e sete.

3.2.1.2 - Variâncias e covariâncias das estimativas dos parâmetros

A matriz de dispersão (D), ou matriz de variâncias e covariâncias de β é obtida a partir de S^{-1} . Através da igualdade $D = S^{-1} \sigma^2$, temos as variâncias (elementos da diagonal principal) e as covariâncias (elementos fora da diagonal principal) das estimativas dos parâmetros. Por conseguinte, obtemos:

Com interação:

$$V(b_0) = \frac{7}{9} \frac{\sigma^2}{r}$$

$$V(b_{mm}) = \frac{13}{144} \frac{\sigma^2}{r} \quad (m=1,2,3)$$

$$V(b_{mn}) = \frac{1}{8} \frac{\sigma^2}{r} \quad \begin{matrix} m=1,2 \\ n=m+1,3 \end{matrix}$$

$$V(b_m) = \frac{1}{16} \frac{\sigma^2}{r} \quad (m=1,2,3)$$

$$\text{Cov}(b_0, b_{mm}) = -\frac{2}{9} \frac{\sigma^2}{r}$$

$$\text{Cov}(b_{mm}, b_{mn}) = \frac{17}{288} \frac{\sigma^2}{r}$$

Sem interação:

$$V(b_0) = \frac{7}{9} \frac{\sigma^2}{r}$$

$$V(b_{mm}) = \frac{13}{144} \frac{\sigma^2}{r} \quad (m=1,2,3)$$

$$V(b_m) = \frac{1}{16} \frac{\sigma^2}{r} \quad (m=1,2,3)$$

$$\text{Cov}(b_0, b_{mm}) = -\frac{2}{9} \frac{\sigma^2}{r}$$

A interpretação de " σ^2 " nas fórmulas acima, está associada à natureza das análises de variância, conforme esquemas especificados mais adiante. Assim, temos as seguintes associações:

- cada ano e local específicos: ($\sigma^2 \rightarrow QM_{Resíduo}$);
- conjuntamente, todos os locais por ano específico: [$\sigma^2 \rightarrow QM(Lo$
cal x Tratamento)];
- conjuntamente, todos os anos por local específico: [$\sigma^2 \rightarrow QM_{Re$
síduo(a)].

3.2.1.3 - Intervalos de confiança dos parâmetros

Baseando-se na hipótese de que os parâmetros têm uma distribuição aproximadamente normal, os extremos de seus intervalos de confiança foram determinados como se segue:

$$\hat{\theta} \pm t \sqrt{\hat{V}(\hat{\theta})},$$

onde $\hat{\theta}$ é qualquer um dos parâmetros estimados, nos dois casos considerados; t é obtido da distribuição teórica de t , ao nível α de probabilidade, e com o número de graus de liberdade da variância que testa a significância de tratamentos.

3.2.1.4 - Variâncias das estimativas dos rendimentos e intervalos de confiança dos rendimentos

De acordo com DRAPER e SMITH (1966), obtém-se a variância de um rendimento qualquer $\hat{Y}_i$, a partir da matriz D , citada em 3.2.1.2. Considerando-se X_i' o vetor linha cujos elementos correspondem aos coeficientes relativos ao i -ésimo tratamento das $r_i = r$ ($i=1,2,\dots,15$) linhas consecutivas da matriz X , temos:

Com interação:

$$X'_1 = [1, x_1^2, x_2^2, x_3^2, x_1 x_2, x_1 x_3, x_2 x_3, x_1, x_2, x_3]$$

$$V(\hat{Y}_1) = X'_1 D X_1 = X'_1 S^{-1} X_1 \sigma^2,$$

donde obtemos:

$$V(\hat{Y}_1) = \left[\begin{array}{l} \frac{7}{9} - \frac{55}{144} (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) + \frac{13}{144} (x_1^4 + x_2^4 + x_3^4) + \\ + \frac{35}{144} (x_1^2 x_2^2 + x_1^2 x_3^2 + x_2^2 x_3^2) \end{array} \right] \frac{\sigma^2}{r}$$

Substituindo-se x_ℓ ($\ell=1,2,3$) para cada tratamento $\underline{i}$ ($i=1,2,\dots,15$), por seus valores codificados, os valores possíveis das variâncias das estimativas dos rendimentos podem ser reunidos em 3 grupos distintos de tratamentos. Assim, temos:

1º Grupo: 022, 202, 220, 224, 242, 422
(tratamentos)

Valor Codificado: -200, 0-20, 00-2, 002, 020, 200

Valor Comum da
Variância: $V(\hat{Y}) = \frac{25}{36} \frac{\sigma^2}{r}$

2º Grupo: 111, 113, 131, 133, 311, 313, 331, 333
(tratamentos)

Valor Codificado: -1-1-1, -1-11, -11-1, -111, 1-1-1, 1-11, 11-1, 111

Valor Comum da
Variância: $V(\hat{Y}) = \frac{91}{144} \frac{\sigma^2}{r}$

3º Grupo: 222
(tratamento)

Valor Codificado: 000

Valor da variância: $V(\hat{Y}) = \frac{7}{9} \cdot \frac{\sigma^2}{r}$

As estimativas das variâncias das estimativas dos rendimentos são obtidas substituindo-se σ^2 por seu valor estimado, conforme indicado em 3.2.1.2.

Os extremos do intervalo de confiança para o rendimento do tratamento $\underline{i}$ ($i=1,2,\dots,15$) resultam:

$$\hat{Y}_i \pm t \sqrt{\hat{V}(\hat{Y}_i)},$$

onde $\underline{t}$ é o valor da distribuição de $\underline{t}$, ao nível α de probabilidade, e com o número de graus de liberdade do componente de variância que testa a significância de tratamentos.

Sem interação:

$$X_i' = [1, x_1^2, x_2^2, x_3^2, x_1, x_2, x_3]$$

$$V(\hat{Y}_i) = X_i' D X_i = X_i' S^{-1} X_i \sigma^2,$$

donde obtemos:

$$V(\hat{Y}_i) = \left[\begin{array}{l} \frac{7}{9} - \frac{55}{144} (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) + \frac{13}{144} (x_1^4 + x_2^4 + x_3^4) + \\ + \frac{17}{144} (x_1^2 x_2^2 + x_1^2 x_3^2 + x_2^2 x_3^2) \end{array} \right] \frac{\sigma^2}{r}$$

3.2.1.5 - Análise de variância

A análise de variância com a decomposição do número de graus de liberdade de tratamentos em "regressão" e "desvio de regressão", utilizada nos casos citados em 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3, pode ser representada, respectivamente, como se segue:

3.2.1.5.1 - Para cada ano e local específico

O modelo matemático que especifica os dados é representado por:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \delta_j + e_{ij} \quad ,$$

onde,

μ = média geral;

α_i = efeito do tratamento i ($i=1,2,\dots,15$);

δ_j = efeito do bloco j ($j=1,2$);

e_{ij} = erro aleatório atribuído à observação correspondente ao i -ésimo tratamento do j -ésimo bloco, tal que $e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

O esquema de análise de variância, com desdobramento do número de graus de liberdade de tratamentos, com $r=2$ repetições por tratamento, está representado no quadro seguinte:

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	J-1	$\sum_j \frac{Y_j^2}{I} - C$	SQBlocos/J-1	QMBlocos/QMResíduo
Tratamentos	I-1	$\sum_i \frac{Y_i^2}{J} - C$	SQTrat./I-1	QMTrat./QMResíduo
Regressão	H-1	$\hat{\beta}'X'Y - C$	SQReg./H-1	QMReg./QMResíduo
Desvios da Regressão	I-H	DIFERENÇA	SQD.Reg./I-H	QMD.Reg./QMResíduo
Resíduo	(I-1)(J-1)	DIFERENÇA	SQRes./ (I-1)(J-1)	
T O T A L	IJ-1	$\sum_{i,j} Y_{ij}^2 - C$		

onde, $C = (Y_{..})^2/IJ$, e o ponto indica a soma marginal relativa ao respectivo índice que substitui.

Quando se considera o modelo com 10 parâmetros, temos 9 graus de liberdade para regressão e 5 para o desvio de regressão, ao passo que, para o modelo com 7 parâmetros, temos 6 graus de liberdade para regressão e 8 para o desvio de regressão.

3.2.1.5.2 - Conjuntamente para todos os locais por ano específico

Modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{j(k)} + \tau_k + (\alpha\tau)_{ik} + e_{(ik)j},$$

onde,

μ = média geral;

α_i = efeito do tratamento $\underline{i}$ ($i=1,2,\dots,15$);

$\delta_{j(k)}$ = efeito do bloco $\underline{j}$ ($j=1,2,\dots$), dentro do local $\underline{k}$ ($k=1,2,\dots,5$);

τ_k = efeito do local $\underline{k}$ ($k=1,2,\dots,5$);

$(\alpha\tau)_{ik}$ = efeito da interação do tratamento $\underline{i}$ ($i=1,2,\dots,15$), com o local $\underline{k}$ ($k=1,2,\dots,5$);

$e_{(ik)j}$ = erro aleatório atribuído à observação correspondente ao i -ésimo tratamento, j -ésimo bloco, e k -ésimo local, tal que $e_{(ik)j} \sim N(0, \sigma^2)$.

O esquema de análise de variância, com desdobramento do número de graus de liberdade de tratamentos, com $r=10$ repetições por tratamento, está representado no quadro seguinte, para os dois modelos de ajuste estudados.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Locais (L)	K-1	$\frac{Y^2}{k} - \frac{..k}{IJ} - C$	$SQ_L / K - 1$	$QML / QM(L \times T)$
Tratamentos (T)	I-1	$\sum_i \frac{Y_i^2}{JK} - C$	$SQT / I - 1$	$QMT / QM(L \times T)$
Regressão	H-1	$\hat{\beta}' X' Y - C$	$SQReg. / H - 1$	$QMReg. / QM(L \times T)$
Desvios da Regressão	I-H	DIFERENÇA	$SQD.Reg. / I - H$	$QMD.Reg. / QM(L \times T)$
Interação L x T	$(J-1)(K-1)$	$\sum_{i,k} \frac{Y_{i,k}^2}{J} - C$	$SQ(L \times T) / (I-1)(K-1)$	$QM(L \times T) / QMRes.$
Blocos d. Locais	K(J-1)	$\sum_{i,k} \frac{Y'_{i,k}}{IJ} - C$	$SQ(Blocos\ d. Locais) / K(J-1)$	$QM(Blocos\ d. Locais) / QMRes.$
Resíduo	K(I-1)(J-1)	DIFERENÇA	$SQRes. / K(I-1)(J-1)$	
TOTAL	LJK-1			

onde, $C = \frac{(Y...)^2}{IJK}$.

De modo análogo ao caso anterior, o número de graus de liberdade para a regressão e o desvio de regressão dependem do modelo (com e sem interação) que está sendo ajustado.

3.2.1.5.3 - Conjuntamente para todos os anos por local específico

Modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \lambda_k + (\alpha\lambda)_{ik} + (\delta\lambda)_{jk} + e_{(ik)j}$$

onde,

μ = média geral;

α_i = efeito do tratamento $\underline{i}$ ($i=1,2,\dots,15$);

δ_j = efeito do bloco $\underline{j}$ ($j=1,2$);

$(\alpha\delta)_{ij}$ = efeito da interação do tratamento $\underline{i}$ ($i=1,2,\dots,15$) com o bloco $\underline{j}$ ($j=1,2$);

λ_k = efeito do ano $\underline{k}$ ($k=1,2,\dots,9$);

$(\alpha\lambda)_{ik}$ = efeito da interação do tratamento $\underline{i}$ ($i=1,2,\dots,15$), com o ano $\underline{k}$ ($k=1,2,\dots,9$);

$(\delta\lambda)_{jk}$ = efeito da interação do bloco $\underline{j}$ ($j=1,2$) com o ano $\underline{k}$ ($k=1,2,\dots,9$);

$e_{(ik)j}$ = erro aleatório atribuído à observação correspondente ao i -ésimo tratamento, j -ésimo bloco e k -ésimo ano, tal que

$$e_{(ik)j} \cap N(0, \sigma^2).$$

O esquema de análise de variância, com desdobramento do número de graus de liberdade de tratamentos, com $r=18$ repetições por tratamento, está indicado no quadro seguinte.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos (B)	J-1	$\sum_j \frac{Y_{.j}^2}{IK} - C$	$SQB/J-1$	$QMB/QMRes.(a)$
Tratamentos (T)	I-1	$\sum_i \frac{Y_{i.}^2}{JK} - C$	$SQT/I-1$	$QMT/QMRes.(a)$
Regressão	H-1	$\hat{\beta}'X'Y - C$	$SQReg./H-1$	$QMR_{reg.}/QMRes.(a)$
Desvios da Regressão	I-H	DIFERENÇA	$SQD.Reg./I-H$	$QMD.Reg./QMRes.(a)$
Resíduo (a)	$(I-1)(J-1)$	$\sum_{i,j} \frac{Y_{ij.}^2}{K} - C - SQT - SQB$	$SQRes.(a)/(I-1)(J-1)$	
Parcelas (P)	IJ-1	$\sum_{i,j} \frac{Y_{ij.}^2}{K} - C$		
Anos (A)	K-1	$\sum_k \frac{Y_{..k}^2}{IJ} - C$	$SQA/K-1$	$QMA/QMRes.(b)$
T x A	$(I-1)(K-1)$	$\sum_{i,k} \frac{Y_{i.k}^2}{J} - C - SQT - SQA$	$SQ(TxA)/(I-1)(J-1)$	$QM(TxA)/QMRes.(b)$
B x A	$(J-1)(K-1)$	$\sum_{j,k} \frac{Y_{.jk}^2}{I} - C - SQB - SQA$	$SQ(BxA)/(J-1)(K-1)$	$QM(BxA)/QMRes.(b)$
Resíduo (b)	$(I-1)(J-1)(K-1)$	$SQTOT - SQP - SQA - SQ(TxA) - SQ(BxA)$	$\frac{SQRes.(b)}{(I-1)(J-1)(K-1)}$	
TOTAL	IJK-1	$\sum_{i,j,k} Y_{ijk}^2 - C$		

onde: $C = \frac{(Y_{...})^2}{IJK}$

3.2.1.6 - Doses econômicas dos nutrientes

Nos experimentos de adubação, em que se ajustam funções de produção, é de interesse prático avaliar as quantidades econômicas de nutrientes recomendáveis a serem utilizadas pelo produtor, e que tornem máxima sua receita líquida. Esta é dada pela expressão:

$$L = W \hat{Y} - t_1 x_1 - t_2 x_2 - t_3 x_3 - m ,$$

onde:

W é o preço do produto agrícola, a nível de produtor;

$\hat{Y}$ é a estimativa da produção;

t_ℓ ($\ell=1,2,3$) é o preço da dose de nutriente ℓ , respectivamente, nitrogênio, fósforo e potássio;

m representa os custos fixos de adubação.

Para se obterem as doses que tornem máxima a receita líquida, é suficiente que se verifiquem duas condições:

$$(1) dL = 0 \quad \text{e} \quad (2) d^2L < 0 .$$

A condição (1) implica os seguintes sistemas de equações para os dois modelos de regressão considerados:

Com interação:

$$\left\{ \begin{array}{l} 2b_{11}x_1^* + b_{12}x_2^* + b_{13}x_3^* = \frac{t_1}{W} - b_1 \\ b_{12}x_1^* + 2b_{22}x_2^* + b_{23}x_3^* = \frac{t_2}{W} - b_2 \\ b_{13}x_1^* + b_{23}x_2^* + 2b_{33}x_3^* = \frac{t_3}{W} - b_3 \end{array} \right. \quad (3)$$

Sem interação:

$$\left\{ \begin{array}{l} 2b_{11}x_1^* = \frac{t_1}{W} - b_1 \\ 2b_{22}x_2^* = \frac{t_2}{W} - b_2 \\ 2b_{33}x_3^* = \frac{t_3}{W} - b_3 \end{array} \right. \quad (4)$$

A partir da resolução do sistema de equações (3), obtemos um ponto $Q = (x_1^*, x_2^*, x_3^*)$ como solução, que pode ser de máximo, de mínimo ou de sela. Analogamente, a resolução do sistema (4) nos conduz ao ponto $R = (x_1^*, x_2^*, x_3^*)$, que também poderá ser de máximo, de mínimo ou de sela. A natureza deste ponto será evidenciada conforme se segue:

Com interação:

$$d^2L = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 L}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial x_3} \\ \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_2^2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_2 \partial x_3} \\ \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial x_3} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_2 \partial x_3} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_3^2} \end{bmatrix} = W \begin{bmatrix} 2b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{12} & 2b_{22} & b_{23} \\ b_{13} & b_{23} & 2b_{33} \end{bmatrix} = WB$$

Se W um valor positivo, se a matriz B for negativa definida, a função $L(x_1, x_2, x_3)$ terá um máximo no ponto $Q(x_1^*, x_2^*, x_3^*)$.

Por operações de congruência, e segundo RAO (1952), de B obtemos a matriz diagonal M

$$M = \begin{bmatrix} \Delta_1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\Delta_2}{\Delta_1} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\Delta_3}{\Delta_2} \end{bmatrix}$$

$$\text{onde: } \Delta_1 = 2b_{11}; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} 2b_{11} & b_{12} \\ b_{12} & 2b_{22} \end{vmatrix}; \quad \Delta_3 = |B|.$$

Uma condição necessária e suficiente para que M seja negativa definida é que:

$$\Delta_1 < 0, \quad \frac{\Delta_2}{\Delta_1} < 0 \quad \text{e} \quad \frac{\Delta_3}{\Delta_2} < 0,$$

resultando em:

$$\Delta_1 < 0, \quad \Delta_2 > 0 \quad \text{e} \quad \Delta_3 < 0.$$

Mas, de acordo com CAMPOS (1967), pode-se escrever M como se segue:

$$\begin{bmatrix} \Delta_1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\Delta_2}{\Delta_1} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{\Delta_2 \Delta'_2 - (\Delta''_2)^2}{\Delta_1 \Delta_2} \end{bmatrix}$$

$$\text{onde: } \Delta'_2 = \begin{vmatrix} 2b_{11} & b_{13} \\ b_{13} & 2b_{33} \end{vmatrix} \quad \text{e} \quad \Delta''_2 = \begin{vmatrix} 2b_{11} & b_{12} \\ b_{13} & b_{23} \end{vmatrix}.$$

Então, para que a forma seja negativa definida, deve-se ter:

$$1) \Delta_1 < 0 \Rightarrow 2b_{11} < 0 \Rightarrow b_{11} < 0$$

$$2) \frac{\Delta_2}{\Delta_1} < 0 \Rightarrow \Delta_2 > 0 \Rightarrow 4b_{11}b_{22} - b_{12}^2 > 0 \Rightarrow b_{22} < 0$$

$$3) \frac{\Delta_2 \Delta'_2 - (\Delta''_2)^2}{\Delta_1 \Delta_2} < 0 \Rightarrow \Delta'_2 > 0 \Rightarrow 4b_{11}b_{33} - b_{13}^2 > 0 \Rightarrow b_{33} < 0$$

Portanto, uma condição necessária para que se tenha um ponto de máximo, é que os coeficientes dos termos quadráticos (b_{mm}) de $\hat{Y}$ sejam todos negativos.

Sem interação:

$$d^2L = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 L}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial x_3} \\ \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_2^2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_2 \partial x_3} \\ \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial x_3} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_2 \partial x_3} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_3^2} \end{bmatrix} = W \begin{bmatrix} 2b_{11} & 0 & 0 \\ 0 & 2b_{22} & 0 \\ 0 & 0 & 2b_{33} \end{bmatrix} = WB$$

A matriz B será negativa definida, se os coeficientes dos termos quadráticos forem todos negativos.

No caso da matriz B não satisfazer a condição que implica $Q = (x_1^*, x_2^*, x_3^*)$ como sendo um ponto de máximo para a função receita líquida $L(x_1, x_2, x_3)$, este poderá ser ainda de mínimo ou de sela, conforme se segue:

PONTO DE MÍNIMO: se B for definida positiva, isto é:

$$\Delta_1 > 0, \quad \frac{\Delta_2}{\Delta_1} > 0 \quad \text{e} \quad \frac{\Delta_3}{\Delta_2} > 0$$

Analogamente ao caso de ponto de máximo, uma condição necessária para que um ponto estacionário seja de mínimo é que os coeficientes dos termos quadráticos (b_{mm}) de $\hat{Y}$ sejam todos positivos.

PONTO DE SELA: se a matriz M não atender a uma das condições anteriores (definida negativa ou definida positiva)

3.2.1.7 - Estudo da superfície através de cortes

O estudo da superfície através de cortes limitou-se à fixação de dois dos fatores no nível zero ($x_i = 0$), correspondendo, em cada caso, à fixação de dois dos nutrientes nas suas respectivas doses padrão.

Assim, foram estudados os seguintes cortes:

<u>1º Corte</u>	<u>2º Corte</u>	<u>3º Corte</u>
$[x_1, 0, 0]$	$[0, x_2, 0]$	$[0, 0, x_3]$

A dose econômica recomendável em cada corte é obtida considerando-se a função polinomial quadrática (com e sem interação) com dois níveis fixos, e aplicando-se o mesmo processo utilizado em 3.2.1.6 para a maximização de receita líquida.

As condições (1) e (2) de 3.2.1.6 apresentam as seguintes soluções para cada um dos modelos de regressão e para cada corte:

Com interação:

1º Corte

2º Corte

3º Corte

$$x_1^* = \frac{1}{2b_{11}} \left(\frac{t_1}{W} - b_1 \right) ; \quad x_2^* = \frac{1}{2b_{22}} \left(\frac{t_2}{W} - b_2 \right) ; \quad x_3^* = \frac{1}{2b_{33}} \left(\frac{t_3}{W} - b_3 \right)$$

$$d^2L = 2Wb_{11} ; \quad d^2L = 2Wb_{22} ; \quad d^2L = 2Wb_{33}$$

Em qualquer dos casos, visto que $W > 0$, se:

$b_{mm} < 0$ ($m=1,2,3$) , temos um PONTO DE MÁXIMO;

$b_{mm} > 0$ ($m=1,2,3$) , temos um PONTO DE MÍNIMO.

Uma vez obtidas as doses econômicas x_ℓ^* , pode-se, de acordo com MOOD e GRAYBILL (1963), estimar suas variâncias, conforme se segue:

$$x_\ell^* = \frac{1}{2b_{mm}} \left(\frac{t_\ell}{W} - b_m \right) = \frac{a + cX}{Y} = g(X,Y) ,$$

onde, $m=1,2,3$, e X e Y são variáveis aleatórias, $a = \frac{t_\ell}{2W}$ e $c = -\frac{1}{2}$.

Então:

$$\begin{aligned} V(x_\ell^*) = V[g(X,Y)] \approx & V(X) \left\{ \frac{\partial}{\partial X} g(X,Y) \Big|_{\mu_X, \mu_Y} \right\} + V(Y) \left\{ \frac{\partial}{\partial Y} g(X,Y) \Big|_{\mu_X, \mu_Y} \right\} + \\ & + 2 \text{Cov}(X,Y) \left\{ \frac{\partial}{\partial X} g(X,Y) \Big|_{\mu_X, \mu_Y} \cdot \frac{\partial}{\partial Y} g(X,Y) \Big|_{\mu_X, \mu_Y} \right\} \end{aligned}$$

onde, $\mu_X = E(X)$ e $\mu_Y = E(Y)$. Uma estimativa da variância da função $g(X,Y)$ é obtida calculando-se os valores das diferenciais parciais no ponto (b_m, b_{mm}) e desprezando-se o último termo relacionado a (X,Y) , pois este é nulo.

Sem interação:

A expressão que fornece a dose econômica recomendável em cada corte é igual à obtida quando consideramos as interações e, dado que as estimativas dos coeficientes dos termos quadráticos e lineares são as mesmas para ambos os modelos, concluímos que as variâncias das doses econômicas são idênticas nos dois casos (com e sem interação).

3.2.1.8 - Coeficiente de determinação (R^2)

No presente estudo, o coeficiente de determinação (R^2) é dado pela seguinte expressão:

$$R^2 = \frac{SQ_{\text{Regressão}}}{SQ_{\text{Tratamentos}}} .$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Análise de Variância

Na Tabela 11 do Apêndice encontram-se os resultados obtidos através das análises de variância, sob as condições do modelo de regressão (3.2.1.1) com e sem interação, considerando-se os casos abaixo relacionados:

- a) cada ano e local específicos;
- b) conjuntamente, para todos os locais por ano específico;
- c) conjuntamente, para todos os anos por local específico.

Para as três situações estudadas (a, b e c) o teste F da regressão nos dois modelos de ajuste (com e sem interação) apresentou efeitos significativos concordantes em 8, 8 e 2 casos respectivamente. De maneira geral, ambos os modelos apresentaram com

portamento idêntico em relação ao ajuste dos dados. Ao não se considerar as interações, os coeficientes de determinação (R^2) sofreram mudanças substanciais em alguns casos, constatando-se reduções de um modelo (com interação) para outro (sem interação) de até 4:1.

Os coeficientes de variação, comuns aos dois modelos, situaram em sua maioria em torno de 15 a 30%, para os casos a e b, enquanto que para o caso c, os valores oscilaram entre 18 a 43%, referentes ao resíduo devido às parcelas, e 20 a 30% em relação ao resíduo devido às sub-parcelas.

Cumpramos ressaltar que, para o local 5 (Itabuna), os valores de F foram em sua totalidade inferiores a 1 (um), revelando a inadequação dos modelos estudados, visando à determinação da dose economicamente aconselhável.

4.2 - Regressão Polinomial

4.2.1 - Estimativas dos parâmetros e seus intervalos de confiança

Devido à ortogonalidade existente entre os coeficientes dos termos lineares e quadráticos puros, as suas estimativas são coincidentes nos dois modelos. De uma maneira geral, as estimativas dos coeficientes da equação sofreram grandes variações de um ano para outro, num mesmo local, o que de certa forma era esperado, por se tratar de um cultivo perene como o cacau, que começa a apresen-

tar uma produção relativamente estável, a partir do terceiro e quarto anos de produção, mesmo com a aplicação de nutrientes. Os intervalos de confiança destes coeficientes, estimados a um nível de confiança de 95% de probabilidade, apresentaram uma grande amplitude. Como em geral esta amplitude engloba, eventualmente, valores positivos e negativos, em se tratando dos coeficientes dos termos quadráticos existe a possibilidade de reversão da natureza do ponto crítico da superfície de resposta, além de que, a grande variação a que estão sujeitos os coeficientes implica em uma estimativa da produção pouco confiável e na possibilidade de se obter uma produção negativa, nos ensaios de baixo rendimento.

As estimativas dos parâmetros e os respectivos intervalos de confiança, ao nível de 95% de probabilidade, no caso do modelo com interação, encontram-se na Tabela 12 do Apêndice.

4.2.2 - Estimativas dos rendimentos e seus intervalos de confiança

As produções estimadas dos 15 tratamentos, para cada um dos 59 casos estudados, considerando-se apenas o modelo de regressão levando-se em conta as interações, e seus respectivos intervalos de confiança, ao nível de 95% de probabilidade, constam da Tabela 13. As amplitudes entre os limites de confiança para as estimativas dos rendimentos dos tratamentos foram relativamente mais estreitas, quando comparadas às obtidas para os parâmetros da regressão.

4.2.3 - Níveis ótimos de N, P e K

O estudo dos pontos críticos, obtidos das resoluções dos sistemas de equações (3) e (4), descritos em (3.2.1.6), apresentou os seguintes resultados, para os três casos enfocados neste trabalho:

	NATUREZA DO PONTO	
	Com Interação	Sem Interação
(3.2.1.5.1)	Máximo: 3	Máximo: 9
	Sela: 41	Sela: 31
	Mínimo: 1	Mínimo: 5
(3.2.1.5.2)	Máximo: 0	Máximo: 2
	Sela: 9	Sela: 7
	Mínimo: 0	Mínimo: 0
(3.2.1.5.3)	Máximo: 0	Máximo: 1
	Sela: 5	Sela: 4
	Mínimo: 0	Mínimo: 0

Para o modelo com interação, embora os 3 casos (1.38, 1.40 e 1.42) onde ocorreram os pontos de máximo sejam de um mesmo local (local 5), conforme a Tabela 14, a falta de ajuste da função aos dados não permite que se tire conclusões em termos de fórmulas para a adubação NPK.

Para o modelo sem interação, conforme a Tabela 15, dos 9 pontos de máximo referentes ao caso (3.2.1.5.1) obtidos através da função receita líquida, em apenas um destes (1.25) a função ajustou-se aos dados significativamente, observando-se que foram significativos os coeficientes dos termos lineares N e P. Em relação a (3.2.1.5.2), onde se verificaram 2 pontos de máximo (2.2 e 2.4), houve significância dos coeficientes dos termos lineares e quadráticos de P para um caso, e significâncias dos coeficientes dos termos lineares de N e P, para o outro. Estes pontos de máximo fornecem as seguintes doses econômicas, em kg/ha:

	N	P	K	
Caso 3.2.1.5.1	642	140	15	(Local 3)
Caso 3.2.1.5.2	74	114	47	(Ano 2)
Caso 3.2.1.5.3	90	129	14	(Ano 4)

O primeiro ponto de máximo referente ao local 3, mostrou, para o nitrogênio, um valor fora dos limites da região experimental, não fornecendo informação para avaliar o comportamento deste local.

Em relação aos dois últimos pontos de máximo, observa-se que, para o nitrogênio e o fósforo, existiu uma concordância entre as doses, apesar de se tratar de ensaios instalados em locais diferentes, servindo apenas como subsídio ao enfoque mais importante, que é estudar o comportamento de cada local no decurso do tempo.

Este estudo, referente ao caso (3.2.1.5.3), apresentou um ponto de máximo correspondente ao local 5, obtido através de uma função polinomial não significativa, impossibilitando, desse modo, sugerir uma fórmula adequada de adubação.

A pequena incidência de pontos de máximo quando se considerou o modelo com as interações e a localização dos mesmos (fora dos intervalos estudados) quando estas foram desprezadas, demonstram que a aplicação da metodologia de superfície de resposta, através da utilização de uma função de ajuste do tipo polinomial quadrático, aos dados de produção de cacau em ensaios de adubação NPK, não foi suficientemente adequada. Outros enfoques deverão ser estudados e com a inclusão de outros modelos de regressão.

4.2.4 - Cortes na superfície polinomial quadrática com e sem interação

A Tabela 16 apresenta, para cada corte da superfície, a raiz x_{ℓ}^* ($\ell=1,2,3$) da derivada de 1.^a ordem das funções (com e sem interação), obtidas para a receita líquida, que pode corresponder a um máximo ou a um mínimo. O exame da Tabela permite-nos constatar que, ao fixar-se dois nutrientes em suas respectivas doses padrão, o fósforo foi o elemento que apresentou o maior número de máximos, sendo que a maioria destes valores situou-se no interior dos intervalos de doses estudados.

5. CONCLUSÕES

1) De uma maneira geral, o modelo de regressão polinomial quadrático, com e sem interação, não se ajustou aos dados de produção quando se considerou individualmente cada local e cada ano.

2) Os parâmetros da equação de regressão com e sem interação apresentaram intervalos de confiança amplos, tendo como resultante uma imprecisão nas estimativas dos rendimentos.

3) Em geral, houve uma variabilidade de resposta das três interações nos diferentes locais, nenhuma delas mostrando significância estatística.

4) As doses econômicas dos nutrientes variaram de local para local, o que não nos permitiu uma generalização de recomendação de adubação para toda a região cacaueira estudada.

5) Os resultados obtidos para as doses econômicas através dos cortes da superfície, fixando-se dois dos nutrientes em suas doses padrões, indicaram que o fósforo, para os locais 3 e 5 (Água Sumida e Itabuna), quando na presença de doses fixas de N e K, fornece resposta máxima para doses pertinentes ao intervalo (0; 1), que corresponde a valores entre 90 e 135 kg/ha.

6) Há maior tendência de aparecimento de ponto de sela quando se considera o modelo polinomial com interação.

7) Há indícios de que a cultura de cacau, no Estado da Bahia, responde à adubação com fósforo, e de que a dose econômica deste nutriente esteja dentro dos níveis estudados neste trabalho.

8) O uso da superfície de resposta na interpretação de ensaios de adubação NPK, na cultura de cacau no Estado da Bahia, utilizando-se para o ajuste dos dados de produção a função polinomial quadrática, revelou-se inadequado. Novos enfoques deverão ser estudados, envolvendo a inclusão de outros modelos de regressão, além do quadrático.

6. BIBLIOGRAFIA

BOX, G.E.P. e K.B. WILSON, 1951. On the Experimental Attainment of Optimum Conditions. Journal of the Statistical Society. Londres, B13: 1-45.

BATISTA, L.B., 1976. Determinação de α Para Tornar Ortogonal o Delineamento Composto Central (Box). Piracicaba, ESALQ/USP, 26 pp. (Dissertação de Mestrado).

CAMPOS, H., 1967. Aspectos da Aplicação das Superfícies de Respostas a Ensaios Fatoriais 3^3 de Adubação. Piracicaba, ESALQ/USP, 82 pp. (Tese de Livre-Docência).

CAMPOS, H. e P.C. ARAÚJO, 1971. Aspectos da Adubação do Milho. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, 41 pp.

- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA (CEPLAC), 1980. Estatística de Consumo de Materiais Agrícolas na Região Cacaueira, 1975 a 1979. 90 pp.
- CONAGIN, A. e J.P.N. JORGE, 1977. Delineamentos $(\frac{1}{5}) 5^3$. Bragantia. Campinas, 36: 23-58.
- CONAGIN, A. e J.P.N. JORGE, 1978. Delineamentos $(\frac{1}{27}) (9 \times 9 \times 9)$. Boletim Técnico nº 60. Instituto Agronômico, Campinas.
- COSTA, R.A. da, 1977. Funções de Produção Ajustadas a Ensaios Fatoriais 3^3 de Adubação de Arroz. Piracicaba, ESALQ/USP. 80 pp. (Dissertação de Mestrado).
- DRAPER, N.R. e H. SMITH, 1966. Applied Regression Analysis. 2^a ed. New York, John Wiley & Sons, Inc. 407 pp.
- HEADY, E.O. e J.L. DILLON, 1961. Agricultural Production Functions. Iowa, Iowa State Univ. Press. 667 pp.
- JORGE, J.P.N., 1980. Delineamento Guadalupe para Três Fatores, Analisados Através de Modelo de Regressão Polinomial Quadrática. Piracicaba, ESALQ/USP, 56 pp. (Dissertação de Mestrado).
- LIMA, A.R.C., 1980. Superfícies de Resposta em Experimentos Fatoriais 3^3 Incompletos de Adubação NPK em Mandioca. Piracicaba, ESALQ/USP, 100 pp. (Dissertação de Mestrado).
- MONTEIRO, J.R.A., 1978. Comportamento de Funções de Produção em Ensaios Fatoriais 3^3 de Adubação NPK em Amendoim. Piracicaba, ESALQ/USP, 73 pp. (Dissertação de Mestrado).

- MOOD, A.M. e F.A. GRAYBILL, 1963. Introduction to the Theory of Statistics, 2a. ed. New York, McGraw-Hill, Inc.
- MORAES, R.S., 1969. Superfície Polinomial de Resposta num Ensaio de Adubação com Níveis Não Equidistantes. Piracicaba, ESALQ/USP, 58 pp. (Tese de Doutorado).
- NAGAI, V.; N.M. SILVA e T. IGUE, 1975. Aplicação do Modelo Polinomial ao Estudo Econômico de Experimentos de Adubação em Algodoeiro. Anais da Reunião Internacional de Biometria, Piracicaba, 18 pp.
- PIMENTEL GOMES, F. e H. CAMPOS, 1966. Resultados de Ensaio de Adubação. In: Cultura e Adubação do Milho. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, p. 429-449.
- RAO, C.R., 1952. Advanced Statistical Methods in Biometric Research. New York, John Wiley and Sons, Inc. 390 pp.
- RIBOLDI, J., 1978. Ajustamento de Duas Superfícies de Resposta Usadas em Ensaio de Adubação. Piracicaba, ESALQ/USP, 81 pp. (Dissertação de Mestrado).
- VIEIRA, S., 1970. Aspectos das Funções de Produção Ajustadas aos Ensaio Fatoriais 3^3 de Adubação. Piracicaba, ESALQ/USP, 160 pp. (Tese de Doutorado).
- ZAGATTO, A.G. e F. PIMENTEL GOMES, 1967. Aspectos Econômicos da Adubação. In: Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação. 2a. ed. São Paulo, Biblioteca Agrônoma "Ceres".

7. APENDICE

Tabela 1 - Funções estimadoras dos Y para os 15 tratamentos gerados através do delineamento de Box.

TRATAMENTOS	F U N Ç Õ E S ⁽¹⁾
$N_0 P_2 K_2$	$b_0 + 4b_{11} - 2b_1$
$N_1 P_1 K_1$	$b_0 + b_{11} + b_{22} + b_{33} + b_{12} + b_{13} + b_{23} - b_1 - b_2 - b_3$
$N_1 P_1 K_3$	$b_0 + b_{11} + b_{22} + b_{33} + b_{12} + b_{13} + b_{23} - b_1 - b_2 + b_3$
$N_1 P_3 K_1$	$b_0 + b_{11} + b_{22} + b_{33} - b_{12} + b_{13} - b_{23} - b_1 + b_2 - b_3$
$N_1 P_3 K_3$	$b_0 + b_{11} + b_{22} + b_{33} - b_{12} - b_{13} + b_{23} - b_1 + b_2 + b_3$
$N_2 P_0 K_2$	$b_0 + 4b_{22} - 2b_2$
$N_2 P_2 K_0$	$b_0 + 4b_{33} - 2b_3$
$N_2 P_2 K_2$	b_0
$N_2 P_2 K_4$	$b_0 + 4b_{33} + 2b_3$
$N_2 P_4 K_2$	$b_0 + 4b_{22} + 2b_2$
$N_3 P_1 K_1$	$b_0 + b_{11} + b_{22} + b_{33} - b_{12} - b_{13} + b_{23} + b_1 - b_2 - b_3$
$N_3 P_1 K_3$	$b_0 + b_{11} + b_{22} + b_{33} - b_{12} - b_{13} - b_{23} + b_1 - b_2 + b_3$
$N_3 P_3 K_1$	$b_0 + b_{11} + b_{22} + b_{33} + b_{12} - b_{13} - b_{23} + b_1 + b_2 - b_3$
$N_3 P_3 K_3$	$b_0 + b_{11} + b_{22} + b_{33} + b_{12} + b_{13} + b_{23} + b_1 + b_2 + b_3$
$N_4 P_2 K_2$	$b_0 + 4b_{11} + 2b_1$

(1): A letra minúscula b está indicando estimativa dos coeficientes da função polinomial quadrática.

Tabela 2 - Produções, em kg/ha de amêndoas secas, obtidas de ensaios de adubação NPK, instalados no Estado da Bahia, referente ao período janeiro-dezembro de 1971.

TRATAMENTOS	B L O C O I						B L O C O II					
	FU-A			FJ-B			FN-A			FN-B		
	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FU-A	FJ-B
$N_0P_2K_2$	118	122	566	344	326	111	81	281	900	1.166		
$N_1P_1K_1$	285	736	437	511	1.170	74	118	174	489	1.085		
$N_1P_1K_3$	230	81	855	544	1.437	48	11	337	711	892		
$N_1P_3K_1$	189	352	1.066	337	1.788	344	126	367	885	1.681		
$N_1P_3K_3$	122	311	407	618	1.785	133	11	233	426	1.751		
$N_2P_0K_2$	18	93	500	700	833	230	96	104	289	1.433		
$N_2P_2K_0$	263	226	548	481	448	148	766	337	711	1.440		
$N_2P_2K_2$	485	74	641	478	1.733	218	163	218	863	703		
$N_2P_2K_4$	381	426	607	770	778	607	433	459	726	1.426		
$N_2P_4K_2$	170	122	929	629	1.796	467	200	267	648	1.644		
$N_3P_1K_1$	522	40	748	618	1.740	96	141	500	540	1.463		
$N_3P_1K_3$	422	715	626	796	1.722	326	118	159	729	1.585		
$N_3P_3K_1$	107	448	474	607	1.722	426	163	352	344	878		
$N_3P_3K_3$	400	78	607	907	1.407	263	666	155	504	1.129		
$N_4P_2K_2$	281	144	689	474	1.526	230	511	385	952	1.922		

Tabela 3 - Produções, em kg/ha de amêndoas secas de cacau, obtidas de ensaios de adubação NPK, instalados no Estado da Bahia, referente ao período janeiro/dezembro de 1972.

TRATAMENTOS	B L O C O I						B L O C O I I					
	F U - A			F J - B			F N - A			F U - A		
	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FN-A	FN-B
N P K _{0 2 2}	351	57	355	397	778	470	18	209	867	2.499		
N P K _{1 1 1}	405	102	117	198	1.701	700	178	83	261	2.176		
N P K _{1 1 3}	1.185	91	277	671	1.056	593	5	161	676	2.375		
N P K _{1 3 1}	583	48	323	512	1.862	689	246	89	1.151	1.659		
N P K _{1 3 3}	397	50	338	518	1.480	624	13	195	799	2.429		
N P K _{2 0 2}	89	31	138	424	1.775	478	61	18	612	1.797		
N P K _{2 2 0}	1.122	307	300	599	1.571	730	80	196	722	2.121		
N P K _{2 2 2}	419	130	341	534	2.035	922	104	83	771	2.923		
N P K _{2 2 4}	733	241	360	658	2.051	1.004	46	263	554	1.641		
N P K _{2 4 2}	817	100	379	700	1.667	1.029	94	61	936	1.639		
N P K _{3 1 1}	709	31	343	692	1.412	622	137	172	336	2.174		
N P K _{3 1 3}	965	126	134	255	1.383	764	33	79	612	1.801		
N P K _{3 3 1}	811	50	148	880	1.429	1.125	165	170	795	2.541		
N P K _{3 3 3}	779	59	120	642	1.608	542	57	74	458	2.458		
N P K _{4 2 2}	879	296	308	673	1.525	636	93	93	855	2.472		

Tabela 4 - Produções, em kg/ha de amêndoas secas de cacau, obtidas de ensaios de adubação NPK, instalados no Estado da Bahia, referente ao período janeiro/dezembro de 1973.

TRATAMENTOS	B L O C O I				B L O C O II					
	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B
N ₀ P K ₂	1.405	563	1.561	1.226	1.486	1.548	551	1.355	1.398	1.791
N ₁ P K ₁	1.233	1.505	817	1.001	1.349	1.287	834	1.063	1.082	1.696
N ₁ P K ₃	1.728	505	1.183	801	1.883	1.554	478	1.246	1.488	1.749
N ₁ P K ₁	1.500	1.253	915	880	1.993	1.955	1.028	867	1.377	2.286
N ₁ P K ₃	1.270	930	752	827	2.213	1.226	278	1.614	1.187	1.476
N ₂ P K ₂	654	409	454	728	1.586	1.158	529	157	707	1.564
N ₂ P K ₀	1.974	1.102	1.939	979	1.841	1.914	1.738	1.182	1.143	1.250
N ₂ P K ₂	1.701	624	808	1.009	2.064	1.405	948	1.399	1.230	1.530
N ₂ P K ₄	1.591	1.058	831	958	2.041	1.700	956	1.704	1.251	1.648
N ₂ P K ₂	1.503	635	1.371	989	1.796	2.323	1.061	819	1.273	1.934
N ₃ P K ₁	1.496	524	1.323	1.026	2.106	1.162	637	1.247	1.050	2.140
N ₃ P K ₃	1.884	1.473	702	558	2.255	1.238	426	982	827	1.824
N ₃ P K ₁	1.527	1.085	1.365	1.114	1.980	1.956	1.163	1.275	1.048	1.558
N ₃ P K ₃	1.858	794	1.224	1.021	2.370	1.086	1.298	1.525	1.102	1.122
N ₄ P K ₂	2.084	1.161	882	974	1.884	1.681	1.345	1.773	1.366	1.806

Tabela 5 - Produções, em kg/ha de amêndoas secas de cacau, obtidas de ensaios de adubação NPK, instalados no Estado da Bahia, referente ao período janeiro/dezembro de 1974.

TRATAMENTOS	B L O C O I						B L O C O II					
	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FU-A	FN-B
N ₀ P ₂ K ₂	781	961	1.345	1.044	1.443	268	541	841	1.476	1.921		
N ₁ P ₁ K ₁	280	1.496	774	1.128	1.298	616	1.263	689	1.362	1.561		
N ₁ P ₁ K ₃	841	1.361	1.115	1.229	1.287	653	488	652	1.123	1.975		
N ₁ P ₃ K ₁	930	1.276	1.409	1.558	1.446	984	1.051	900	1.209	1.950		
N ₁ P ₃ K ₃	879	1.348	1.460	1.176	1.554	1.273	580	763	1.374	2.986		
N ₂ P ₀ K ₂	720	591	659	1.165	1.377	629	487	783	961	1.824		
N ₂ P ₂ K ₀	1.094	1.947	1.234	1.383	1.620	540	1.861	1.117	1.146	2.034		
N ₂ P ₂ K ₂	767	1.414	1.890	1.070	2.138	931	768	733	1.644	2.313		
N ₂ P ₂ K ₄	800	1.343	1.228	1.412	1.841	733	1.411	987	1.705	1.215		
N ₂ P ₄ K ₂	1.118	1.579	1.626	1.002	2.088	1.513	880	1.092	1.024	1.554		
N ₃ P ₁ K ₁	1.098	935	1.380	1.335	2.103	511	1.161	926	1.120	1.859		
N ₃ P ₁ K ₃	884	1.168	1.204	1.027	1.648	783	1.370	798	1.213	1.982		
N ₃ P ₃ K ₁	1.228	1.429	851	552	1.747	1.310	724	904	1.585	2.316		
N ₃ P ₃ K ₃	1.250	1.329	952	1.509	2.804	720	1.593	841	809	1.928		
N ₄ P ₂ K ₂	1.344	928	1.154	798	2.084	1.157	1.574	1.077	1.633	2.212		

Tabela 6 - Produções, em kg/ha de amêndoas secas de cacau, obtidas de ensaios de adubação NPK, instalados no Estado da Bahia, referente ao período janeiro/dezembro de 1975.

TRATAMENTOS	B L O C O I						B L O C O II					
	FU-A			FJ-A			FU-A			FJ-A		
	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FN-B	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FN-B
$N_0 P_2 K_2$	2.223	1.756	1.784	1.976	2.361	2.361	1.069	1.579	1.981	2.191	2.379	2.379
$N_1 P_1 K_1$	2.323	1.680	1.824	1.018	2.228	2.228	1.766	1.738	1.783	994	2.292	2.292
$N_1 P_1 K_3$	2.396	1.735	1.557	1.871	2.814	2.814	1.494	1.450	1.784	2.244	2.655	2.655
$N_1 P_3 K_1$	2.329	1.285	1.460	2.164	2.689	2.689	1.978	2.094	1.420	2.718	3.001	3.001
$N_1 P_3 K_3$	2.065	1.173	1.500	2.308	2.644	2.644	1.555	1.435	1.712	2.105	2.108	2.108
$N_2 P_0 K_2$	976	1.392	1.994	1.811	2.194	2.194	1.364	2.020	789	1.763	2.005	2.005
$N_2 P_2 K_0$	2.662	1.795	1.805	2.447	2.077	2.077	2.449	1.582	1.744	1.343	3.228	3.228
$N_2 P_2 K_2$	2.378	1.575	2.016	2.051	2.516	2.516	1.736	1.883	1.827	2.067	2.335	2.335
$N_2 P_2 K_4$	2.490	1.907	1.871	1.935	2.498	2.498	1.522	1.601	1.651	1.633	1.901	1.901
$N_2 P_4 K_2$	2.415	1.925	1.975	2.073	2.809	2.809	1.730	1.619	1.533	2.191	2.427	2.427
$N_3 P_1 K_1$	2.565	1.675	1.618	1.812	3.105	3.105	1.602	2.099	1.940	1.493	2.561	2.561
$N_3 P_1 K_3$	2.407	1.388	1.248	1.196	1.911	1.911	1.447	2.016	1.519	1.868	2.527	2.527
$N_3 P_3 K_1$	2.664	1.240	1.894	2.391	2.486	2.486	1.659	1.340	1.755	2.338	2.431	2.431
$N_3 P_3 K_3$	2.683	1.363	2.029	2.307	2.759	2.759	1.381	1.675	1.876	2.174	2.188	2.188
$N_4 P_2 K_2$	2.943	1.884	1.779	2.252	2.915	2.915	1.715	1.653	1.724	2.386	2.243	2.243

Tabela 7 - Produções, em kg/ha de amêndoas secas de cacau, obtidas de ensaios de adubação NPK, instalados no Estado da Bahia, referente ao período janeiro/dezembro de 1976.

TRATAMENTOS	B L O C O I						B L O C O II					
	FU-A			FJ-A			FN-A			FU-A		
	FU-A	FJ-A	FJ-B	FJ-B	FN-A	FN-B	FN-A	FN-B	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A
$N_0P_2K_2$	1.048	854	1.912	1.912	1.924	1.389	1.413	1.299	1.413	1.299	1.422	1.613
$N_1P_1K_1$	1.323	1.423	1.536	1.536	1.346	1.491	1.292	1.637	1.292	1.637	1.226	1.299
$N_1P_1K_3$	1.567	1.222	1.133	1.133	1.715	1.871	1.453	1.264	1.453	1.264	1.609	1.490
$N_1P_3K_1$	1.435	1.192	1.509	1.509	1.520	1.892	1.849	738	1.849	738	1.187	1.982
$N_1P_3K_3$	1.162	1.257	1.741	1.741	1.484	1.551	1.629	1.286	1.629	1.286	1.445	1.912
$N_2P_0K_2$	634	1.290	496	496	1.266	990	1.246	852	1.246	852	225	932
$N_2P_2K_0$	1.236	1.646	1.588	1.588	1.647	1.034	1.493	1.603	1.493	1.603	1.192	1.542
$N_2P_2K_2$	1.453	848	1.648	1.648	1.482	1.912	1.358	1.305	1.358	1.305	1.450	1.734
$N_2P_2K_4$	1.517	1.669	1.594	1.594	1.516	1.823	1.444	1.216	1.444	1.216	1.882	1.359
$N_2P_4K_2$	1.279	1.630	1.792	1.792	2.017	1.877	2.135	1.452	2.135	1.452	1.311	1.588
$N_3P_1K_1$	1.479	1.040	1.782	1.782	1.608	2.111	1.254	1.918	1.254	1.918	1.470	995
$N_3P_1K_3$	1.090	1.458	1.170	1.170	967	1.317	1.286	1.869	1.286	1.869	1.128	1.497
$N_3P_3K_1$	1.627	1.090	1.161	1.161	1.762	1.848	1.447	1.431	1.447	1.431	1.343	1.359
$N_3P_3K_3$	1.165	1.597	1.732	1.732	2.122	1.879	1.204	1.701	1.204	1.701	1.851	1.599
$N_4P_2K_2$	1.285	1.607	1.826	1.826	1.772	2.014	1.143	1.346	1.143	1.346	1.837	1.867

Tabela 8 - Produções, em kg/ha de amêndoas secas de cacau, obtidas de ensaios de adubação NPK, instalados no Estado da Bahia, referente ao período janeiro/dezembro de 1977.

TRATAMENTOS	B L O C O I						B L O C O II					
	FU-A			FJ-B			FN-A			FN-B		
	FU-A	FJ-A	FJ-B	FJ-B	FN-A	FN-B	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FN-B
$N_0P_2K_2$	1.738	389	1.008	970	1.593	1.469	355	1.153	1.193	2.010		
$N_1P_1K_1$	1.672	363	887	822	1.602	2.031	641	686	1.329	1.603		
$N_1P_1K_3$	1.799	369	693	1.500	2.131	1.225	444	614	1.443	1.685		
$N_1P_3K_1$	1.650	207	1.120	1.290	1.880	1.632	487	1.077	1.361	2.425		
$N_1P_3K_3$	1.912	476	1.198	1.481	1.560	1.589	587	1.033	989	2.083		
$N_2P_0K_2$	598	163	1.070	480	961	1.433	283	783	1.494	1.032		
$N_2P_2K_0$	1.814	983	1.051	1.215	1.099	1.481	489	892	900	2.242		
$N_2P_2K_2$	1.460	521	1.313	1.191	2.235	1.675	435	1.298	1.327	1.422		
$N_2P_2K_4$	2.361	615	1.683	1.654	2.692	1.991	357	1.190	1.525	2.009		
$N_2P_4K_2$	1.975	333	1.197	1.641	2.219	2.014	624	1.301	1.865	1.181		
$N_3P_1K_1$	1.853	116	1.525	1.427	2.363	1.690	608	1.091	888	1.599		
$N_3P_1K_3$	1.697	457	1.079	1.056	477	1.558	1.055	1.640	775	1.958		
$N_3P_3K_1$	1.611	561	1.637	1.460	2.062	2.273	246	1.265	1.049	1.766		
$N_3P_3K_3$	1.897	876	1.642	1.313	2.495	1.771	89	1.377	1.514	1.031		
$N_4P_2K_2$	2.520	416	1.693	1.246	2.433	2.329	785	1.202	1.328	2.354		

Tabela 9 - Produções, em kg/ha de amêndoas secas de cacau, obtidas de ensaios de adubação NPK, instalados no Estado da Bahia, referente ao período janeiro/dezembro de 1978.

TRATAMENTOS	B L O C O I						B L O C O II					
	FU-A			FJ-A			FN-A			FU-A		
	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FN-B	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FN-B
N ₀ P ₂ K ₂	2.175	1.776	1.830	1.645	1.744	1.744	1.968	1.957	2.438	1.690	2.112	2.112
N ₁ P ₁ K ₁	2.201	1.850	1.927	1.357	1.596	1.596	1.626	2.403	1.336	1.553	2.140	2.140
N ₁ P ₁ K ₃	2.619	2.274	1.099	1.967	1.808	1.808	1.636	1.904	1.697	1.645	2.207	2.207
N ₁ P ₃ K ₁	1.884	1.237	1.711	1.336	1.934	1.934	1.982	2.477	1.038	2.066	2.617	2.617
N ₁ P ₃ K ₃	2.148	1.822	1.266	1.511	1.809	1.809	1.912	2.066	1.333	1.997	2.006	2.006
N ₂ P ₀ K ₂	1.193	1.758	1.140	1.664	1.601	1.601	1.475	1.768	445	1.763	1.514	1.514
N ₂ P ₂ K ₀	2.502	2.289	1.281	1.466	1.200	1.200	2.299	2.071	833	1.722	2.289	2.289
N ₂ P ₂ K ₂	2.250	1.927	1.900	1.384	1.301	1.301	1.376	2.303	1.740	1.781	2.127	2.127
N ₂ P ₂ K ₄	2.432	2.786	2.013	1.474	2.133	2.133	2.170	1.816	2.034	2.074	1.940	1.940
N ₂ P ₄ K ₂	1.846	2.361	1.971	1.464	1.821	1.821	2.513	2.216	1.412	1.780	1.573	1.573
N ₃ P ₁ K ₁	2.097	1.206	2.043	1.677	2.521	2.521	1.487	2.218	1.401	1.503	1.613	1.613
N ₃ P ₁ K ₃	2.324	1.669	1.273	1.003	826	826	1.834	2.044	1.433	1.600	2.348	2.348
N ₃ P ₃ K ₁	2.477	1.674	1.655	1.503	2.112	2.112	2.384	2.285	869	1.604	2.297	2.297
N ₃ P ₃ K ₃	2.147	2.766	1.977	2.012	1.857	1.857	1.381	2.108	2.045	1.519	1.524	1.524
N ₄ P ₂ K ₂	2.973	2.807	2.127	1.898	2.050	2.050	2.088	2.046	1.988	1.643	2.305	2.305

Tabela 10 - Produções, em kg/ha de amêndoas secas de cacau, obtidas de ensaios de adubação NPK, instalados no Estado da Bahia, referente ao período janeiro/dezembro de 1979.

TRATAMENTOS	B L O C O I						B L O C O II					
	FU-A			FJ-B			FN-A			FN-B		
	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FU-A	FJ-A	FJ-B	FN-A	FN-B	FN-A	FN-B
$N_0P_2K_2$	2.086	1.618	1.539	2.118	2.373	2.168	1.204	2.234	2.185	2.418		
$N_1P_1K_1$	1.676	1.370	2.051	1.840	2.089	2.136	1.113	883	2.493	2.274		
$N_1P_1K_3$	1.960	1.262	899	1.716	2.564	2.350	1.437	963	2.048	2.932		
$N_1P_3K_1$	2.119	731	1.580	1.707	2.629	2.107	1.647	1.288	2.261	2.674		
$N_1P_3K_3$	2.082	835	1.321	2.427	2.203	2.663	1.702	1.548	2.270	2.047		
$N_2P_0K_2$	546	744	1.124	1.701	2.337	2.076	339	817	2.179	1.900		
$N_2P_2K_0$	2.599	1.862	1.779	1.622	1.368	2.180	1.140	1.934	1.772	2.540		
$N_2P_2K_2$	2.238	998	1.462	1.883	2.068	1.950	1.470	1.283	2.237	2.258		
$N_2P_2K_4$	2.366	1.959	2.350	2.351	2.625	2.510	977	1.185	2.486	2.367		
$N_2P_4K_2$	1.996	1.824	1.583	1.670	2.395	2.555	1.076	1.400	2.400	1.829		
$N_3P_1K_1$	1.781	661	1.539	2.494	2.806	1.788	1.926	2.172	1.843	1.596		
$N_3P_1K_3$	1.304	820	1.172	1.552	1.040	2.217	1.593	1.715	1.594	2.696		
$N_3P_3K_1$	1.567	1.020	2.590	2.431	2.781	2.894	1.370	1.483	1.653	2.388		
$N_3P_3K_3$	2.169	2.012	1.918	2.918	2.654	1.893	1.465	1.878	1.740	1.538		
$N_4P_2K_2$	2.801	1.580	1.558	1.772	2.434	2.498	1.161	1.622	2.160	2.273		

Tabela 11 - Estimativas dos desvios padrões, em kg/ha, coeficientes de variação, em percentagem, valores do teste F de regressão e do desvio de regressão referente ao modelo (com e sem interação), coeficiente de determinação (R^2), para os 118 casos estudados.

CASO	DESVIO PADRÃO (kg/ha)	C.V. (%)	TESTE F				TESTE F DO DESVIO DA REGRESSÃO				R ² (%)	
			DA REGRESSÃO		Com In- teração	Sem In- teração	Com In- teração	Sem In- teração				
			Com In- teração	Sem In- teração								
1.1	155,60	60,49	1,15	1,49	0,72	0,62	74,10	64,36				
1.2	225,27	31,92	1,95	1,95	1,13	1,44	75,69	50,37				
1.3	314,00	20,21	1,97	2,15	1,05	1,26	77,19	56,04				
1.4	240,44	27,08	3,40*	4,55*	0,33	0,61	94,89	84,89				
1.5	314,73	15,74	2,41	3,57*	1,09	0,72	79,95	78,88				
1.6	231,44	16,96	1,62	1,94	1,19	1,11	71,00	56,69				
1.7	277,31	15,78	2,96*	4,25*	2,15	1,49	71,27	68,17				
1.8	329,17	16,08	2,18	2,58	1,01	1,14	79,57	62,86				
1.9	419,73	19,90	1,52	2,12	0,69	0,54	79,87	74,49				
1.10	250,37	99,14	0,99	0,96	0,28	0,57	86,45	55,93				
1.11	86,71	85,25	0,79	1,02	0,72	0,57	66,26	57,43				
1.12	329,43	36,75	2,39	2,56	0,44	1,04	90,73	64,78				
1.13	321,27	27,65	2,67*	3,22*	0,76	1,06	86,27	69,53				
1.14	268,99	16,28	0,43	0,34	1,35	1,07	36,71	19,09				
1.15	276,82	20,38	1,41	1,55	1,50	1,36	62,80	46,10				
1.16	268,45	56,19	0,38	0,46	0,86	0,62	44,28	35,82				
1.17	448,76	21,75	0,64	0,52	0,36	0,55	76,11	41,46				
1.18	502,90	38,77	0,59	0,76	0,39	0,34	73,10	62,85				
1.19	126,24	26,99	0,98	0,46	3,87*	3,18	31,41	9,72				
1.20	65,05	32,92	3,21*	2,61	1,40	2,53	80,52	43,69				
1.21	359,54	31,43	1,97	2,45	0,62	0,75	86,00	71,05				
1.22	234,17	22,39	1,30	1,09	1,36	1,49	63,10	35,42				
1.23	266,01	15,53	1,19	0,70	0,47	1,11	82,01	32,08				
1.24	207,51	14,41	7,67**	9,90**	2,95	3,04	82,40	70,96				
1.25	197,26	16,72	4,42**	6,30**	1,80	1,37	81,53	77,47				
1.26	324,94	20,66	3,16*	3,78*	2,69	2,40	67,84	54,21				

Tabela 11 - continuação

CASO	DESVIO PADRÃO (kg/ha)	C.V. (%)	TESTE F		TESTE F DO DESVIO DA REGRESSÃO		R ² (%)	
			DA REGRESSÃO		DA REGRESSÃO		DA REGRESSÃO	
			Com In- teração	Sem In- teração	Com In- teração	Sem In- teração	Com In- teração	Sem In- teração
1.27	429,77	27,51	1,24	1,71	1,02	0,75	68,61	62,93
1.28	228,60	37,00	0,37	0,41	0,23	0,26	74,40	53,65
1.29	182,52	29,19	2,10	1,77	0,69	1,47	84,63	47,40
1.30	143,47	13,61	2,92*	3,69*	1,62	1,53	76,50	64,32
1.31	327,19	26,69	0,42	0,56	0,26	0,21	74,50	66,34
1.32	295,87	15,01	3,47*	3,87*	2,79	2,75	69,11	51,33
1.33	261,33	16,71	2,13	3,11*	0,73	0,52	83,95	81,80
1.34	289,70	23,03	1,30	1,71	1,16	0,91	66,87	58,45
1.35	258,33	15,72	0,35	0,32	0,96	0,75	39,81	24,46
1.36	391,18	19,07	0,77	0,44	0,57	0,89	70,94	27,05
1.37	418,88	31,10	1,34	0,94	1,01	1,28	70,39	40,36
1.38	416,90	22,36	0,67	0,82	0,34	0,35	78,53	63,78
1.39	315,84	17,47	0,75	0,31	0,69	1,04	66,31	18,14
1.40	363,13	19,68	1,34	1,50	0,39	0,63	86,14	64,05
1.41	356,93	14,41	0,55	0,63	1,36	0,99	41,94	32,18
1.42	292,00	17,35	1,50	2,18	1,53	1,00	63,75	61,98
1.43	577,54	31,96	0,76	1,05	0,89	0,63	60,69	55,44
1.44	430,59	22,69	0,44	0,47	0,78	0,63	57,89	35,51
1.45	527,46	23,24	0,41	0,19	0,60	0,70	55,32	16,61
2.1	257,19	43,69	2,12*	2,05	1,14	1,56	76,99	49,55
2.2	232,52	33,23	2,19*	2,63*	0,67	0,90	85,52	68,65
2.3	302,23	23,41	4,31**	6,21**	1,08	0,87	87,78	84,22
2.4	301,59	24,45	3,15**	4,36**	0,62	0,66	90,14	83,20
2.5	302,36	15,41	2,09*	2,97*	1,75	1,22	68,28	64,59
2.6	255,66	17,25	4,21**	6,05**	2,21	1,58	77,47	74,23
2.7	347,95	26,85	4,95**	7,35**	2,25	1,46	79,84	79,10
2.8	365,45	19,80	3,35**	4,56**	1,60	1,35	78,97	71,66
2.9	457,17	24,61	4,29**	5,71**	0,78	1,03	90,81	80,60
3.1	607,96-299,88	43,14-21,28	2,61	3,56*	1,11	0,96	80,82	73,53
3.2	423,45-310,11	41,15-30,14	3,09*	3,39*	1,19	1,68	82,42	60,24
3.3	330,23-271,33	28,78-23,65	6,75**	9,24**	3,47*	2,83	77,81	70,97
3.4	467,50-240,61	35,03-18,03	1,65	2,28	1,14	0,86	72,20	66,57
3.5	801,06-381,84	42,40-20,21	0,77	0,93	0,84	0,70	62,48	50,16

Tabela 12 - Estimativas dos parâmetros e respectivos intervalos de confiança, ao nível de 95% de probabilidade, da função polinomial quadrática, considerando-se as interações.

CASOS	b_0	b_{11}	b_{22}	b_{33}	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_1	b_2	b_3
1.1	119,46 327,10 534,75	-109,32 -38,58 32,17	-100,29 -29,55 41,19	-68,13 2,62 73,36	-103,38 -20,14 63,11	-44,59 38,65 121,89	-95,51 -12,26 70,98	-5,75 53,11 111,97	-35,14 23,72 82,58	-25,88 32,98 91,84
1.2	396,11 696,75 997,38	-127,33 -24,91 77,52	-122,53 -20,11 82,32	-48,94 53,48 155,90	-71,23 49,29 169,82	-160,49 -39,97 80,55	-241,49 -120,97 0,45	-6,16 79,06 164,28	-17,55 67,67 152,89	-85,97 -0,75 84,47
1.3	1034,67 1453,71 1872,75	-98,73 44,04 186,80	-166,21 -23,44 119,32	-69,88 72,88 215,64	-136,88 31,11 199,10	-160,26 7,72 175,71	-338,14 -170,15 -2,16	-53,80 64,98 183,77	31,99 150,77 269,56	-164,64 -45,86 72,93
1.4	536,20 857,07 1177,94	-100,66 8,66 117,98	-73,76 35,55 144,87	-124,60 -15,28 94,03	-156,46 -27,82 100,81	-212,68 -84,05 44,58	-190,25 -61,61 67,02	41,20 132,16 223,11	80,02 170,98 261,94	-87,10 3,86 94,81
1.5	1666,25 2086,27 2056,29	-164,11 -21,01 122,09	-255,67 -112,57 30,52	-90,72 52,37 195,47	-142,26 26,12 194,51	-148,67 19,71 188,09	-195,44 -27,06 141,32	-17,97 101,09 220,16	3,50 122,57 241,63	-233,24 -114,18 4,88
1.6	1139,16 1448,02 1756,88	-156,29 -51,06 54,17	-131,02 -25,80 79,43	-106,26 -1,03 104,19	-130,41 -6,59 117,23	-184,81 -60,99 62,83	-201,70 -77,88 45,94	-125,86 -38,30 49,25	32,55 120,10 207,66	-109,00 -21,45 66,11

Tabela 12 - continuação

CASOS	b ₀	b ₁₁	b ₂₂	b ₃₃	b ₁₂	b ₁₃	b ₂₃	b ₁	b ₂	b ₃
1.7	1190,29	-13,63	-140,90	-39,15	-104,84	-151,09	-87,77	23,97	42,84	-68,99
	1560,37	112,45	-14,81	86,93	43,52	-2,73	60,59	128,88	147,75	35,92
	1930,45	238,54	111,27	213,01	191,88	145,63	208,96	233,79	252,65	140,82
1.8	1332,09	-22,46	-158,46	-10,01	-125,86	-262,44	-309,95	-63,19	-3,51	-141,24
	1771,37	127,20	-8,80	139,65	50,24	-86,33	-133,84	61,33	121,01	-16,71
	2210,66	276,86	140,86	289,31	226,35	89,77	42,26	185,86	245,54	107,81
1.9	1419,82	-102,96	-251,73	-96,67	-188,14	-316,04	-245,25	-139,70	33,18	-134,90
	1979,95	87,87	-60,90	94,17	36,41	-91,49	-20,70	19,09	191,97	23,89
	2540,09	278,71	129,93	285,00	260,97	133,07	203,85	177,87	350,75	182,67
1.10	-192,18	-92,70	-114,45	-30,68	-103,39	-27,48	-128,41	-47,04	-80,37	-107,22
	141,95	21,14	-0,61	83,17	30,56	106,47	5,54	47,67	14,35	-12,50
	476,08	134,97	113,22	196,99	164,51	240,42	139,49	142,39	109,06	82,21
1.11	-26,87	-36,05	-47,17	-22,99	-45,01	-27,20	-54,95	-15,54	-26,90	-55,36
	88,85	3,37	-7,75	16,43	1,38	19,19	-8,56	17,27	5,90	-22,56
	204,57	42,80	31,67	55,85	47,77	65,58	37,83	50,07	38,70	10,24
1.12	344,14	-119,79	-181,35	-42,64	-106,75	11,99	-214,42	-19,21	-32,09	-233,97
	783,78	29,99	-31,57	107,14	69,50	188,24	-38,17	105,42	92,53	-109,35
	1223,42	179,78	118,21	256,92	245,75	364,48	138,07	230,04	217,16	15,27

Tabela 12 - continuação

CASOS	b ₀	b ₁₁	b ₂₂	b ₂₃	b ₁₂	b ₁₃	b ₂₃	b ₁	b ₂	b ₃
1.13	668,58 1097,33 1526,07	-169,45 -23,38 122,68	-198,55 -52,48 93,59	-9,60 136,47 282,54	-122,17 49,71 221,59	-14,33 157,55 329,43	-119,49 52,55 224,27	-32,49 89,04 210,58	-32,51 89,03 210,57	-190,42 -68,89 52,65
1.14	1245,54 1604,51 1963,48	-109,46 12,84 135,13	-104,24 18,06 140,36	-108,62 13,68 135,98	-202,90 -58,99 84,91	-75,58 68,33 212,24	-125,81 18,09 162,00	-82,70 19,06 120,82	-161,59 -59,83 41,92	-122,22 -20,46 81,29
1.15	781,90 1151,33 1520,76	-85,21 40,65 166,51	-77,79 48,07 173,93	-20,90 104,96 230,83	-110,11 37,99 186,09	-78,94 69,16 217,26	-48,41 99,69 247,79	10,50 115,22 219,95	-94,09 10,63 115,35	-90,37 14,35 119,07
1.16	113,09 471,34 829,59	-119,14 2,91 124,97	-153,03 -30,97 91,08	-88,00 34,06 156,11	-168,93 -25,31 118,31	-95,65 47,97 191,59	-148,16 -4,54 139,08	-59,44 42,11 143,67	-86,01 15,55 117,10	-97,60 3,95 105,51
1.17	1399,53 1998,41 2597,29	-181,61 22,42 226,46	-211,73 -7,69 196,34	-158,03 46,00 250,03	-81,68 158,41 398,49	-170,25 69,83 309,92	-184,79 55,29 295,38	-101,33 68,43 238,20	-76,71 93,06 262,82	-113,67 56,09 225,86
1.18	592,96 1264,09 1935,23	-193,22 35,42 264,08	-291,97 -63,33 165,33	-169,72 58,92 287,58	-198,33 70,72 339,78	-235,44 33,61 302,66	-193,86 75,19 344,24	-171,24 19,01 209,25	-57,95 132,30 322,55	-154,16 36,09 226,34

Tabela 12 - continuação

CASOS	b ₀	b ₁₁	b ₂₂	b ₃₃	b ₁₂	b ₁₃	b ₂₃	b ₁	b ₂	b ₃
1.19	267,05	-45,42	-53,05	-43,56	-112,20	-87,22	-128,42	-41,62	-16,16	-59,44
	435,52	11,97	4,34	13,83	-44,67	-19,68	-60,88	6,13	31,59	-11,68
	603,99	69,37	61,74	71,23	22,87	47,86	6,65	53,89	79,35	36,07
1.20	86,11	-17,42	-40,40	-7,78	-67,39	-83,97	-30,97	-45,55	-4,03	-18,80
	172,93	12,16	-10,83	21,79	-32,59	-49,17	3,82	-20,94	20,58	5,81
	259,74	41,73	18,75	51,36	2,21	-14,37	38,62	3,66	45,19	30,41
1.21	604,67	-88,79	-261,89	-83,43	-111,39	-311,71	-127,92	-115,29	6,92	-161,55
	1084,48	74,68	-98,42	80,04	80,96	-119,36	64,43	20,72	129,09	-25,54
	1564,29	238,14	65,04	243,51	273,31	72,99	256,78	156,73	265,10	110,47
1.22	845,02	-139,04	-155,13	-129,75	-254,17	-155,48	-128,31	-82,83	8,02	-98,54
	1157,53	-32,57	-48,66	-23,28	-128,89	-30,20	-3,02	5,76	96,61	-9,96
	1470,04	73,90	57,81	83,18	-3,60	95,08	122,26	94,34	185,20	78,63
1.23	1489,13	-137,43	-198,50	-149,68	-12,03	-179,88	-39,62	-90,82	-43,63	-116,97
	1844,12	-16,49	-77,56	-28,74	130,28	-37,57	102,69	9,81	57,00	-16,34
	2199,12	104,45	43,38	92,20	272,59	104,74	245,00	110,45	157,63	84,29
1.24	1258,42	-42,60	-240,87	-88,93	-101,03	-132,48	47,80	-50,10	98,88	-16,47
	1535,34	51,74	-146,52	5,41	9,98	-21,47	158,82	28,40	177,38	62,02
	1812,26	146,09	-52,18	99,76	121,00	89,55	269,83	106,90	255,88	140,53

Tabela 12 - continuação

CASOS	b ₀	b _{1,1}	b _{2,2}	b _{3,3}	b _{1,2}	b _{1,3}	b _{2,3}	b ₁	b ₂	b ₃
1.25	993,68	-94,04	-138,07	-109,00	-165,82	-77,23	-85,89	94,68	32,45	-16,83
	1256,94	-4,35	-48,39	-19,31	-60,28	28,31	19,64	169,30	107,08	57,80
	1520,19	85,33	41,30	70,38	45,25	133,84	125,18	243,93	181,70	132,42
1.26	1236,85	-60,08	-273,53	-198,94	-104,73	-87,80	-14,17	-92,20	-20,38	2,32
	1670,49	87,65	-125,79	-51,20	69,11	86,05	159,67	30,72	102,54	125,25
	2104,12	235,39	21,94	96,53	242,95	259,89	333,52	153,65	225,47	248,17
1.27	820,54	-106,68	-233,53	-88,25	-209,19	-231,80	-128,72	-76,80	-28,32	-241,64
	1394,07	88,72	-38,13	107,15	20,74	-1,87	101,20	85,78	134,26	-79,06
	1967,60	284,11	157,26	302,54	250,66	228,05	331,12	248,36	296,84	83,52
1.28	324,23	-99,51	-124,74	-98,35	-143,12	-75,55	-143,60	-58,70	-78,15	-39,27
	629,30	4,42	-20,81	5,58	-20,82	46,75	-21,30	27,77	8,33	47,21
	934,37	108,36	83,13	109,52	101,47	169,05	101,00	114,25	94,81	133,68
1.29	344,99	-63,67	-71,08	-79,80	-116,12	-177,68	-200,64	-56,19	32,61	-81,92
	588,57	19,31	11,90	3,19	-18,47	-80,03	-103,00	12,85	101,66	-12,87
	832,15	102,30	94,89	86,17	79,18	17,62	-5,34	81,90	170,71	56,17
1.30	868,02	-27,35	-106,57	-66,91	-18,92	-120,18	-64,16	-100,03	20,00	-72,91
	1059,49	37,88	-41,34	-1,69	57,84	-43,42	12,60	-45,76	74,28	-18,63
	1250,96	103,11	23,89	63,54	134,59	33,33	89,36	8,52	128,56	35,64

Tabela 12 - continuação

CASOS	b ₀	b _{1,1}	b _{2,2}	b _{3,3}	b _{1,2}	b _{1,3}	b _{2,3}	b ₁	b ₂	b ₃
1.31	872,21	-172,56	-222,50	-129,12	-219,70	-155,00	-155,26	-160,90	-122,66	-99,18
	1308,86	-23,80	-73,74	19,64	-44,65	20,05	19,79	-37,12	1,12	24,59
	1745,51	124,96	75,02	168,40	130,40	195,10	194,83	86,66	124,90	148,37
1.32	1595,40	-90,35	-150,75	-180,76	-178,79	-291,01	-319,37	-77,61	118,95	-90,09
	1990,24	44,17	-16,23	-46,24	-20,49	-132,72	-161,08	34,31	230,88	21,84
	2385,09	178,70	118,29	88,28	137,80	25,57	-2,79	146,24	342,81	133,77
1.33	1213,78	-66,60	-152,48	-136,10	-94,32	-139,38	-135,19	-118,79	77,30	-89,90
	1562,53	52,21	-33,66	-17,28	45,50	0,43	4,62	-19,93	176,16	8,96
	1911,27	171,03	85,15	101,53	185,30	140,24	144,43	78,93	275,02	107,82
1.34	825,40	-144,57	-98,10	-109,72	-82,30	-203,50	-165,63	-106,77	24,24	-29,20
	1212,02	-12,85	33,62	22,00	72,69	-48,51	-10,64	2,82	133,84	80,39
	1598,63	118,86	165,33	153,71	227,68	106,48	144,35	112,41	243,43	189,99
1.35	1195,50	-77,97	-90,80	-86,78	-108,91	-198,18	-112,90	-116,44	-70,25	-54,75
	1540,24	39,48	26,65	30,67	29,29	-59,98	25,31	-18,71	27,48	42,97
	1884,98	156,93	144,10	148,12	167,50	78,22	163,51	79,01	125,20	140,70
1.36	1556,27	-180,43	-198,22	-180,70	-166,03	-257,93	-17,81	-187,92	-78,98	-72,09
	2078,32	-2,57	-20,36	-2,85	43,26	-48,64	191,47	-39,93	69,00	75,90
	2600,36	175,28	157,49	175,01	252,54	160,64	400,75	108,05	216,99	223,88

Tabela 12 - continuação

CASOS	b _u	b ₁₁	b ₂₂	b ₃₃	b ₁₂	b ₁₃	b ₂₃	b ₁	b ₂	b ₃
1.37	860,70	-211,47	-163,55	-264,46	-461,32	-230,35	-234,99	-34,53	-52,36	-133,13
	1419,70	-21,02	26,89	-74,01	-237,22	-6,25	-10,89	123,93	106,10	25,33
	1978,70	169,43	217,34	116,43	-13,12	217,85	213,21	282,39	264,56	183,79
1.38	1816,65	-341,39	-366,16	-334,54	-151,40	-238,53	-139,84	-110,54	-130,96	-169,03
	2373,02	-151,85	-176,61	-144,99	71,64	-15,49	83,20	47,17	26,76	-11,32
	2929,38	37,70	12,94	44,55	294,68	207,55	306,24	204,89	184,47	146,39
1.39	1497,14	-172,64	-178,04	-184,35	-330,54	-181,96	-235,04	-71,54	-83,38	-88,79
	1918,64	-29,04	-34,44	-40,75	-161,56	-12,99	-66,06	47,94	36,10	30,69
	2340,13	114,56	109,16	102,85	7,41	155,99	102,91	167,42	155,58	150,17
1.40	1719,50	-240,07	-291,13	-299,48	-277,50	-314,95	-130,44	-28,79	-37,95	-138,40
	2204,11	-74,97	-126,03	-134,38	-83,22	-120,67	63,84	108,58	99,42	-1,03
	2688,72	90,13	39,07	30,72	111,05	73,60	258,11	245,95	236,80	136,34
1.41	2041,36	-161,58	-190,48	-173,57	-234,26	-266,39	-230,24	-123,41	-63,52	-228,69
	2517,70	0,70	-28,19	-11,29	-43,31	-75,43	-39,28	11,62	71,50	-93,66
	2994,04	162,98	134,09	151,00	147,65	115,53	151,68	146,65	206,53	41,36
1.42	1620,12	-182,00	-289,98	-232,62	-131,83	-192,14	-166,65	-67,62	-8,08	-149,63
	2009,80	-49,24	-157,22	-99,86	24,39	-35,92	-10,44	42,84	102,38	-39,17
	2399,48	83,52	-24,46	32,90	180,60	120,29	145,78	153,30	212,84	71,29

Tabela 12 - continuação

CASOS	b ₀	b _{1,1}	b _{2,2}	b _{3,3}	b _{1,2}	b _{1,3}	b _{2,3}	b ₁	b ₂	b ₃
1.43	1034,54	-192,40	-379,72	-214,24	-307,02	-420,26	-311,84	-182,50	-71,67	-192,17
	1805,28	70,18	-117,13	48,35	1,96	-111,28	-2,86	35,98	146,81	26,31
	2576,01	332,76	145,45	310,93	310,94	197,70	306,12	254,47	365,29	244,79
1.44	1255,01	-125,57	-231,90	-166,13	-238,70	-326,08	-298,12	-163,52	-111,20	-202,84
	1829,64	70,21	-36,13	29,64	-8,33	-95,72	-67,76	-0,63	51,69	-39,95
	2404,28	265,98	159,64	225,41	222,03	134,65	162,61	162,26	214,58	122,95
1.45	1536,80	-196,64	-261,49	-233,95	-186,65	-389,87	-438,27	-264,52	-171,67	-180,68
	2240,72	43,17	-21,68	5,87	95,54	-107,67	-156,07	-64,98	27,87	18,86
	2944,63	282,99	218,14	245,68	337,73	174,52	126,12	134,56	227,41	218,40
2.1	456,55	-50,12	-49,65	-39,47	-112,24	-20,60	-73,74	13,69	-1,21	-21,76
	590,71	-4,41	-3,95	6,23	-58,46	33,19	-19,96	51,72	36,82	16,27
	724,88	41,29	41,76	51,94	-4,67	86,97	33,83	89,76	74,85	54,30
2.2	666,78	-68,32	-80,62	-49,96	-32,75	-80,10	-76,10	-6,15	11,28	-41,57
	784,02	-28,38	-40,68	-10,02	14,25	-33,09	-29,10	27,08	44,51	-8,34
	901,27	11,56	-0,73	29,92	61,25	13,91	17,90	60,32	77,75	24,90
2.3	1090,71	-26,17	-103,53	-14,16	-52,31	-63,84	-107,35	-9,33	48,56	-81,73
	1260,02	31,51	-45,84	43,52	15,57	4,04	-39,47	38,66	96,55	-33,74
	1429,33	89,19	11,84	101,21	83,44	71,91	28,40	86,66	144,55	14,26

Tabela 12 - continuação

CASOS	b ₀	b ₁₁	b ₂₂	b ₃₃	b ₁₂	b ₁₃	b ₂₃	b ₁	b ₂	b ₃
2.4	1154,79	-87,19	-111,05	-61,35	-115,20	-79,69	-53,95	11,44	43,19	-58,53
	1324,98	-29,21	-53,07	-3,37	-46,97	-11,46	14,27	59,68	91,43	-10,28
	1495,17	28,77	4,91	54,62	21,25	56,76	82,50	107,93	139,68	37,96
2.5	1817,23	-61,14	-108,48	-69,23	-69,98	-108,24	-98,03	-19,06	30,18	-98,80
	2007,57	4,04	-43,30	-4,04	6,72	-31,53	-21,33	35,18	84,42	-44,56
	2199,90	69,23	21,89	61,14	83,43	45,17	55,38	89,42	138,66	9,67
2.6	1372,59	-48,65	-120,54	-59,07	-45,42	-77,43	-32,71	-22,21	69,47	-42,91
	1541,40	8,86	-63,03	-1,56	22,25	-9,76	34,96	25,65	117,33	4,94
	1710,22	66,38	-5,51	55,95	89,93	57,92	102,64	73,50	165,18	52,80
2.7	1089,52	-24,82	-94,02	-24,08	-62,30	-86,07	-56,38	27,16	61,54	-7,79
	1261,19	33,67	-35,54	34,40	6,51	-17,25	12,44	75,82	110,20	40,87
	1432,85	92,15	22,95	92,89	75,33	51,57	81,26	124,48	148,87	89,54
2.8	1574,80	5,60	-94,14	-24,83	-15,31	-92,29	-67,32	-24,84	26,08	-19,54
	1762,03	69,39	-30,35	38,95	59,74	-17,23	7,73	28,23	79,16	33,53
	1949,26	133,18	33,43	102,74	134,80	57,83	82,79	81,30	132,23	86,60
2.9	1603,31	-13,57	-104,97	-11,44	-22,08	-118,63	-37,20	-49,53	57,75	-38,19
	1791,43	50,52	-40,88	52,65	53,33	-43,21	38,22	3,79	111,08	15,13
	1979,55	114,61	23,21	116,74	128,75	32,20	113,63	57,12	164,41	68,46

Tabela 12 - continuação

CASOS	b ₀	b ₁₁	b ₂₄	b ₃₃	b ₁₂	b ₁₃	b ₂₃	b ₁	b ₂	b ₃
3.1	1082,96	-64,95	-121,08	-38,16	-88,18	-141,69	-171,07	-9,84	47,40	-88,03
	1353,40	27,18	-28,94	53,97	20,24	-33,27	-62,65	66,82	124,06	-11,37
	1623,85	119,32	63,20	146,11	128,66	75,14	45,76	143,49	200,72	65,30
3.2	767,36	-48,02	-78,43	2,58	-38,41	8,97	-47,19	4,74	-9,67	-67,09
	955,73	16,15	-14,25	66,76	37,11	84,48	28,32	58,14	43,72	-13,70
	1144,10	80,33	49,92	130,93	112,62	159,99	103,84	111,53	97,12	39,70
3.3	1025,48	-19,66	-115,60	-38,30	-53,93	-77,22	1,82	-4,34	53,48	-29,61
	1172,38	30,39	-65,55	11,74	4,96	-18,33	60,71	37,30	95,13	12,03
	1319,28	80,44	-15,50	61,79	63,85	40,56	119,60	78,94	136,77	53,67
3.4	1121,99	-53,26	-85,74	-69,40	-67,35	-121,82	-88,06	-68,25	32,46	-28,91
	1329,95	17,58	-14,89	1,45	16,01	-38,45	-4,69	-9,30	91,42	30,04
	1537,91	88,44	55,96	72,30	99,38	44,92	78,68	49,65	150,37	88,99
3.5	1679,05	-137,17	-195,91	-168,23	-180,65	-207,46	-165,78	-61,85	-26,72	-110,34
	2035,40	-15,76	-74,50	-46,82	-37,79	-64,60	-22,92	39,16	74,29	-9,33
	2391,75	105,64	46,90	74,58	105,06	78,25	119,93	140,18	175,31	91,69

Tabela 13 - Estimativas, em kg/ha, e intervalos de confiança dos rendimentos, ao nível de 95% de probabilidade, considerando-se o modelo polinomial com interação.

CASOS	T R A T A M E N T O S														
	022	111	113	131	133	202	220	222	224	242	311	313	331	333	422
	-129,63	-112,95	-99,76	-0,71	-36,57	-34,75	75,40	119,45	207,33	60,13	-43,75	124,04	-12,06	106,68	82,82
1.1	66,58	158,03	171,22	270,27	234,41	161,46	271,61	327,10	403,54	256,34	227,23	395,02	258,92	377,66	279,03
	262,79	429,01	442,20	541,25	505,39	357,67	467,82	534,75	599,75	452,55	498,21	666,00	529,90	648,64	475,24
	154,58	177,63	498,01	456,32	292,83	196,55	627,74	396,12	624,75	467,24	317,10	477,60	792,97	469,60	470,81
1.2	439,01	447,59	767,97	726,28	562,79	480,98	912,17	696,75	909,18	751,67	587,06	747,56	1062,93	739,56	755,24
	723,44	717,55	1037,93	996,24	832,75	765,41	1196,60	997,38	1193,61	1036,10	857,02	1017,52	1332,89	1009,52	1039,67
	1103,43	869,67	1102,81	1449,29	1001,83	661,92	1440,48	1037,09	1257,06	1265,02	921,96	1185,99	1626,03	1209,47	1363,36
1.3	1499,89	1245,97	1479,11	1825,59	1378,13	1058,38	1336,94	1453,71	1653,52	1661,48	1298,26	1562,29	2002,33	1585,77	1759,82
	1896,35	1622,27	1855,41	2201,89	1754,43	1454,84	2233,40	1870,33	2049,98	2057,94	1674,56	1938,59	2378,63	1962,07	2156,23
	324,20	116,29	415,33	637,13	689,71	354,12	485,02	536,20	500,45	1038,05	604,35	567,19	1013,89	730,28	852,82
1.4	627,40	405,52	704,56	926,36	978,94	657,32	788,22	857,07	803,65	1341,25	893,58	856,42	1303,12	1019,51	1156,02
	930,60	694,75	993,79	1215,17	1268,17	960,52	1091,42	1177,94	1106,85	1644,45	1182,81	1145,65	1592,35	1308,74	1459,22
	1403,17	1535,76	1322,09	1782,77	1460,86	993,97	2127,24	1666,25	2127,24	1484,24	1646,27	1511,46	1997,78	1754,72	1807,54
1.5	1800,05	1914,36	1700,69	2161,37	1839,46	1390,85	2524,12	2086,27	2067,40	1881,12	2024,87	1890,06	2376,38	2133,32	2204,42
	2196,93	2292,96	2079,29	2539,97	2218,06	1787,73	2920,99	2506,29	2464,28	2277,99	2403,47	2268,66	2754,98	2511,92	2601,29
	1028,54	886,95	1121,81	1296,11	1219,44	812,78	1194,93	1139,16	1109,14	1293,19	945,52	936,40	1328,30	1007,66	875,33
1.6	1320,39	1164,31	1399,17	1573,47	1496,80	1104,63	1486,78	1448,02	1400,99	1585,04	1222,88	1213,76	1605,66	1295,02	1167,18
	1612,24	1441,67	1676,53	1850,80	1774,16	1396,48	1778,63	1756,88	1692,84	1876,89	1500,24	1491,12	1883,02	1562,38	1459,03

Tabela 13 - continuação

CASOS	TRATAMENTOS													
	022	111	113	131	133	202	220	222	224	242	311	313	331	333
														472
	1402,74	1200,19	1156,29	1287,45	1485,94	855,92	1484,56	1190,29	1630,22	1446,91	1376,37	1321,55	1637,71	1625,27
1.7	1752,43	1533,78	1489,88	1621,04	1819,53	1205,61	1836,25	1560,37	1979,91	1796,60	1709,96	1655,14	1971,30	2158,86
	2102,12	1867,36	1823,46	1954,62	2153,11	1555,30	2185,94	1930,45	2339,60	2146,29	2043,54	1988,72	2304,88	2492,44
														2617,63
	1742,40	1297,88	1704,80	1707,11	1578,66	1079,04	1948,33	1332,09	1881,46	1563,10	1492,73	1554,32	2102,93	1629,15
1.8	2157,49	1693,85	2100,77	2103,08	1974,63	1494,13	2363,42	1771,37	2296,55	1978,19	1888,70	1950,29	2498,90	2025,12
	2572,57	2089,81	2496,73	2499,04	2370,59	1909,21	2778,50	2210,65	2711,63	2393,27	2284,66	2346,25	2894,86	2421,08
														2817,91
	1763,33	1287,38	1559,53	1639,89	1829,24	822,46	1778,90	1423,05	1874,45	1590,34	1435,70	1341,90	1933,87	1757,26
1.9	2293,28	1790,38	2062,53	2142,89	2332,24	1352,41	2308,85	1979,95	2404,40	2120,29	1938,70	1844,90	2436,87	2260,25
	2823,23	2293,38	2565,53	2645,89	2835,24	1882,36	2838,80	2536,85	2934,35	2650,24	2441,70	2347,90	2939,87	2763,26
														2899,58
	-184,96	38,64	-210,39	-4,86	-231,72	-205,31	183,46	-190,24	133,45	-147,93	-140,06	36,78	-61,34	137,67
1.10	131,16	338,68	89,65	295,18	68,32	110,81	499,58	141,95	449,57	168,19	159,98	336,82	238,70	437,71
	447,28	638,72	389,69	595,22	368,36	426,93	815,70	474,14	765,69	484,31	460,02	636,86	538,74	737,75
														637,96
	-41,66	8,40	-57,99	34,56	-66,06	-63,44	90,21	-26,20	-0,02	-39,82	1,79	12,17	33,47	9,62
1.11	67,82	112,31	45,92	138,47	37,85	46,04	199,69	88,85	109,46	69,66	105,70	116,08	137,38	113,53
	177,30	216,22	149,83	242,38	141,76	155,52	309,17	203,90	218,94	179,14	209,61	219,99	241,29	217,44
														246,36
	277,51	624,02	105,19	746,43	74,90	57,01	1015,62	344,14	578,22	427,13	319,38	553,50	719,79	801,22
1.12	692,93	1020,31	501,48	1142,72	471,19	472,43	1431,04	783,78	993,64	842,55	715,67	949,79	1116,08	1197,51
	1103,35	1416,59	897,76	1539,00	867,47	887,85	1846,46	1223,42	1409,06	1257,97	1111,95	1346,07	1512,36	1593,79
														1530,02

Tabela 13 - continuação

CASOS	T R A T A M E N T O S														
	022	111	113	131	133	202	220	222	224	242	311	313	331	333	422
1.13	420,57	921,93	364,28	895,79	547,69	304,22	1375,86	668,58	1100,31	660,35	685,49	758,04	858,20	1140,30	776,75
	825,70	1309,40	750,75	1282,26	934,16	709,35	1780,99	1097,33	1505,44	1065,48	1071,96	1144,51	1244,67	1526,77	1191,89
	1250,82	1624,86	1137,21	1668,72	1320,62	1114,47	2186,11	1526,07	1910,56	1470,60	1458,42	1530,97	1631,13	1913,23	1587,00
1.14	1278,11	1415,40	1201,62	1377,53	1236,12	1456,79	1360,53	1247,61	1278,67	1217,46	1434,84	1494,39	1161,00	1292,92	1354,34
	1617,74	1737,76	1521,98	1699,89	1558,48	1796,42	1700,16	1604,51	1618,30	1557,09	1757,20	1816,75	1483,36	1615,28	1693,97
	1957,37	2060,12	1846,34	2022,25	1880,84	2136,05	2039,79	1961,41	1957,93	1896,72	2079,56	2139,11	1805,72	1937,64	2033,60
1.15	733,98	1079,91	770,91	825,82	915,57	972,84	1192,98	784,05	1250,38	1015,37	1096,06	1063,71	993,92	1360,32	1194,88
	1083,49	1411,65	1102,65	1157,56	1247,31	1322,35	1542,49	1151,33	1599,89	1364,88	1427,80	1395,45	1325,66	1692,06	1544,39
	1433,00	1743,39	1434,39	1489,30	1579,05	1671,86	1892,00	1518,61	1949,40	1714,39	1759,54	1727,19	1657,40	2023,80	1893,90
1.16	59,82	112,13	33,19	202,92	105,80	-22,59	260,72	115,16	276,53	39,60	151,04	263,97	140,60	235,36	228,28
	398,76	433,84	354,90	524,63	427,51	316,35	599,66	471,34	615,47	378,54	472,75	585,68	462,31	557,07	567,22
	737,70	755,55	676,61	846,34	749,22	655,29	938,60	827,52	954,41	717,48	794,46	907,39	784,02	878,78	906,16
1.17	1384,63	1587,29	1449,23	1346,01	1429,12	1214,91	1503,62	1403,00	1727,99	1587,15	1267,69	1408,94	1660,03	2022,46	1658,37
	1951,23	2125,08	1987,02	1883,80	1966,91	1781,51	2070,22	1998,41	2294,59	2123,75	1805,48	1946,73	2197,82	2560,25	2224,97
	2517,83	2662,87	2524,81	2421,59	2504,70	2348,11	2636,82	2593,82	2861,19	2720,35	2343,27	2484,52	2735,61	3098,04	2791,57
1.18	732,82	684,58	539,15	657,35	812,68	111,26	792,66	596,84	937,01	640,46	513,92	502,94	769,59	1059,37	808,85
	1367,78	1287,26	1141,83	1260,03	1415,36	746,22	1427,62	1264,09	1571,97	1275,42	1116,60	1105,62	1372,27	1662,05	1443,81
	2002,74	1889,94	1744,51	1862,71	2018,04	1381,18	2062,58	1931,34	2206,93	1910,38	1719,28	1708,30	1974,95	2264,73	2078,77

Tabela 13 - continuação

CASOS	T R A T A M E N T O S															
	022	111	113	131	133	202	220	222	224	242	311	313	331	333	422	422
1.19	311,75	163,11	300,86	437,39	331,62	230,31	354,84	268,02	308,10	356,68	304,08	363,11	399,68	215,19	336,29	
	471,14	314,40	452,15	588,68	482,91	389,70	514,23	435,52	467,49	516,07	455,37	514,40	550,97	366,48	495,68	
	630,53	465,69	603,44	739,97	634,20	549,09	673,62	603,02	626,88	675,46	606,66	665,69	702,26	517,77	655,07	
1.20	181,42	34,42	136,73	133,10	250,72	6,42	166,45	86,12	189,67	88,75	156,05	61,67	124,39	45,30	97,65	
	263,45	112,67	214,98	211,35	328,97	88,45	248,48	172,93	271,70	170,78	234,30	139,92	202,64	123,55	179,68	
	345,48	190,92	293,23	289,60	407,22	170,48	330,51	259,74	353,73	252,81	312,55	218,17	280,89	201,80	261,71	
1.21	887,79	611,66	670,43	579,07	895,57	-21,34	1001,76	607,44	899,60	495,01	729,91	311,25	1021,14	860,21	970,67	
	1341,75	1042,54	1101,30	1009,94	1326,44	432,61	1455,72	1084,48	1353,56	948,97	1160,78	742,12	1452,01	1291,08	1426,63	
	1795,70	1473,41	1532,17	1440,81	1757,31	886,56	1909,67	1561,52	1807,51	1402,92	1591,65	1172,99	1882,88	1721,95	1878,58	
1.22	720,09	517,86	564,40	974,91	1009,35	474,01	788,64	846,83	748,82	860,46	847,55	773,29	789,29	702,69	743,12	
	1015,75	798,49	845,03	1255,54	1289,98	769,67	1084,30	1157,53	1044,48	1156,12	1128,18	1053,92	1069,68	983,32	1038,78	
	1311,41	1079,12	1125,66	1536,17	1570,61	1065,33	1379,96	1468,23	1340,14	1451,78	1408,81	1334,55	1350,31	1263,95	1334,44	
1.23	1422,66	1547,47	1384,54	1195,53	1443,37	1084,01	1425,97	1491,18	1360,61	1312,02	1381,68	1068,47	1550,86	1648,43	1461,92	
	1758,53	1866,26	1703,33	1514,32	1762,16	1419,88	1761,84	1844,12	1696,48	1647,89	1700,47	1387,26	1869,65	1967,22	1797,79	
	2094,39	2185,04	2022,12	1833,11	2080,95	1755,74	2097,70	2197,06	2032,34	1983,75	2019,26	1706,05	2188,44	2286,01	2133,65	
1.24	1423,84	1075,89	925,24	1093,04	1577,67	332,82	1171,27	1258,42	1419,38	1042,33	1155,67	919,15	1212,75	1611,50	1537,45	
	1685,51	1325,50	1174,85	1342,65	1827,28	594,49	1432,94	1535,34	1681,05	1304,00	1405,28	1168,76	1462,36	1861,11	1799,12	
	1947,17	1575,11	1424,46	1592,26	2076,89	856,15	1694,60	1812,26	1942,71	1565,66	1654,89	1418,37	1711,97	2110,72	2060,78	

Tabela 13 - continuação

CASOS	TRATAMENTOS														
	022	111	113	131	133	202	220	222	224	242	311	313	331	333	422
1.25	652,16	601,09	620,78	896,52	994,79	600,49	815,35	993,69	1046,54	1028,80	1003,64	1136,56	1057,95	1269,44	1329,37
	900,91	838,38	858,07	1133,81	1232,08	849,24	1064,10	1256,94	1295,29	1277,55	1240,93	1373,85	1295,24	1506,73	1578,12
	1149,66	1075,67	1095,36	1371,10	1469,37	1097,99	1312,85	1520,19	1544,04	1526,30	1478,22	1611,14	1532,53	1744,02	1826,87
1.26	1549,89	1246,58	1005,63	994,09	1391,84	552,48	805,42	1236,85	1306,42	962,66	997,71	1100,96	1021,67	1763,62	1672,79
	1959,64	1637,46	1396,51	1384,97	1782,72	962,23	1215,17	1670,49	1716,17	1372,41	1388,59	1491,84	1412,55	2154,50	2082,54
	2369,39	2028,33	1787,38	1775,84	2173,59	1371,98	1624,92	2104,13	2125,92	1782,16	1779,46	1882,71	1803,42	2545,37	2492,29
1.27	1034,74	1015,84	659,08	1040,48	1088,52	430,39	1438,14	823,85	1121,92	967,42	1149,68	785,42	1257,27	1297,80	1377,87
	1577,37	1530,88	1174,12	1555,52	1603,56	973,02	1980,77	1394,07	1664,55	1510,05	1664,72	1300,46	1772,31	1812,84	1920,50
	2119,99	2045,92	1689,16	2070,56	2118,60	1515,65	2523,40	1964,29	2207,18	2052,68	2179,76	1815,49	2287,35	2327,88	2463,13
1.28	302,82	265,85	309,36	366,76	325,08	240,78	268,58	325,99	457,41	274,11	269,55	500,06	287,16	432,48	413,92
	591,45	539,81	583,32	640,72	599,04	529,41	557,21	629,30	746,04	562,74	543,51	774,02	561,12	706,44	702,55
	880,08	813,76	857,27	914,67	872,99	818,04	845,84	932,61	1034,67	851,37	817,46	1047,97	835,07	980,39	991,18
1.29	409,97	100,29	440,59	546,53	474,86	202,71	396,92	344,99	345,43	609,34	322,99	343,17	695,36	303,57	461,38
	640,13	319,85	660,15	766,09	694,42	432,67	627,08	588,57	575,59	839,50	542,55	562,73	914,92	523,13	691,54
	870,29	539,41	879,70	985,65	913,98	663,03	857,23	832,15	805,75	1069,66	762,11	782,29	1134,48	742,69	921,70
1.30	1121,61	898,87	923,26	906,56	981,35	564,64	909,09	868,02	834,56	861,76	778,53	629,22	1017,57	918,66	938,59
	1302,53	1071,46	1095,85	1079,15	1153,94	745,56	1090,01	1059,49	1015,48	1042,68	951,12	801,81	1190,16	1091,25	1119,51
	1483,45	1244,05	1268,44	1251,74	1326,53	926,48	1270,93	1250,96	1196,40	1223,60	1123,71	974,40	1362,75	1263,84	1300,43

Tabela 13 - continuação

CASOS	T R A T A M E N T O S														
	022	111	113	131	133	202	220	222	224	242	311	313	331	333	422
1.31	874,78	845,44	814,95	897,40	946,06	598,53	925,13	874,74	1023,51	603,01	820,40	870,11	693,76	822,63	725,31
	1287,89	1237,55	1207,06	1289,51	1338,17	1011,64	1338,24	1308,86	1436,62	1016,12	1212,51	1262,22	1085,87	1214,74	1139,42
	1701,60	1629,65	1599,16	1681,61	1730,27	1424,75	1751,35	1742,97	1849,73	1429,23	1604,61	1654,32	1477,97	1606,84	1552,53
1.32	1725,21	1014,71	1645,99	1839,61	1826,57	1090,46	1388,49	1595,39	1475,85	2013,98	1389,76	1490,17	2132,69	1588,78	1862,48
	2098,31	1370,62	2001,90	2195,52	2182,48	1463,56	1761,59	1990,24	1848,95	2387,08	1745,67	1846,08	2483,60	1944,69	2235,53
	2471,41	1726,53	2357,81	2551,43	2538,39	1836,66	2134,69	2385,09	2222,03	2760,18	2101,58	2201,99	2844,51	2300,10	2605,68
1.33	1481,70	1134,78	1142,60	1386,88	1413,17	746,00	1145,93	1213,78	1181,77	1450,64	1003,08	1012,62	1437,15	1465,17	1401,99
	1811,24	1449,14	1456,96	1701,24	1727,53	1075,54	1475,47	1562,53	1511,31	1780,18	1317,44	1326,98	1751,51	1779,53	1731,53
	2140,77	1763,50	1771,32	2015,60	2041,89	1405,07	1805,00	1911,23	1840,84	2109,71	1631,80	1641,34	2065,87	2093,89	2061,06
1.34	789,19	704,09	983,17	847,66	1084,20	713,03	773,44	827,65	1095,01	1248,38	661,37	746,41	1095,70	1138,19	800,46
	1154,97	1051,27	1330,35	1194,84	1431,38	1078,81	1139,22	1212,02	1460,79	1614,16	1008,55	1093,59	1442,88	1485,37	1166,24
	1520,74	1398,45	1677,52	1542,02	1778,56	1444,58	1504,99	1596,39	1826,56	1979,93	1355,73	1440,77	1790,06	1832,55	1532,01
1.35	1409,40	1270,34	1425,63	1216,10	1472,62	1265,72	1250,80	1197,49	1422,69	1375,63	1294,28	1209,65	1357,22	1373,81	1334,54
	1735,57	1579,92	1735,21	1525,68	1782,20	1591,89	1576,97	1540,24	1748,86	1701,80	1603,86	1519,23	1666,80	1683,39	1660,71
	2061,73	1889,50	2044,79	1835,26	2091,78	1918,06	1903,14	1882,99	2075,03	2027,97	1913,44	1828,81	1976,38	1992,97	1986,88
1.36	1654,00	1664,86	1530,99	1333,42	1965,43	1364,95	1421,24	1559,30	1724,83	1640,96	1595,77	1267,34	1437,35	1874,79	1494,26
	2147,90	2133,65	1999,79	1802,21	2434,22	1858,85	1915,14	2078,32	2218,73	2134,86	2064,56	1736,13	1906,14	2343,58	1988,16
	2641,80	2602,44	2468,58	2271,00	2903,01	2352,75	2409,04	2597,34	2712,63	2628,76	2533,35	2204,92	2374,93	2812,37	2482,06

Tabela 13 - continuação

CASOS	T R A T A M E N T O S														
	022	111	113	131	133	202	220	222	224	242	311	313	331	333	422
	558,88	339,85	424,78	1048,27	1082,66	786,19	544,11	853,93	645,43	1210,59	1074,66	1134,60	834,18	850,57	1054,61
1.37	1087,76	841,84	926,77	1550,26	1591,65	1315,07	1072,99	1419,70	1174,31	1739,47	1576,65	1636,59	1336,17	1352,56	1583,49
	1616,64	1343,83	1428,76	2052,25	2093,64	1843,95	1601,87	1975,47	1703,19	2268,35	2078,64	2138,58	1838,16	1854,55	2112,37
	1144,90	1476,69	1318,63	1220,53	1395,27	1086,59	1289,29	1819,88	1244,01	1193,71	1458,74	1238,73	1489,13	1601,92	1333,60
1.38	1671,28	1976,30	1818,24	1720,14	1894,88	1613,07	1815,67	2373,02	1770,39	1720,09	1958,35	1738,34	1988,74	2101,53	1859,98
	2197,66	2475,91	2317,85	2219,75	2394,49	2139,45	2342,05	2926,16	2296,77	2246,47	2457,96	2237,95	2488,35	2401,14	2386,36
	1307,84	1080,58	1300,05	1608,03	1563,25	1309,91	1295,49	1499,58	1418,24	1454,31	1525,55	1693,08	1406,75	1310,03	1499,59
1.39	1706,62	1459,08	1678,55	1986,53	1941,75	1708,69	1694,27	1918,64	1817,02	1853,09	1904,05	2071,58	1785,25	1688,53	1898,37
	2105,40	1837,58	2057,05	2365,03	2320,25	2107,47	2093,05	2337,70	2215,80	2251,87	2282,55	2450,08	2163,75	2067,03	2297,15
	1228,58	1086,52	1198,14	1324,15	1691,11	1042,64	1210,18	1722,31	1206,05	1440,34	1711,49	1340,43	1616,21	1500,47	1662,90
1.40	1687,07	1521,69	1633,31	1759,32	2126,28	1501,13	1668,67	2204,11	1664,54	1898,83	2146,66	1775,60	2051,38	1935,64	2121,39
	2145,56	1956,86	2068,48	2194,49	2561,45	1959,62	2127,16	2685,91	2123,03	2357,32	2581,83	2210,77	2486,55	2370,81	2579,88
	2046,60	1903,70	1945,79	2211,88	2096,85	1811,26	2209,22	2044,13	1834,56	2097,27	2164,42	1904,79	2299,37	1882,62	2093,08
1.41	2497,26	2331,44	2373,53	2639,62	2524,59	2261,92	2659,88	2517,70	2285,22	2547,93	2592,16	2332,53	2727,11	2310,36	2543,74
	2947,92	2759,18	2801,27	3067,36	2952,33	2712,58	3110,54	2991,27	2735,88	2998,59	3019,90	2760,27	3154,85	2738,10	2994,40
	1358,47	1225,52	1239,91	1402,38	1375,02	807,48	1320,01	1622,37	1163,33	1217,01	1334,27	1204,96	1608,68	1437,62	1529,82
1.42	1727,15	1575,45	1589,84	1752,31	1724,95	1176,16	1688,69	2009,80	1532,01	1585,69	1684,20	1554,89	1958,61	1787,55	1898,50
	2095,83	1925,38	1939,77	2102,24	2074,88	1544,84	2057,37	2397,23	1900,69	1954,37	2054,13	1904,82	2308,54	2137,48	2267,18

Tabela 13 - continuação

CASOS	TRATAMENTOS														
	022	111	113	131	133	202	220	222	224	242	311	313	331	333	422
1.43	1284,82	793,26	1074,16	1088,68	1358,15	313,92	1216,84	1039,00	1322,08	901,16	1083,88	919,65	1387,12	1211,47	1428,76
	2014,02	1485,38	1766,28	1780,80	2050,27	1043,12	1946,04	1805,28	2051,28	1630,36	1776,00	1611,77	2079,24	1903,59	2157,96
	2743,22	2177,50	2458,40	2472,92	2742,39	1772,32	2675,56	2571,56	2780,48	2359,56	2468,12	2303,89	2771,36	2595,71	2887,16
1.44	1568,07	1194,42	1441,47	1449,97	1426,00	1038,08	1484,43	1258,33	1324,64	1244,84	1401,26	1265,44	1623,49	1216,65	1565,55
	2111,73	1710,44	1957,49	1965,99	1942,02	1581,74	2028,09	1829,64	1868,30	1786,50	1917,28	1781,46	2139,51	1732,67	2109,21
	2655,39	2226,46	2473,51	2482,01	2458,04	2125,40	2571,75	2400,95	2411,96	2332,16	2433,30	2297,48	2655,53	2248,69	2652,87
1.45	1877,40	1486,01	2051,22	1662,82	1603,74	1432,30	1560,50	1540,89	1635,92	1543,77	1380,32	1514,84	1939,29	1449,50	1617,47
	2543,37	2118,12	2683,33	2294,93	2235,85	2098,27	2226,47	2240,72	2301,89	2209,74	2012,43	2146,95	2571,40	2081,61	2283,44
	3209,34	2750,23	3315,44	2927,04	2867,96	2764,24	2892,44	2940,55	2967,86	2875,71	2644,54	2779,06	3203,51	2713,72	2949,41
2.1	342,85	317,62	323,69	548,09	474,33	374,52	456,35	456,55	521,42	521,79	471,62	610,44	468,25	527,24	549,75
	469,62	438,55	444,62	669,02	595,26	501,29	583,12	590,71	648,19	648,56	592,55	731,37	589,18	648,17	676,52
	596,39	559,48	565,55	789,95	716,19	628,06	709,89	724,87	774,96	775,33	713,48	852,30	710,11	769,10	803,29
2.2	505,55	488,06	595,77	606,79	598,10	421,49	649,83	666,77	616,47	599,55	579,91	555,25	755,64	614,58	613,94
	616,34	593,74	701,45	712,47	703,78	532,28	760,62	784,02	727,26	710,34	685,59	660,93	861,32	720,26	724,66
	727,13	699,42	807,13	818,15	809,46	643,07	871,41	901,26	838,05	821,13	791,27	766,61	967,00	825,94	835,51
2.3	1148,75	1015,25	1018,64	1256,17	1101,67	723,54	1341,61	1090,71	1206,65	1109,77	1053,36	1072,90	1356,55	1218,21	1303,40
	1308,74	1167,87	1171,26	1408,79	1254,29	883,53	1501,60	1260,02	1366,64	1269,76	1205,98	1225,52	1509,17	1370,83	1463,39
	1468,73	1320,49	1323,88	1561,41	1406,91	1043,52	1661,59	1429,33	1526,63	1429,75	1358,60	1378,14	1661,79	1523,45	1623,38

Tabela 13 - continuação

CASOS	TRATAMENTOS															
	022	111	113	131	133	202	220	222	224	242	311	313	331	333	422	
2.4	927,94	900,92	874,73	1143,19	1180,10	769,00	1171,26	1154,72	1130,12	1134,74	1137,17	1065,12	1197,54	1182,59	1166,63	
	1088,76	1054,33	1028,14	1302,60	1333,51	929,82	1332,08	1324,93	1290,94	1295,56	1290,58	1218,53	1350,95	1336,00	1327,50	
	1249,57	1207,73	1181,55	1456,01	1486,92	1090,63	1492,89	1495,17	1451,75	1456,37	1443,99	1371,94	1504,36	1483,41	1489,31	
2.5	1773,59	1671,62	1588,22	1869,67	1800,96	1485,74	1900,72	1817,24	1722,48	1823,43	1791,60	1682,06	2016,55	1821,70	1914,31	
	1954,38	1844,09	1860,69	2042,14	1973,43	1666,53	2081,52	2008,57	1903,27	2004,22	1964,07	1854,53	2189,02	1994,17	2095,10	
	2135,17	2016,56	2033,16	2214,61	2145,90	1847,32	2262,31	2199,90	2084,06	2185,01	2136,54	2026,99	2361,49	2166,64	2275,89	
2.6	1366,04	1233,04	1192,52	1353,28	1452,60	895,11	1365,75	1372,58	1385,53	1364,44	1259,35	1179,80	1468,59	1528,88	1468,62	
	1525,56	1385,21	1344,69	1505,45	1604,77	1054,63	1525,27	1541,40	1545,05	1523,96	1411,52	1311,97	1620,76	1681,05	1628,14	
	1685,08	1537,38	1496,86	1657,62	1756,94	1214,15	1684,79	1710,22	1704,57	1683,48	1563,69	1484,14	1772,93	1833,22	1787,66	
2.7	1082,01	913,79	1005,15	1096,28	1237,41	736,42	1154,85	1089,52	1318,34	1177,23	1086,90	1109,27	1295,46	1367,58	1385,29	
	1244,22	1068,53	1159,89	1251,02	1392,15	898,63	1317,06	1261,19	1480,55	1339,44	1241,64	1264,01	1450,20	1522,32	1547,50	
	1406,43	1223,27	1314,63	1405,76	1546,89	1060,84	1479,27	1432,86	1642,76	1501,65	1396,38	1418,75	1604,94	1677,06	1709,71	
2.8	1806,22	1580,59	1666,63	1603,95	1720,94	1305,39	1673,86	1574,80	1807,98	1622,02	1552,02	1569,15	1814,36	1862,43	1919,14	
	1983,13	1749,35	1835,40	1772,71	1889,70	1482,30	1850,77	1762,03	1984,89	1798,93	1720,78	1737,91	1983,12	2031,19	2096,05	
	2160,04	1918,11	2004,16	1941,47	2058,46	1659,21	2027,68	1949,25	2161,80	1975,84	1889,54	1906,67	2151,88	2199,95	2272,96	
2.9	1808,18	1602,49	1642,75	1641,55	1834,68	1228,00	1794,01	1603,31	1854,55	1672,31	1589,83	1457,24	1842,23	1862,50	1823,35	
	1985,94	1772,06	1812,32	1811,12	2004,25	1405,76	1971,77	1791,43	2032,31	1850,07	1759,40	1626,81	2011,80	2032,07	2002,11	
	2163,70	1941,63	1981,89	1980,69	2173,82	1583,52	2149,53	1979,55	2210,07	2027,83	1928,97	1796,38	2181,37	2201,64	2178,87	

Tabela 13 - continuação

CASOS	T R A T A M E N T O S														
	022	111	113	131	133	302	220	222	224	242	311	313	331	333	422
3.1	1056,29	903,22	1072,34	1236,17	1154,68	729,32	1331,83	1080,18	1286,36	1225,57	1062,94	1098,96	1476,85	1262,25	1335,58
	1328,50	1150,42	1319,54	1483,37	1401,88	999,53	1592,04	1353,40	1546,57	1485,78	1310,14	1346,16	1724,05	1509,45	1595,79
	1558,71	1397,62	1566,74	1730,57	1649,08	1249,74	1852,25	1626,62	1806,78	1745,99	1557,34	1593,36	1971,25	1756,65	1856,00
3.2	722,83	913,97	650,96	870,56	730,64	630,04	1068,92	765,43	1014,13	804,93	787,07	871,99	892,08	1090,30	955,38
	904,07	1086,14	833,13	1042,73	903,01	811,29	1250,16	935,73	1195,37	986,17	959,24	1044,16	1064,25	1262,47	1136,62
	1085,31	1258,31	1005,30	1214,90	1075,18	992,52	1431,40	1156,03	1376,61	1167,41	1131,41	1216,33	1236,42	1434,64	1317,86
3.3	1078,00	917,57	856,88	976,48	1158,63	578,58	1053,94	1023,97	1102,08	959,08	1018,91	884,90	1097,66	1206,49	1227,20
	1219,34	1051,84	991,15	1110,75	1292,90	719,92	1195,28	1172,38	1243,42	1100,42	1153,18	1019,17	1231,93	1340,76	1368,54
	1360,68	1186,11	1125,42	1245,02	1427,17	861,26	1336,62	1320,79	1384,76	1241,76	1287,45	1153,44	1366,20	1475,03	1505,86
3.4	1218,80	1004,72	1151,09	1164,91	1292,51	887,48	1075,57	1119,86	1195,73	1253,15	1031,00	1023,55	1255,24	1229,03	1181,60
	1418,89	1194,81	1341,18	1355,00	1482,60	1087,57	1275,66	1329,95	1395,82	1453,24	1221,09	1213,64	1445,33	1419,12	1381,69
	1618,98	1384,90	1531,27	1545,09	1672,69	1287,66	1475,75	1540,04	1595,91	1653,33	1411,18	1403,73	1635,42	1609,21	1581,78
3.5	1551,17	1343,14	1439,54	1613,16	1677,86	1245,94	1523,89	1675,40	1486,58	1543,11	1626,26	1524,24	1745,11	1551,39	1707,82
	1894,03	1668,86	1825,26	1938,88	2003,58	1588,80	1866,75	2035,40	1829,44	1885,97	1951,98	1849,96	2070,83	1877,11	2080,68
	2236,89	1994,53	2150,98	2264,60	2329,30	1931,66	2209,61	2395,40	2172,30	2228,83	2277,70	2175,68	2396,55	2202,83	2393,54

Tabela 14 - Soluções e discussões dos sistemas de equações obtidos das derivadas parciais de primeira ordem da função de receita líquida, para o modelo de regressão polinomial quadrática com interação.

CASOS	x_1^*	x_2^*	x_3^*	NATUREZA DO PONTO
1.1	-0,35748	0,85814	-1,63221	Sela
1.2	1,23667	0,40427	0,92718	Sela
1.3	-0,64748	-0,46751	0,89531	Sela
1.4	-0,02181	-0,81978	1,83535	Sela
1.5	3,24483	0,83626	0,69640	Sela
1.6	-1,15842	0,59767	1,24152	Sela
1.7	-0,92389	1,85155	-0,86585	Sela
1.8	-0,29759	1,34694	0,61366	Sela
1.9	-0,52303	1,45542	-0,22044	Sela
1.10	-0,67991	-2,70327	0,60112	Sela
1.11	13,89855	4,98897	-6,12930	Sela
1.12	-6,66126	-8,76519	4,80090	Sela
1.13	1,08481	1,07103	-0,57901	Sela
1.14	-0,21918	0,97770	0,65231	Sela
1.15	-1,89419	0,12496	0,49681	Mínimo
1.16	1,66820	-0,34199	-1,25425	Sela
1.17	-0,61826	-0,26321	0,01883	Sela
1.18	-0,52162	0,47774	-0,46142	Sela
1.19	0,08928	-0,01914	0,44712	Sela
1.20	7,80212	-9,12636	9,47365	Sela
1.21	-0,60626	0,27376	-0,40207	Sela
1.22	0,95479	-0,24852	-0,81884	Sela
1.23	-0,27400	-0,35685	-0,74440	Sela
1.24	-0,59590	-0,35265	-1,72875	Sela
1.25	-2,36112	2,14163	-2,13521	Sela
1.26	-1,45061	1,09929	1,71906	Sela
1.27	-0,63212	1,27148	-0,23663	Sela
1.28	-0,67933	0,62679	-0,17931	Sela
1.29	0,77376	-0,68452	0,68798	Sela
1.30	-0,19449	0,68540	-0,48767	Sela

Tabela 14 - continuação

CASOS	x_1^*	x_2^*	x_3^*	NATUREZA DO PONTO
1.31	-1,18490	0,33937	-0,18981	Sela
1.32	1,61034	-2,14447	1,65924	Sela
1.33	-0,74366	2,14725	0,53403	Sela
1.34	-0,38956	-1,99950	-2,73814	Sela
1.35	0,22608	-0,50840	-0,26818	Sela
1.36	2,58211	0,23356	-0,89293	Sela
1.37	0,53686	0,42283	0,11672	Sela
1.38	0,18054	0,10748	-0,01817	Máximo
1.39	0,04645	0,26573	0,15258	Sela
1.40	1,44557	-0,26510	-0,71625	Máximo
1.41	-3,55858	6,56438	-3,68503	Sela
1.42	0,64894	0,38632	-0,33350	Máximo
1.43	-5,28676	0,65885	-6,33602	Sela
1.44	0,89358	-0,66467	1,35870	Sela
1.45	-1,66177	0,94338	-1,10208	Sela
2.1	-0,96441	0,13969	-1,04622	Sela
2.2	-1,34608	-0,69861	2,81633	Sela
2.3	-0,80436	0,61143	0,70323	Sela
2.4	-0,42807	1,31426	1,97374	Sela
2.5	-2,03186	0,63732	0,72018	Sela
2.6	-3,36945	-1,75019	-7,51573	Sela
2.7	-1,54330	1,19668	-1,19590	Sela
2.8	-0,56462	0,66568	-0,62016	Sela
2.9	-0,64384	0,63759	-0,63842	Sela
3.1	-1,45304	1,22930	0,37177	Sela
3.2	8,80531	6,24013	-6,79214	Sela
3.3	-1,03473	0,03433	-1,40468	Sela
3.4	0,51402	3,10137	1,51142	Sela
3.5	-2,04915	0,84675	1,10568	Sela

Tabela 15 - Soluções e discussões dos sistemas de equações obtidos das derivadas parciais de primeira ordem da função de receita líquida, para o modelo de regressão polinomial quadrático sem interação.

CASOS	x_1^*	x_2^*	x_3^*	NATUREZA DO PONTO
1.1	0,68418	0,39768	-6,28062	Sela
1.2	1,58057	1,67750	0,00787	Sela
1.3	-0,73410	3,21090	0,31525	Sela
1.4	-7,61156	-2,40153	0,12304	Sela
1.5	2,39817	0,54345	1,09100	Sela
1.6	-0,37829	2,32372	-10,41643	Máximo
1.7	-0,57157	4,97926	-0,20603	Sela
1.8	-0,23981	6,86150	0,06019	Sela
1.9	-0,10674	1,57432	-0,12633	Sela
1.10	-1,11992	11,53640	0,07575	Sela
1.11	-2,50938	0,36696	0,68937	Sela
1.12	-1,75177	1,46877	0,51076	Sela
1.13	1,89689	0,84621	0,25274	Sela
1.14	-0,72966	1,66240	0,75150	Mínimo
1.15	-1,41318	-0,10834	-0,06790	Mínimo
1.16	-7,17053	0,24750	-0,05664	Sela
1.17	-1,51864	6,03269	-0,60866	Sela
1.18	-0,26364	1,04303	-0,30540	Sela
1.19	-0,24252	-3,61386	0,42572	Mínimo
1.20	0,87470	0,94039	-0,13105	Sela
1.21	-0,13655	0,65470	0,16014	Sela
1.22	0,08335	0,99051	-0,21583	Máximo
1.23	0,28769	0,36609	-0,28594	Máximo
1.24	-0,27129	0,60455	-5,71983	Sela
1.25	19,40109	1,10427	-1,49401	Máximo
1.26	-0,17340	0,40674	1,22396	Sela
1.27	-0,48162	1,75750	0,36936	Sela
1.28	-3,10142	0,19504	-4,22044	Sela
1.29	-0,32423	-4,26112	2,03183	Mínimo
1.30	0,60824	0,89576	-5,55320	Sela

Tabela 15 - continuação

CASOS	x_1^*	x_2^*	x_3^*	NATUREZA DO PONTO
1.31	-0,78664	0,00613	-0,62362	Sela
1.32	-0,38469	7,10581	0,23512	Sela
1.33	0,19396	2,61308	0,25642	Sela
1.34	0,09693	-1,98744	-1,82514	Sela
1.35	0,24119	-0,51147	-0,69900	Mínimo
1.36	-7,83039	1,68890	13,31775	Máximo
1.37	2,94031	-1,96858	0,17049	Sela
1.38	0,15426	0,07514	-0,03936	Máximo
1.39	0,81984	0,52103	0,37538	Máximo
1.40	0,72198	0,39359	-0,00419	Máximo
1.41	-8,06755	1,26425	-4,15331	Sela
1.42	0,43163	0,32492	-0,19659	Máximo
1.43	-0,25405	0,62575	-0,27111	Sela
1.44	0,00680	0,71235	0,67551	Sela
1.45	0,75636	0,63785	1,59896	Sela
2.1	5,82480	4,63678	1,29669	Sela
2.2	0,47135	0,54451	-0,42080	Máximo
2.3	-0,60825	1,05074	0,38867	Sela
2.4	1,01594	0,85938	-1,54173	Máximo
2.5	-4,31096	0,97241	-5,52174	Sela
2.6	-1,42856	0,92909	1,55369	Sela
2.7	-1,12115	1,54745	-0,59264	Sela
2.8	-0,20105	1,30036	-0,42919	Sela
2.9	-0,03429	1,35600	-0,14282	Sela
3.1	-1,22297	2,13991	0,10618	Sela
3.2	-1,78950	1,52640	0,10331	Sela
3.3	-0,60830	0,72394	-0,50834	Sela
3.4	0,27370	3,06309	-10,34747	Sela
3.5	1,23193	0,49714	-0,10061	Máximo

Tabela 16 - Cortes da superfície - Raízes das derivadas de primeira ordem das funções de receita líquida.

CASOS	1º corte ($x_1, 0, 0$)		2º corte ($0, x_2, 0$)		3º corte ($0, 0, x_3$)	
	x_1^*	Ponto	x_2^*	Ponto	x_3^*	Ponto
1.1	0,68418	Max	0,39768	Max	-6,28062	Min
1.2	1,58057	Max	1,67750	Max	0,00787	Min
1.3	0,73410	Min	3,21090	Max	0,31525	Min
1.4	-7,61156	Min	-2,40153	Min	0,12304	Max
1.5	2,39817	Max	0,54345	Max	1,09100	Min
1.6	-0,37829	Max	2,32372	Max	-10,41643	Max
1.7	-0,57157	Min	4,97926	Max	-0,20603	Min
1.8	-0,23981	Min	6,86150	Max	0,06019	Min
1.9	-0,10674	Min	1,57432	Max	-0,12633	Min
1.10	-1,11992	Min	11,53639	Max	0,07575	Min
1.11	-2,50938	Min	0,36696	Max	0,68937	Min
1.12	-1,75177	Min	1,46877	Max	0,51076	Min
1.13	1,89689	Max	0,84621	Max	0,25274	Min
1.14	-0,72966	Min	1,66240	Min	0,75150	Min
1.15	-1,41318	Min	-0,10834	Min	-0,06790	Min
1.16	-7,17053	Min	0,24750	Max	-0,05664	Min
1.17	-1,51864	Min	6,03269	Max	-0,60866	Min
1.18	-0,26364	Min	1,04303	Max	-0,30540	Min
1.19	-0,24252	Min	3,61386	Min	0,42573	Min
1.20	0,87470	Min	0,94039	Min	-0,13105	Min
1.21	-0,13655	Min	0,65470	Max	0,16014	Min
1.22	0,08335	Max	0,99051	Max	-0,21583	Max
1.23	0,28769	Max	0,36609	Max	-0,28594	Max
1.24	-0,27129	Min	0,60455	Max	-5,71983	Min
1.25	19,40110	Max	1,10427	Max	-1,49401	Max
1.26	-0,17340	Min	0,40674	Max	1,22396	Max
1.27	-0,48162	Min	1,75750	Max	0,36936	Min
1.28	-3,10142	Min	0,19504	Max	-4,22044	Min
1.29	-0,32423	Min	4,26111	Min	2,03183	Min
1.30	0,60824	Min	0,91995	Max	-5,55320	Max

Tabela 16 - continuação

CASOS	1º corte ($x_1, 0, 0$)		2º corte ($0, x_2, 0$)		3º corte ($0, 0, x_3$)	
	x_1^*	Ponto	x_2^*	Ponto	x_3^*	Ponto
1.31	-0,78664	Max	0,00613	Max	-0,62362	Min
1.32	-0,38469	Min	7,10581	Max	0,23512	Max
1.33	0,19396	Min	2,61308	Max	0,25642	Max
1.34	0,09693	Max	-1,98744	Min	-1,82514	Min
1.35	0,24119	Min	-0,51147	Min	-0,69900	Min
1.36	-7,83040	Max	1,68890	Max	13,31775	Max
1.37	2,94031	Max	-1,96858	Min	0,17049	Max
1.38	0,15426	Max	0,07514	Max	-0,03936	Max
1.39	0,81984	Max	0,52103	Max	0,37538	Max
1.40	0,72198	Max	0,39359	Max	-0,00419	Max
1.41	-8,06755	Min	1,26425	Max	-4,15330	Max
1.42	0,43163	Max	0,32492	Max	-0,19659	Max
1.43	-0,25405	Min	0,62575	Max	-0,27111	Min
1.44	0,00680	Min	0,71235	Max	0,67551	Min
1.45	0,75636	Min	0,63785	Max	1,59897	Min
2.1	5,82482	Max	4,63678	Max	1,29669	Min
2.2	0,47135	Max	0,54451	Max	-0,42080	Max
2.3	-0,60825	Min	1,05074	Max	0,38867	Min
2.4	1,01594	Max	0,85938	Max	-1,54173	Max
2.5	-4,31096	Min	0,97241	Max	-5,52174	Max
2.6	-1,42856	Min	0,92909	Max	1,55369	Max
2.7	-1,12115	Min	1,54745	Max	-0,59264	Min
2.8	-0,20105	Min	1,30036	Max	-0,42919	Min
2.9	-0,03429	Min	1,35601	Max	-0,14282	Min
3.1	-1,22297	Min	2,13991	Max	0,10618	Min
3.2	-1,78950	Min	1,52640	Max	0,10331	Min
3.3	-0,60830	Min	0,72394	Max	-0,50834	Min
3.4	0,27370	Min	3,06309	Max	-10,34747	Min
3.5	1,23193	Max	0,49714	Max	-0,10061	Max

Max = Máximo

Min = Mínimo