

ESTIMATIVAS DO PARÂMETRO c DA EQUAÇÃO DE MITSCHERLICH PARA
AS CULTURAS DE MILHO, FEIJÃO E ALGODÃO EM PERNAMBUCO E ALA
GOAS.

POR

NEILE GOMES LIMA VERDE

Dissertação apresentada ao Departamen
to de Fitotecnia do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como parte dos requisitos para
a obtenção do Grau de "Mestre em Fito
tecnia".

FORTALEZA/CEARÁ

DEZEMBRO/1976

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta dissertação faz parte dos requisitos exigidos pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, para a obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia.

Reprodução parcial permitida exclusivamente com referência da fonte e autor.

NEILE GOMES LIMA VERDE

APROVADA EM: 02 DE DEZEMBRO DE 1976

Prof. José Jackson Lima de Albuquerque, M.S.
Orientador

Prof. José Ferreira Alves, M.S.

Prof. Lindbergue Araujo Crisostomo, Ph.D.

Prof. Clairton Martins do Carmo, M.S.

DEDICO

A meus pais Geneceuda e Byron por seus permanentes estímulos e sacrifícios.

A meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

À Superintendência do Desenvolvimento do Estado do Ceará - SUDEC, pela oportunidade que nos deram à participação do Curso de Pós-Graduação e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE, pela colaboração e incentivo à conclusão do curso.

Ao Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da U.F.C. e à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia na pessoa do professor Clairton Martins do Carmo, pelas facilidades posta à execução da pesquisa.

Ao Professor José Jackson Lima de Albuquerque, pela amizade, eficiente orientação e desmedido apoio à realização do presente trabalho e aos professores José Ferreira Alves e Lindbergue Araujo Crisóstomo, pelas sugestões e correções apresentadas.

Ao Departamento Regional do Nordeste da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), pela concessão dos dados.

Ao Serviço de Processamento de Dados da U. F. C. na pessoa do professor Antonio Clécio Fontelle Thomaz, pela ajuda nas operações de computação.

Ao professor Antonio Renato Lima de Aragão e aos Eng^{os} Agrônomos Francisco José da Silva, Francisco Ferrer Bezerra e José Ismar Girão Parente, aos professores e colegas do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela amizade e incentivo e a todos aqueles, que, de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

CONTEÚDO

	<u>PÁGINA</u>
ÍNDICE DE QUADROS.....	vi
ÍNDICE DE TABELAS.....	xi
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DA LITERATURA	3
MATERIAL E MÉTODOS	15
- Material	15
- Métodos	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
- Análise da variância	20
- Alagoas - Algodão Herbáceo	20
- Alagoas - Feijão Mulatinho	21
- Alagoas - Milho	21
- Pernambuco - Algodão Herbáceo	22
- Pernambuco - Feijão Mulatinho	22
- Pernambuco - Milho	23
- Estimativas do Parâmetro c	24
- Alagoas - Algodão Herbáceo	24
- Alagoas - Feijão Mulatinho	25
- Alagoas - Milho	26
- Pernambuco - Algodão Herbáceo	27
- Pernambuco - Feijão Mulatinho	28
- Pernambuco - Milho	29
CONCLUSÕES	31
RESUMO	34
BIBLIOGRAFIA	36

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO	PÁGINA
I - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 61 Ensaios de Adubação de Algodão <u>Herbáceo</u> com N, P, e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, no Período de 1972 a 1974	40
II - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 38 Ensaios de Adubação de Feijão <u>Mulatinho</u> com N, P e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, no Período de 1972 a 1974	42
III - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 48 Ensaios de Adubação de Milho com N, P e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, no Período de 1972 a 1974	44
IV - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 37 Ensaios de Adubação de Algodão <u>Herbáceo</u> com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, no Período de 1972 a 1974	46
V - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 60 Ensaios de Adubação de Feijão <u>Mulatinho</u> com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, no Período de 1972 a 1974	48
VI - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 58 Ensaios de Adubação de Milho com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, no Período de 1972 a 1974	50

VII - Análise de Variância para os Ensaios de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974	52
VIII - Análise de Variância para os Ensaios de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974	52
IX - Análise de Variância para os Ensaios de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974	53
X - Análise de Variância para os Ensaios de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Baixo Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974	53
XI - Análise de Variância para os Ensaios de Adubação em Feijão Mulatinho com N, P e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974	54
XII - Análise de Variância para os Ensaios de Adubação em Feijão Mulatinho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974	54

XIII - Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Feijã <u>o</u> Mulatinho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potá <u>s</u> sio, na Região Sertaneja de Alagoas, Refe <u>r</u> ente aos Anos de 1972 a 1974	55
XIV - Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Milho com N, P e K, Instala <u>d</u> os na Região Sertaneja de Alagoas, Refe <u>r</u> ente aos Anos de 1972 a 1974	55
XV - Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Milho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potá <u>s</u> sio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974	56
XVI - Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Milho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potá <u>s</u> sio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos anos de 1972 a 1974	56
XVII - Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Milho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Baixo Teor de Potá <u>s</u> sio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974	57
XVIII - Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Algodã <u>o</u> Herbáceo com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambu <u>c</u> o, Referente aos Anos de 1972 a 1974 ...	57

XIX	- Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.....	58
XX	- Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974...	58
XXI	- Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Feijão Mulatino com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974	59
XXII	- Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Feijão Mulatino com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.....	59
XXIII	- Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Feijão Mulatino com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974	60
XXIV	- Análise de Variância para os Ensaio <u>s</u> de Adubaçã <u>o</u> em Milho com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974	60

- XXV - Análise de Variância para os Ensaios de Adubação em Milho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974 61
- XXVI - Análise de Variância para os Ensaios de Adubação em Milho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974..... 61

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA

PÁGINA

- I - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 61 Ensaio de Algodão Herbáceo, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974 62
- II - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 20 Ensaio de Algodão Herbáceo, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974... 62
- III - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 17 Ensaio de Algodão Herbáceo, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974. 63
- IV - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores

- Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 22 Ensaios de Algodão Herbáceo, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Baixo Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos anos de 1972 a 1974. 63
- V - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 38 Ensaios de Feijão Mulatino, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974 64
- VI - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 20 Ensaios de Feijão Mulatino, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974. 64
- VII - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 10 Ensaios de Feijão Mulatino, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos anos de 1972 a 1974. 65
- VIII - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu

Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do c da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 48 Ensaio de Milho, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.....

65

IX - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro c e seu Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do c da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 16 Ensaio de Milho, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.....

66

X - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro c e seu Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do c da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 22 Ensaio de Milho, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.....

66

XI - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro c e seu Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do c da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 10 Ensaio de Milho, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Baixo Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.....

67

XII - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro c e seu

- Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 37 Ensaios de Algodão Herbáceo, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974 67
- XIII - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 11 Ensaios de Algodão Herbáceo, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974 68
- XIV - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 20 Ensaios de Algodão Herbáceo, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco nos Anos de 1972 a 1974. 68
- XV - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 60 Ensaios de Feijão Mulatinho, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974..... 69
- XVI - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu

	Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do c da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 20 Ensaio de Feijão Mulatinho, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974	69
XVII -	Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro c e seu Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do c da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 30 Ensaio de Feijão Mulatinho, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974	70
XVIII -	Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro c e seu Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do c da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 58 Ensaio de Milho, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974	70
XIX -	Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro c e seu Desvio Padrão, Valores de t (Comparação do c da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 20 Ensaio de Milho, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974	71

XX - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 29 Ensaaios de Milho, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974

71

INTRODUÇÃO

Para avaliar a resposta da adubação, conseguida através da melhoria da produtividade das lavouras e produtos de qualidade superior, faz-se necessário determinar os níveis dos fatores que condicionam uma máxima receita líquida. O que se busca mais comumente é o fornecimento de dados para recomendações de adubação, novas conquistas técnico-científicas relativas a tipos de adubo e técnicas de adubação, conhecimento dos fenômenos biológicos envolvidos na adubação e práticas agrícolas mais racionais.

O uso de superfícies polinomiais de resposta, torna-se cada vez mais importante na interpretação de fenômenos naturais especialmente, no estudo de resultados de ensaios de adubação.

Dentre as curvas de resposta à adubação uma das mais usadas é a equação dos rendimentos decrescentes ou a equação de Mitscherlich, definida por $y = A [1 - 10^{-c(x+b)}]$, a qual permite obter razoavelmente boa resposta da lavoura às doses progressivas de um nutriente.

Nesta equação, um dos parâmetros, o coeficiente de eficácia c , geralmente expresso em ha/kg, quando for de bastante confiança, proporcionará à referida equação a vantagem adicional de obter, através de cálculos simples, a dose econômica de nutriente e sua variância (VIEIRA, ARRUDA e HOFFMAN, 1971).

Quando o plantio é realizado no mesmo local pelo menos em dois anos sucessivos, obtem-se estimativas diferentes do coeficiente de eficácia, uma vez que parte do fertilizante aplicado no primeiro ano, ainda estará à disposição da planta. A comparação dessas estimativas permite apreciar o efeito residual do fertilizante h , cujo conhecimento implicará numa avaliação mais satisfatória da dose econômica do adubo.

Em virtude do parâmetro c possuir alta variabilidade, uma vez que é afetado pelas características físico-químicas dos solos, cultura e clima, foi realizado o presente trabalho, que teve por finalidade estimar o coeficiente de eficácia (c) de nitrogênio e fósforo, para as culturas de milho, feijão e algodão, nas regiões Agreste de Pernambuco e Sertaneja de Alagoas.

REVISÃO DA LITERATURA

Os estudos sobre a equação de Mitscherlich datam da década de trinta quando MITSCHERLICH (1930), representando por x a quantidade de um certo fertilizante posto à disposição da planta e por y a produção, e admitindo que o aumento de produção dy fosse proporcional ao aumento dx da quantidade de adubo, e ainda à diferença entre a produção máxima possível A e a produção obtida y chegou a seguinte equação diferencial:

$$dy = k (A - y) dx, \quad (1)$$

onde k é o fator de proporcionalidade ou coeficiente de eficiência.

Integrando essa equação, obteve:

$$-L (A - y) = kx + K \quad (2)$$

em que K é a constante de integração e L , o logaritmo natural ou neperiano.

Para calcular K admitiu que se $x = 0$ e $y = 0$, $K = -LA$ que substituindo em (2) daria:

$$-L (A - y) = kx - LA.:$$

$$L \left(\frac{A}{A-y} \right) = kx$$

Sendo $LN = \frac{\log N}{\log e}$, que dá

$$LA = \frac{\log A}{\log e}, \quad L (A - y) = \frac{\log (A - y)}{\log e}$$

E de (2) vem então:

$\frac{\log (A - y)}{\log e} = \frac{\log A}{\log e} - kx$, e que multiplicando tudo por $\log e$ vem:

$$\log (A - y) = \log A - k (\log e)x \quad (3)$$

considerou ainda que se $k \cdot \log e = c$, ter-se-ia em (3)

$$\log (A - y) = \log A - cx \quad (4)$$

No entanto, quando admitiu-se x como sendo a quantidade total de fertilizante posto à disposição da planta, observou-se que essa quantidade era igual ao teor b existente no solo mais aquela aplicada. Então de (4) obteve-se:

$$\log (A - y) = \log A - c (x+b)$$

ou

$$y = A \left[1 - 10^{-c (x+b)} \right] \quad (5)$$

ou ainda

$$y = \alpha + \beta \rho^x, \text{ onde } \alpha = A$$

$$\beta = -A10^{-bc} \quad \text{e} \quad \rho = 10^{-c} \quad (\text{STEVENS, 1951}).$$

Portanto essa é a expressão algébrica da lei de Mitscherlich ou da ação dos fatores de produção em que A representa a produção máxima possível, y é a produção obtida com uma dose x de adubo, b é a quantidade de fertilizante previamente no solo e c é o fator de proporcionalidade.

PIMENTEL GOMES e MALAVOLTA (1949), utilizando o método dos quadrados mínimos e/ou o método dos momentos, calcularam os parâmetros A , b e c da primeira aproximação de Mitscherlich.

Pelo método dos quadrados mínimos, admitiram que se:

$$z = \sum_{i=1}^n \{ y_i - A [1 - 10^{-c} (x+b)] \}^2$$

o método exige que:

$$\frac{\partial z}{\partial A} = \frac{\partial z}{\partial c} = \frac{\partial z}{\partial b} = 0$$

Após essas considerações chegaram ao seguinte sistema de equações:

$$\begin{vmatrix} \sum y_i & n & \sum 10^{-cx_i} \\ \sum x_i y_i 10^{-cx_i} & \sum x_i 10^{-cx_i} & \sum 10^{-2cx_i} \\ \sum y_i 10^{-cx_i} & \sum 10^{-cx_i} & \sum 10^{-2cx_i} \end{vmatrix} = 0 \quad (6)$$

sistema esse que só encerra c como incógnita. Referidos autores usando os momentos de ordem 0, 1 e 2 conseguidos com os dados observados chegaram à seguinte equação:

$$\begin{vmatrix} \sum y_i & n & \sum 10^{-cx_i} \\ \sum x_i y_i & \sum x_i & \sum x_i \cdot 10^{-cx_i} \\ \sum x_i^2 y_i & \sum x_i^2 & \sum x_i^2 10^{-cx_i} \end{vmatrix} = 0 \quad (7)$$

Esta equação é mais simples do que (6), pois todos os elementos das duas primeiras colunas são independentes de c e facilmente calculados com os dados experimentais.

NOGUEIRA (1950 a e b) partindo da equação (6) to

mou $x_i = q \cdot m_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$), onde m_i é inteiro, e $Z = 10^{-cq}$, sendo q constante, obteve a equação algébrica em Z , salientando a existência de uma raiz $Z = 1$ para esta equação. Posteriormente demonstrou que esta raiz $z = 1$ é tripla.

PIMENTEL GOMES (1951 a e b) baseado em experiências de adubação onde é frequente a existência de regressão não linear, procurou verificar a aplicabilidade da lei de Mitscherlich na análise da variância. Considerou a soma dos quadrados dos desvios atribuídos aos tratamentos como sendo:

$$\sum_{j=1}^m (\bar{y}_j - \bar{y})^2 = \sum_{j=1}^m (\bar{y}_j - \hat{y}_j + \hat{y}_j - \bar{y})^2, \quad (8)$$

onde: m = níveis de fertilizantes; \bar{y} = média geral; \bar{y}_j = média de cada tratamento; \hat{y}_j = valor esperado de acordo com a equação de regressão. Demonstrou que a lei de Mitscherlich aplicada por meio do método dos quadrados mínimos ficaria reduzida a:

$$\sum_{j=1}^m (\bar{y}_j - \bar{y})^2 = \sum_{j=1}^m (\bar{y}_j - \hat{y}_j)^2 + \sum_{j=1}^m (\hat{y}_j - \bar{y})^2 \quad (9)$$

onde a soma dos quadrados dos desvios das médias parciais dos tratamentos é repartida em duas parcelas: uma correspondente aos desvios das médias esperadas em relação a média geral, dando uma nova estimativa da variância e que não deve diferir estatisticamente da estimativa obtida do resíduo, enquanto a outra diz respeito aos desvios entre os valores observados e os valores esperados. Estes desvios fornecem uma estimativa da variância atribuída aos tratamentos devido à regressão pela lei de Mitscherlich, com $m-3$ grau de liberdade e que deve ser estatisticamente diferente da

variância residual, o que assegura efeito significativo das diversas doses de fertilizante.

PIMENTEL GOMES e MALAVOLTA (1951), em experiências com trigo, realizadas em Ponta Grossa, Paraná, de 1940 a 1948, nas quais foram feitas adubações anuais com Salitre do Chile, Superfosfato e Sulfato de Potássio, bem como, aplicação de cal extinta nas doses de 0, 2, 4, 6, 8 t/ha, procuraram provar se era justificável a hipótese de que os valores obtidos para a variância em cada nível de uma experiência de adubação com diferentes doses de um mesmo adubo poderiam ser tomados como estimativas de uma mesma variância, comum a todo o ensaio. As análises estatísticas efetuadas evidenciaram que a lei de Mitscherlich se mostrava aplicável com precisão em todos os anos considerados no estudo, ocorrendo no entanto, grande variação dos parâmetros \underline{A} , \underline{b} e \underline{c} . Observaram, ainda, que o parâmetro \underline{c} decrescia extraordinariamente de um ano para outro.

PIMENTEL GOMES e NOGUEIRA (1951) publicaram uma série de seis tabelas de funções que permitem uma interpolação rápida e precisa da Equação de Mitscherlich, usando-se 5 níveis de fertilizante igualmente espaçados. Para tanto, consideraram a equação

$$R(z) = U_1 J_1(z) + U_2 J_2(z) + U_3 J_3(z) + U_4 J_4(z) + U_5 J_5(z) = 0$$

onde U_1 , U_2 , U_3 , U_4 e U_5 são as produções médias, de \underline{r} repetições correspondente a cada nível e $J_1(z)$, $J_2(z)$, $J_3(z)$, $J_4(z)$ e $J_5(z)$ são polinômios em z , interessando somente a raiz que está entre zero e um. Calculada a raiz \underline{z} , estimaram os parâmetros \underline{A} , \underline{b} e \underline{c} , onde.

$$\hat{c} = \frac{(1)}{q} \operatorname{colog} z = \frac{1}{q} \log\left(\frac{1}{z}\right)$$

PIMENTEL GOMES (1951), baseado nos resultados de 23 experimentos de adubação de cana-de-açúcar, realizados na

na zona canavieira de Pernambuco e Alagoas, obtidos por E. Strauss, procurou investigar por meio da lei de Mitscherlich, as doses mais convenientes a serem usadas na adubação. Os coeficientes de eficácia obtidos para o nitrogênio, fósforo e potássio pela expressão $c=1/(x_2-x_1)\log(A-y_1)/(A-y_2)$ ha/kg foram de 0,00365; 0,009183 e 0,00983, respectivamente, os quais foram considerados elevados quando comparados com os obtidos por Mitscherlich, cujos valores encontrados corresponderam pela ordem a 0,00122; 0,0060 e 0,0033 ha/kg (MALAVOLTA, 1967). Os resultados obtidos demonstraram a vantagem e a precisão do uso da lei de Mitscherlich em experiências de adubação.

PIMENTEL GOMES (1954) verificou que se um experimento com fertilizantes é conduzido nas mesmas parcelas em dois anos subsequentes, o efeito residual (\hat{h}) do fertilizante pode ser estimado pela comparação das estimativas do coeficiente de eficácia. Demonstrou também, que se o nutriente é aplicado apenas no primeiro ano, o seu efeito residual é obtido por $\hat{h} = \hat{c}'/\hat{c}$, onde \hat{c}' corresponde à estimativa do coeficiente de eficácia relativa ao segundo ano, e por $\hat{h}=\hat{c}'/\hat{c}-1$ no caso de o fertilizante ser usado no segundo ano, nas mesmas proporções do primeiro ano.

PIMENTEL GOMES (1957), partindo de uma série de experimentos fatoriais $3 \times 3 \times 3$ com N, P e K, realizados na faixa canavieira de Pernambuco e Alagoas por E. Strauss com cana-de-açúcar, selecionou e analisou conjuntamente 38 ensaios. A partir dos dados de cana planta, obteve para os coeficientes de eficácia os valores de 0,00487 ha/kg para o nitrogênio, 0,00876 ha/kg para o fósforo e 0,00884 ha/kg para o potássio, de notável concordância com os obtidos por HODNETT (1956), também para cana-de-açúcar, cujos resultados em ha/kg foram 0,00533, 0,00891 e 0,00891 para o nitrogênio, fósforo e potássio respectivamente. Demonstrou ainda, baseado em dois experimentos de adubação de cana-de-açúcar com vinha

ça, realizados em São Paulo e Pernambuco, sob diferentes condições de clima e solo, que esses experimentos, como outros ensaios de adubação, podem ser estudados com proveito com o auxílio da lei de Mitscherlich. O coeficiente de eficácia para o restilo $c = 0,00165$ ha/kg, obtido para a região de Pernambuco, concorda bem com o achado em São Paulo, $c = 0,00132$ ha/kg (PIMENTEL GOMES, 1957-1958).

SANCHEZ DE LA PUENTE (1966), aplicou a Lei de Mitscherlich a doze experimentos de campo, com centeio, milho e batata para o estudo comparativo dos efeitos da uréia e fertilizantes minerais (Sulfato de Amônio e Salitre do Chile), obtendo alta significância estatística para quatro dos experimentos, de onde foram calculados os parâmetros A, b e c. Os valores de c encontrados oscilaram entre 0,0045 a 0,030 ha/kg, sendo que os mais elevados foram registrados em centeio e batata. A uréia apresentou altos valores para c, nos experimentos de centeio e batata enquanto que nos de centeio e milho, os maiores valores foram obtidos com nitrogênio mineral. Em face dos resultados alcançados concluiu que o parâmetro c, variava com o solo, planta cultivada, forma química do nutriente e condições climáticas.

RANGANATHAN et al. (1969) procuraram verificar a partir de uma série de ensaios de campo, considerando os métodos de análise do solo, elementos presentes na solução e os fornecidos pela adubação, o efeito dos diferentes fatores sobre o coeficiente de eficácia para N, P e K, em distintas culturas e tipos de solos. Assim é que, para o teor de nitrogênio do solo e dos adubos, os coeficientes de eficácia foram mais ou menos constantes para os tipos de solos cultivados com algodão, arroz e sorgo e diferentes quando a cultura era a cana-de-açúcar. Tal diferença foi atribuída pelos autores à duração do ciclo da cultura e a morfologia do produto elaborado. Em relação ao fósforo, os coeficientes de eficácia, estudados para o arroz e cana-de-açúcar, mostraram que no caso do arroz eles variavam pouco conforme os tipos de solo, e

e cana-de-açúcar foram mais elevados para os solos aluviais do que para os solos escuros. Quando estudaram a eficácia do fósforo na adubação das culturas de ciclo curto e longo, os valores de c foram largamente influenciados pelo tipo de solo. Assim, a cana-de-açúcar apresentou baixos valores em solo aluvial e elevados em solos escuros, comportamento contrário aos valores de fósforo da análise do solo. No arroz, a eficácia do fósforo resultante da adubação foi mais fraca no solo escuro do que no solo vermelho, mas a diferença não foi sensível. A influência do tipo de solo mostrou a importância do complexo fosfato, como critério para a avaliação da eficácia do fósforo na adubação. Examinando a eficácia do potássio, segundo a análise do solo, observaram que ela era maior em solos vermelhos do que nos escuros, sendo que a eficácia desse elemento nos adubos era exatamente inversa àquela da análise do solo. Diante da tendência observada para os valores de eficácia da adubação ser justamente a inversa daquela da análise do solo, evidenciaram a necessidade de se levar em consideração o equilíbrio entre os elementos fertilizantes do solo.

IGUE, MASCARENHAS e MIYASAKA (1971), baseados em 50 experimentos fatoriais $3 \times 3 \times 3$ com N, P e K, em feijoeiro, agrupados segundo as unidades de solo e produções obtidas, procuraram avaliar as doses mais econômicas de adubos, por meio dos métodos de Mitscherlich e do trinômio do segundo grau. Na comparação dos métodos, concluíram que a escolha do coeficiente de eficácia a ser utilizado no método de Mitscherlich é de grande importância, uma vez que ao empregarem um único coeficiente de eficácia para todos os grupos, os resultados foram muitas vezes discordantes daqueles obtidos pelo método do trinômio do segundo grau. Esta discordância contudo não foi constatada pelos autores quando usaram o coeficiente de eficácia calculado especificamente para cada grupo de experimentos, sendo que o método de Mitscherlich apresentou resultados bem próximos dos obtidos pelo método do trinômio do segundo grau.

SILVA et al. (1971), em função dos valores de K^+ e de $(Ca^{+2} + Mg^{+2})$, estabeleceram três grupos de ensaios em Latosol roxo, caracterizado por alta, média e baixa resposta esperada e um grupo de ensaios, em arenito, enquadrado na faixa de baixa resposta. O objetivo do estudo era avaliar a economicidade do potássio e do nitrogênio, empregando o método de Mitscherlich. Os valores dos coeficientes de eficácia para o potássio ($c = 0,0091$) e para o nitrogênio ($c=0,0205$) foram determinados considerando os resultados dos 15 experimentos em Latosol roxo. Para os solos arenosos, em virtude da resposta à adubação nitrogenada ter sido do tipo quadrática, não foi possível a determinação de um valor para o coeficiente de eficácia.

VIEIRA, ARRUDA e HOFFMAN (1971), baseados em 50 ensaios fatoriais 3^3 com adubação N, P e K em milho, instalados na região de Ribeirão Preto, SP, em terra roxa legítima, estimaram os parâmetros e respectivos desvios-padrões para três modelos de regressão. No caso da Lei de Mitscherlich, as estimativas de c , apresentaram notáveis variabilidades, com exceção do nitrogênio, único nutriente para qual houve boa resposta da cultura e cujo valor $c = 0,0077$ ha/kg, com desvio-padrão $s = 0,0014$ é de boa confiança.

MAFRA (1972), para demonstrar a viabilidade do emprego da equação de Mitscherlich modificada como instrumental nas interpretações das relações solo-planta-fertilizante, utilizou os dados de uma pesquisa sobre o comportamento das diversas formas de K_2O e o nível crítico do nutriente em 2 tipos de solos em Minas Gerais. A partir dos parâmetros calculados, determinou os coeficientes de eficácia para os nutrientes nas formas "solúvel" e "trocável". Mostrou que, uma unidade da forma do nutriente no fertilizante equivaleu a 1,65 da forma "solúvel" e a 33 unidades da forma "trocável" para ambos os solos. A premissa de igual "eficácia" de determinada forma de um nutriente, só é verdadeira para solos

que possuam analogia na condição relacionada com o nutriente em estudo e estejam em condições ecológicas semelhantes.

D'AULÍSIO (1973) determinou a influência dos erros experimentais sobre a dose economicamente aconselhável (X^*) e sobre a estimativa \hat{c} do coeficiente de eficácia; Obteve também, no citado trabalho, estimativas das variâncias do coeficiente de eficácia c da lei de Mitscherlich, através de fórmulas já existentes na literatura e uma deduzida a saber:

$$V(\hat{c}) = \left[\frac{\log e}{qu_1(u_2 - u_1)} \right]^2 \left[\bar{y}_0^2 + \bar{y}_1^2 + \bar{y}_2^2 - \bar{y}_0\bar{y}_1 - \bar{y}_0\bar{y}_2 - \bar{y}_1\bar{y}_2 \right] \frac{2\delta^2}{r}$$

e que tem a vantagem de usar diretamente os resultados obtidos no ensaio. Os resultados mostraram que o uso do valor de c da literatura, a partir de dados numerosos e de boa precisão conduz a resultados mais seguros e deve ser preferido em lugar do valor de \hat{c} do próprio ensaio, que frequentemente merece pouca confiança.

RONCEROS (1973), estudando uma série de 760 ensaios demonstrativos, realizados em regiões de Minas Gerais e Goiás, distribuídos em grupos por Estados, regiões e culturas, tipo de solo ou tipo de vegetação, obteve para \hat{c} e seu desvio padrão os seguintes valores:

	Nitrogênio	Fósforo
Arroz	-	0,008399 ± 0,003461
Milho	0,006995 ± 0,003162	0,010009 ± 0,004472

Nos grupos associados por tipo de solo e/ou vegetação, as estimativas do parâmetro c são muito variáveis e pouco precisas, características essas que podem ser consideradas mais uma consequência de se estimar o coeficiente com

escasso número de ensaios e pelo uso de doses relativamente baixas.

ALBUQUERQUE (1973), partindo de uma série de experimentos fatoriais 3x3x3 conduzidos com N, P e K, em 1972 nos municípios de Russas, Quixadá e Milagres, Estado do Ceará com feijão-de-corda e milho, estimou os parâmetros da equação de Mitscherlich, encontrando para o nitrogênio e fósforo, os seguintes valores do coeficiente de eficácia, em ha/kg:

		Nitrogênio	Fósforo
Russas	Feijão-de-corda	-	0,0073
	Milho	0,0003	-
Quixadá	Feijão-de-corda	-	0,0239
	Milho	0,0127	0,0025
Milagres	Milho	0,0062	-

MARINHO (1974), utilizando dados de experimentos com cana-de-açúcar instalados em Alagoas, no período de 1966 a 1972, agrupou-os de acordo com a topografia em Tabuleiros, Chãs, Encostas ou Ladeiras e Várzeas, com o objetivo de analisar alguns aspectos importantes relacionados ao uso de fertilizantes. Para o estudo dos níveis mais econômicos lançou mão da equação de Mitscherlich e para a determinação dos parâmetros utilizou as médias de produção obtidas com as doses de N, P e K. Verificou que os níveis mais econômicos de nitrogênio e fósforo eram maiores nos solos de Tabuleiro os quais apresentaram maiores possibilidades de resposta e maiores retornos de capital para o nitrogênio, sendo que a reação para o fósforo foi muito alta, com elevada eficiência do fertilizante fosfatado. Os valores médios dos coeficientes de eficácia (c) encontrados eram superiores aos referidos pela literatura. Nessa situação, considerando os níveis mais econômicos, obteve para o coeficiente de eficácia os valores de 0,01127 e 0,01439

ha/kg para o nitrogênio e 0,01029 ha/kg para o fósforo. Para o potássio, as maiores respostas foram obtidas em Ladeiras ou Encostas e a seguir nas Várzeas.

CRUZ (1976), em dois ensaios experimentais instalados em 1976 em solos de baixos teores de nitrogênio e matéria orgânica, nos municípios de Redenção e Maranguape no Estado do Ceará, procurou determinar os efeitos de doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg/ha) e da aplicação fracionada (todo por ocasião do plantio, 1/2 no plantio + 1/2 com 30 dias e 1/3 no plantio + 1/3 com 30 dias + 1/3 com 60 dias) sobre a produção de massa verde e do teor de proteínas em Sorgo Forrageiro. Para a produção de massa verde os valores para o coeficiente de eficácia do nitrogênio foram:

Modo de Aplicação	Valores de c (ha/kg)	
	Redenção	Maranguape
Todo Plantio	0,0031	0,0035
Em duas Doses Iguais	0,0043	0,0046
Em três Doses Iguais	0,0028	0,0031

Observa-se assim, que o valor do coeficiente de eficácia variou com o modo de aplicação do adubo. Para o teor de proteínas o coeficiente de eficácia encontrado para ambos os tratamentos e municípios foi sempre muito baixo quando comparados com o coeficiente clássico ($c_N = 0,0049$ ha/kg), principalmente quando o nitrogênio foi aplicado todo no plantio.

MATERIAL E MÉTODOS

- Material

Para o presente trabalho utilizou-se dados do Convênio ANDA-BNB-MA nos Estados de Pernambuco e Alagoas nos anos agrícolas de 1972, 1973 e 1974, com as culturas de milho, feijão mulatinho e algodão herbáceo. Foi empregado um fatorial 3x3x3 de N, P e K com uma repetição, por local, sendo analisadas as médias.

Os ensaios foram em número de 302, sendo 155 conduzidos na região Agreste de Pernambuco e 147 na região Sertaneja de Alagoas. Além de serem agrupados por Estado e por cultura, foram divididos segundo os teores de fósforo e potássio no solo, a fim de se obter as análises de variância e o coeficiente de eficácia da equação de Mitscherlich.

As doses dos nutrientes utilizados variaram com a cultura, sendo o nitrogênio aplicado na forma de sulfato de amônio (20% de N), o fósforo na forma de superfosfato simples (20% de P) e o potássio na forma de cloreto de potássio (60% de K_2O), como é mostrado abaixo:

<u>Algodão Herbáceo</u>	<u>Feijão Mulatinho</u>	<u>Milho</u>
N : 0-40-80 kg/ha	0-30-60 kg/ha	0-50-100 kg/ha
P : 0-60-120 kg/ha	0-60-120 kg/ha	0-60-120 kg/ha
K_2O : 0-60-120 kg/ha	0-45-90 kg/ha	0-30-60 kg/ha

Os Estados, Regiões Fisiográficas e Municípios onde foram instalados os ensaios foram:

Alagoas: Região Fisiográfica-Sertaneja.

Municípios: Arapiraca, Dois Riachos, Igaci, Maravilha, Olho D'água das Flores, Olivença, Palmeira dos Índios, Poço das Trincheiras e Santana do Ipanema.

Pernambuco: Região Fisiográfica-Agreste.

Municípios: Bom Conselho, Caruaru, Correntes, Garanhuns, Glória do Goitã, Lagedo, Limoeiro, S. João, Surubim e Vertentes.

- Métodos

Os ensaios reunidos em grupos por Estado e por cultura (quadro I a VI) e de acordo com os resultados das análises químicas dos solos, foram compostos de:

1) 6 grupos de ensaios, assim distribuídos:

- | | | |
|-------------------------------------|---|-------------|
| 1.1 - Alagoas - Algodão Herbáceo | - | 61 ensaios; |
| 1.2 - Alagoas - Feijão Mulatinho | - | 38 ensaios; |
| 1.3 - Alagoas - Milho | - | 48 ensaios; |
| 1.4 - Pernambuco - Algodão Herbáceo | - | 37 ensaios; |
| 1.5 - Pernambuco - Feijão Mulatinho | - | 60 ensaios; |
| 1.6 - Pernambuco - Milho | - | 58 ensaios. |

2) 14 grupos de ensaios, reunidos de acordo com os resultados das análises químicas dos solos, para os nutrientes, fósforo e potássio:

2.1 - Alagoas: Algodão Herbáceo

2.1.1 - 20 ensaios agrupados por: alto teor de fósforo - $P \geq 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.;

2.1.2 - 17 ensaios agrupados por: baixo teor de fósforo - $P < 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.;

2.1.3 - 22 ensaios agrupados por: baixo teor de fósforo - $P < 11$ p.p.m. e baixo teor de potássio - $K < 46$ p.p.m.

2.2 - Alagoas: Feijão Mulatinho

2.2.1 - 20 ensaios agrupados por: alto teor de fósforo - $P \geq 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.;

2.2.2 - 10 ensaios agrupados por: baixo teor de fósforo - $P < 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.

2.3 - Alagoas: Milho

2.3.1 - 16 ensaios agrupados por: alto teor de fósforo - $P \geq 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.;

2.3.2 - 22 ensaios agrupados por: baixo teor de fósforo - $P < 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.;

2.3.3 - 10 ensaios agrupados por: baixo teor de fósforo - $P < 11$ p.p.m. e baixo teor de potássio $K < 46$ p.p.m.

2.4 - Pernambuco: Algodão Herbáceo

2.4.1 - 11 ensaios agrupados por: alto teor de fósforo - $P \geq 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.;

2.4.2 - 20 ensaios agrupados por: baixo teor de fósforo - $P < 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.

2.5 - Pernambuco: Feijão Mulatinho

2.5.1 - 20 ensaios agrupados por: alto teor de fósforo - $P \geq 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.;

2.5.2 - 30 ensaios agrupados por: baixo teor de fósforo - $P < 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.

2.6 - Pernambuco: Milho

2.6.1 - 20 ensaios agrupados por: alto teor de fósforo - $P \geq 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.;

2.6.2 - 29 ensaios agrupados por: baixo teor de fósforo - $P < 11$ p.p.m. e alto teor de potássio $K \geq 46$ p.p.m.

Todos os cálculos numéricos para obtenção dos parâmetros "A", "b" e "c" e as análises de variância, foram efetuados pelos métodos usuais com auxílio de Computador IBM/370 do Banco do Nordeste do Brasil - BNB.

As estimativas dos parâmetros foram feitas pelas expressões:

$$\hat{A} = \frac{\bar{y}_1^2 - \bar{y}_0\bar{y}_2}{2\bar{y}_1 - (\bar{y}_0 + \bar{y}_2)} ; \quad \hat{b} = \frac{1}{\hat{c}} \log \frac{\hat{A}}{\hat{A} - \bar{y}_0} ;$$

$$\hat{c} = \frac{1}{q} \log \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_0}{\bar{y}_2 - \bar{y}_1} \quad (10)$$

A variância da estimativa do parâmetro c é dada pela fórmula apresentada por PIMENTEL GOMES (1953):

$$\hat{V}(\hat{c}) = \frac{s^2 F_{aa}}{r(2,30 \hat{a} \hat{h} \hat{q})^2} \quad (11)$$

onde,

$$F_{aa} = \frac{2(1 + a + a^2)}{(1 - a)^2} ;$$

$$2,30 = \text{valor aproximado de } \frac{1}{\log e} ;$$

$$\hat{a} = 10^{-c\hat{q}} ;$$

$$\hat{h} = -A^{-\hat{c}\hat{b}} ;$$

q = dose básica do nutriente;

s^2 = estimativa da variância residual;

r = número de repetições.

Os valores de \underline{c} obtidos foram comparados com os valores clássicos, através do teste "t" expresso por:

$$t = \frac{D - 0}{s(\hat{c}_i)}$$

onde,

$$D = \hat{c}_i - c.$$

Calculou-se ainda, os intervalos de confiança e o coeficiente de variação de \underline{c} para os diferentes grupos estudados, empregando-se as fórmulas:

$$C.V. = \frac{s(\hat{c})}{\hat{c}} \times 100 \quad e \quad c = \hat{c} \pm t_{\frac{\alpha}{2}} (n-2) s(\hat{c}) \quad (12)$$

onde,

$t_{\frac{\alpha}{2}}$ é o valor correspondente aos graus de liberdade

de do erro, ao nível de 95% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Análise da Variância

A partir das médias de produção de N, P e K, as quais figuram nos Quadros I, II, III, IV, V e VI, e de acordo com os diversos grupos constituídos, procedeu-se inicialmente, as análises conjuntas da variância e que constam nos Quadros VII a XXVI.

- Alagoas - Algodão Herbáceo

Para o conjunto dos 61 ensaios correspondentes aos anos de 1972 a 1974, cuja análise de variância figura no Quadro VII, pode-se ressaltar a resposta significativa ao nível de 1% de probabilidade de nitrogênio e fósforo para os componentes lineares, apresentando os componentes quadráticos significância estatística ao nível de 5% de probabilidade somente para o nutriente fósforo, não havendo resposta significativa para o potássio.

Os 20 ensaios agrupados em função dos teores alto de fósforo e alto de potássio no solo descrito, cuja análise de variância se encontra no Quadro VIII, apresentaram resposta significativa ao nível de 1% de probabilidade para o nitrogênio e fósforo para os componentes lineares, apresentando os componentes quadráticos significância estatística ao nível de 5% de probabilidade somente para o fósforo, não havendo resposta significativa para o potássio.

Para o grupo de 17 ensaios, com teores baixo de fósforo e alto de potássio, como pode ser visto no Quadro IX, apenas o fósforo (componente linear), apresentou significância estatística ao nível de 5% de probabilidade.

Para os 22 ensaios com baixo teor de fósforo e baixo teor de potássio, pode-se observar no Quadro X, que a análise de variância apresentou significância estatística ao nível de 1% de probabilidade de nitrogênio e fósforo para os componentes lineares, apresentando os componentes quadráticos significância estatística ao nível de 5% de probabilidade somente para o fósforo, não havendo resposta significativa para o potássio.

Em todos os agrupamentos formados, observa-se resposta não significativa para o potássio, como pode ser visto nos Quadros VII a X.

- Alagoas - Feijão Mulatinho

Nesse grupo de 38 ensaios cuja análise conjunta é mostrada no Quadro XI, observa-se que o nitrogênio apresentou efeito linear altamente significativo enquanto o fósforo respondeu apenas ao nível de 5% de probabilidade, não havendo resposta significativa para o nutriente potássio.

Os 20 ensaios reunidos segundo os teores altos de fósforo e potássio consta no Quadro XII. Pode-se constatar que apenas para o nitrogênio houve efeito linear significativo ao nível de 5% de probabilidade. Não houve respostas significativas para o fósforo e potássio respectivamente. O outro grupo de 10 ensaios, caracterizado por baixo teor de fósforo e alto teor de potássio, apresentou somente efeito linear altamente significativo para o nitrogênio e para o fósforo, não havendo resposta significativa para o potássio como pode ser constatado no Quadro XIII.

- Alagoas - Milho

A análise conjunta dos 48 ensaios que figura no Quadro XIV, indica efeito linear significativo ao nível de

1% de probabilidade, para os nutrientes nitrogênio e fósforo. Este último apresentou significância estatística ao nível de 5% de probabilidade para o componente quadrático, não se observando resposta significativa para potássio.

Do total de ensaios formou-se três grupos baseados nos teores de fósforo e potássio no solo. Para os grupos em número de 16, 22 e 10, cujas análises de variância figuram nos Quadros XV, XVI e XVII associados por alto teor de fósforo e alto teor de potássio; baixo teor de fósforo e alto teor de potássio; baixo teor de fósforo e baixo teor de potássio, pode-se verificar que houve resposta significativa ao nível de 1% de probabilidade apenas para o efeito linear do nitrogênio e fósforo. O potássio não apresentou efeitos significativos em nenhum grupo formado.

- Pernambuco - Algodão Herbáceo

Os ensaios em número de 37, cuja análise de variância se encontra no Quadro XVIII revelou para o nitrogênio efeito linear altamente significativo. O fósforo e potássio revelaram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para o efeito linear.

As análises de variância, mostradas nos Quadros XIX e XX, para os dois grupos de ensaios apresentaram para o grupo de 11 ensaios com teores elevados de fósforo e potássio, apenas efeito linear significativo para o nitrogênio sendo esse efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade, para o grupo de 20 ensaios com baixo teor de fósforo e alto teor de potássio. Apenas o nitrogênio apresentou efeito positivo em ambos os grupos, não se observando efeito significativo para o fósforo e potássio.

- Pernambuco - Feijão Mulatinho

A análise de variância relativa aos 60 ensaios que

figura no Quadro XXI, revelou efeito linear altamente significativo para o nitrogênio.

O fósforo apresentou efeito linear e quadrático altamente significativo, não havendo resposta significativa para o potássio.

Os ensaios foram divididos em 2 grupos, um segundo o teor alto de fósforo e potássio e o outro com baixo teor de fósforo e alto teor de potássio (Quadro XXII e XXIII). Em ambos os grupos observa-se efeito linear altamente significativo para o nitrogênio. No caso do fósforo, o seu efeito linear é significativo ao nível de 5% de probabilidade para o primeiro grupo de 20 ensaios. O segundo grupo de 30 ensaios apresentou efeito linear significativo ao nível de 1% de probabilidade e significância ao nível de 5% de probabilidade para o componente quadrático. Em nenhum dos grupos, para o elemento potássio houve significância estatística.

- Pernambuco - Milho

Para o conjunto dos 58 ensaios, cujos resultados se encontram no Quadro XXIV, observa-se efeitos lineares e quadráticos altamente significativos para nitrogênio e fósforo, não existindo resposta significativa ao potássio.

Os resultados da análise de variância, para cada um dos grupos formados podem ser vistos nos Quadros XXV e XXVI. Pode-se constatar que para o grupo de 20 ensaios caracterizados por alto teor de fósforo e alto teor de potássio, houve significância estatística, ao nível de 1% de probabilidade para o efeito linear do nitrogênio, não havendo significância para o componente quadrático nem para os elementos fósforo e potássio.

O segundo grupo formado de 29 ensaios que apresentou baixo teor de fósforo e alto teor de potássio, apresen

tam significância estatística ao nível de 1% de probabilidade para o efeito linear e quadrático do nitrogênio e fósforo e não significativo para o potássio.

- Estimativa do Parâmetro c

- Alagoas - Algodão Herbáceo

O valor de " c ", ou coeficiente de eficácia para o conjunto dos 61 ensaios da zona Sertaneja referentes aos anos de 1972/1974 é observado na Tabela I. Assim, encontrou-se para o "coeficiente de eficácia" de fósforo o valor de 0,00926 ha/kg bem concordante com o coeficiente clássico encontrado por PIMENTEL GOMES (1957), com desvio padrão e coeficiente de variação de \hat{c} relativamente baixos, o que faz crer que a presente estimativa mereça confiança.

Para os nutrientes nitrogênio e potássio, uma vez que os valores médios de produção não se ajustam às restrições que condicionam a determinação da estimativa do parâmetro c da lei de Mitscherlich ou seja $\bar{y}_0 < \bar{y}_1 < \bar{y}_2$ e $2\bar{y}_1 > (\bar{y}_0 + \bar{y}_2)$, não foi possível estimar o coeficiente de eficácia para referidos nutrientes.

Os ensaios agrupados segundo os teores de fósforo e potássio apresentaram para o agrupamento de 20 ensaios caracterizados por alto teor de fósforo e alto teor de potássio uma estimativa para o coeficiente de eficácia para o nitrogênio relativamente baixo $\hat{c} = 0,00171$ ha/kg, com elevado desvio padrão, alto coeficiente de variação e intervalo de confiança com limite inferior negativo, o que leva a deduzir que esta estimativa não é digna de crédito. (Tabela II).

Para o grupo de 17 ensaios caracterizados por baixo teor de fósforo e alto teor de potássio, não foi possível estimar o valor de c para nenhum nutriente, uma vez que

os valores médios de produção não se ajustaram às restrições que condicionam à determinação da estimativa do parâmetro c da equação de Mitscherlich. (Tabela III).

Na Tabela IV, encontram-se as estimativas do parâmetro c para nitrogênio e fósforo, relativas ao grupo de 22 ensaios caracterizados por baixo teor de fósforo e baixo teor de potássio. Verifica-se que para o nitrogênio, a estimativa de c é baixa $\hat{c} = 0,00197$ ha/kg, quando comparada com o c clássico da literatura, de elevada variância e alto coeficiente de variação, o que não se verifica para o fósforo, cujo valor $\hat{c} = 0,01007$ ha/kg é bastante concordante com o que cita a literatura, com desvio padrão e coeficiente de variação de c baixos conferindo à presente estimativa uma determinada precisão.

- Alagoas - Feijão Mulatinho

O coeficiente de eficácia para o grupo de 38 ensaios da zona Sertaneja para o nitrogênio e para o fósforo foi respectivamente 0,01744 e 0,01791 ha/kg, estimativas estas relativamente elevadas, com altos coeficientes de variação e desvios padrões e intervalos de confiança bastante amplos, características estas que conferem a estes valores de \hat{c} uma pequena precisão não sendo portanto de confiança essas estimativas, (Tabela V).

Todas essas características que conferem às presentes estimativas uma baixa precisão, possivelmente estejam intimamente relacionadas à determinação do parâmetro c com escasso número de ensaios.

Por não haver sido possível a determinação das estimativas do coeficiente de eficácia para o potássio, figura na Tabela apenas as produções médias e respectivos desvios padrões.

Para o grupo de 20 ensaios caracterizados por alto teor de fósforo e alto teor de potássio, o parâmetro c não foi estimado para nenhum dos nutrientes (Tabela VI), uma vez que as médias de produção não se ajustam às restrições que condicionam a determinação da estimativa do parâmetro c.

As estimativas do parâmetro c correspondentes ao grupo de 10 ensaios com baixo teor de fósforo e alto teor de potássio, apresentou valores elevados para o nitrogênio, $\hat{c} = 0,01092$ ha/kg porém concordante com o encontrado por ALBUQUERQUE (1973), no município de Mulungu (Estado da Paraíba), e para o fósforo, $\hat{c} = 0,03482$ ha/kg. Esta grande variação pode ser devida aos elevados valores de variância, em consequência do escasso número de ensaios.

- Alagoas - Milho

Para o conjunto dos 48 ensaios da zona Sertaneja encontrou-se um coeficiente de eficácia para o nitrogênio ($\hat{c} = 0,00559$ ha/kg) e para o fósforo ($\hat{c} = 0,01025$ ha/kg), valores esses concordantes com o que cita a literatura e com os obtidos por RONCEROS (1973), ambos com desvios padrões e coeficiente de variação relativamente baixos, (Tabela VIII).

Observa-se que estes valores estimados para nitrogênio e fósforo, variam relativamente pouco, deduzindo-se assim que os mesmos são de bastante confiança para esse grupo de ensaios.

Nos 16 ensaios caracterizados por alto teor de fósoforo e alto teor de potássio observa-se que as estimativas obtidas para o nitrogênio, $\hat{c} = 0,01371$ ha/kg e fósforo, $\hat{c} = 0,01475$ ha/kg, são relativamente elevadas, com elevados desvios padrões e coeficientes de variação, o que faz com que estas estimativas possam ser substituídas pelos valores clássicos, (Tabela IX). Para o conjunto de 22 ensaios correspondentes a baixo teor de fósforo e alto teor de potássio,

o parâmetro \underline{c} foi estimado apenas para o elemento fósforo ($\hat{c} = 0,01160$ ha/kg) valor este relativamente elevado se comparado com o recomendado por PIMENTEL GOMES (1957), porém mais ou menos concordante com o obtido por RONCEROS (1973), apresentando elevado valor do desvio padrão de \underline{c} e com o intervalo de confiança tendo o limite inferior negativo (Tabela X). Todas estas características fazem com que a presente estimativa não seja de grande confiança.

Para o grupo de 10 ensaios correspondentes a baixo teor de fósforo e baixo teor de potássio encontrou-se para o nitrogênio $\hat{c} = 0,02232$ ha/kg (Tabela XI), valor muito elevado quando comparado com o encontrado por PIMENTEL GOMES (1957), apresentando um desvio padrão e coeficiente de variação elevados com intervalos de confiança com limite inferior negativo.

O coeficiente de eficácia encontrado para o fósforo $\hat{c} = 0,00655$ ha/kg é considerado baixo, apesar de não diferir do valor da literatura $\hat{c} = 0,0088$ ha/kg. Com elevado desvio padrão e coeficiente de variação, e com intervalo de confiança com limite inferior negativo, a estimativa do parâmetro, pode ser considerada mais uma consequência de se estimar o coeficiente de eficácia com escasso número de ensaios, que à sua variabilidade intrínseca (VIEIRA, ARRUDA e HOFFMAN, 1971 in RONCEROS, 1973).

- Pernambuco - Algodão Herbáceo

Os coeficientes de eficácia avaliados para o conjunto dos 37 ensaios foram: $\hat{c} = 0,00198$ para o nitrogênio e $\hat{c} = 0,01988$ ha/kg para o fósforo (Tabela XII), valores relativamente baixo para o nitrogênio e elevado para o fósforo quando comparados com os valores citados pela literatura. Tais variações nesses coeficientes de eficácia justifica-se possivelmente pelo escasso número de ensaios, como citado anteriormente. Os coeficientes de variação de \underline{c} e seus res

pectivos desvios padrões são elevados e intervalos de confiança com limite inferior negativo, o que leva a deduzir que as citadas estimativas não sejam dignas de crédito. Essas características observadas podem ser consideradas mais uma consequência de se estimar o coeficiente com escasso número de ensaios.

Nos 11 ensaios reunidos no grupo caracterizado por alto teor de fósforo e alto teor de potássio não foi possível estimar \underline{c} (Tabela XIII) pelas razões já citadas anteriormente. Nos 20 ensaios de baixo teor de fósforo e alto teor de potássio constatou-se que o coeficiente de eficácia foi estimado apenas para o elemento nitrogênio, sendo seu valor $\hat{c} = 0,00233$ ha/kg relativamente baixo, porém concordante com o encontrado por ALBUQUERQUE (1973) em Bacabal no Estado do Maranhão, apresentando elevado desvio padrão e coeficiente de variação, (Tabela XIV).

- Pernambuco - Feijão Mulatinho

O valor de $\hat{c} = 0,00416$ ha/kg observado na Tabela XV para o conjunto de 60 ensaios, para o nitrogênio, concordante com o obtido por PIMENTEL GOMES (1957) e ALBUQUERQUE (1973) com feijão mulatinho no município de Itabaiana no Estado da Paraíba. Para o fósforo, o valor de $\hat{c} = 0,01500$ ha/kg, é considerado relativamente elevado quando comparado com o coeficiente clássico (0,0088 ha/kg), porém concorda com o encontrado por SARAIVA (1973) in PIMENTEL GOMES (1951 a), o que faz com que as presentes estimativas sejam de confiança. Para o nutriente potássio, o parâmetro \underline{c} não foi estimado figurando na Tabela apenas as médias de produção e respectivos desvios padrões.

Nos 20 ensaios agrupados segundo teores elevados de fósforo e potássio, o parâmetro \underline{c} para nitrogênio, fósforo e potássio, não foi estimado uma vez que as médias de produção não obedeciam todas as restrições para seu cálculo (Tabela XVI).

Para o grupo de 30 ensaios caracterizados por baixo teor de fósforo e alto teor de potássio, o coeficiente de eficácia foi estimado somente para o nitrogênio e fósforo, não sendo possível a determinação da estimativa desse parâmetro para o potássio.

O coeficiente de eficácia $\hat{c} = 0,00717$ ha/kg encontrado para o nitrogênio considerado elevado se comparado com o coeficiente clássico, é no entanto concordante com o coeficiente de eficácia encontrado por MALAVOLTA *et al.* (1965) cujo valor foi de 0,00707 ha/kg e por VIEIRA, ARRUDA e HOFFMAN (1971). Para o fósforo, $\hat{c} = 0,01081$ ha/kg, mais ou menos concordante com o estimado por PIMENTEL GOMES (1957) e ALBUQUERQUE (1973) no município de Canapi, no Estado de Alagoas, com feijão mulatinho, (Tabela XVII).

- Pernambuco - Milho

Para esse grupo de 58 ensaios observa-se na Tabela XVIII as estimativas do coeficiente de eficácia para nitrogênio e fósforo, figurando na mesma apenas as médias de produção e respectivos desvios padrões para o nutriente potássio.

Para o nitrogênio foi estimado um $\hat{c} = 0,00637$ ha/kg, próximo do encontrado por PIMENTEL GOMES (1957) e do obtido por RONCEROS (1973), com desvio padrão, coeficiente de variação baixos e com intervalo de confiança com extremos positivos.

O fósforo, $\hat{c} = 0,01161$ ha/kg, tido como um pouco elevado se comparado com o que cita a literatura para o Brasil, apresenta desvio padrão e coeficiente de variação um pouco elevado, não diferindo no entanto do valor clássico, (Tabela XVIII). Essas estimativas concordam com os valores encontrados para o coeficiente de eficácia de nitrogênio e fósforo no Estado de Alagoas e que constam na Tabela VIII,

bem como com os valores encontrados por ALBUQUERQUE (1973), em Milagres e Quixadá no Estado do Ceará.

Para o conjunto de 20 ensaios caracterizados por alto teor de fósforo e alto teor de potássio, o coeficiente de eficácia da equação de Mitscherlich foi estimado apenas para o nitrogênio (Tabela XIX), $\hat{c} = 0,00731$ ha/kg é considerado alto quando comparado com os obtidos normalmente em trabalhos desenvolvidos no Brasil, não diferindo estatisticamente, sendo no entanto, mais ou menos concordante com o valor encontrado por MALAVOLTA et al. (1965) e VIEIRA, ARRUDA e HOFFMAN (1971).

Os 29 ensaios reunidos segundo os teores baixo de fósforo e alto de potássio apresentaram um coeficiente de eficácia para o nitrogênio de $\hat{c} = 0,00786$ ha/kg, como é mostrado na Tabela XX valor um pouco elevado se comparado com o de uso comum no Brasil, porém concordante com o coeficiente de eficácia para nitrogênio encontrado por VIEIRA, ARRUDA e HOFFMAN (1971).

O nutriente fósforo com valor $\hat{c} = 0,00892$ ha/kg de grande precisão e concordante com muitos trabalhos desenvolvidos como PIMENTEL GOMES (1957), RONCEROS (1973) e outros.

Verifica-se que para ambos os nutrientes os desvios padrões e coeficientes de variação são baixos além de apresentarem intervalos de confiança com extremos positivos características estas que fazem com que as referidas estimativas sejam realmente de boa confiança.

Para o potássio, não sendo possível estimar o coeficiente de eficácia, figura na Tabela XX apenas as médias de produção com seus respectivos desvios padrões.

CONCLUSÕES

Com base nos estudos realizados no presente trabalho, e que permitiram estimar o coeficiente de eficácia (\hat{c}) da equação de Mitscherlich referente ao nitrogênio e ao fósforo, para as culturas de algodão herbáceo, feijão mulatino e milho, na região Sertaneja de Alagoas e na região Agreste de Pernambuco, apresenta-se as seguintes conclusões:

1 - As adubações nitrogenada e fosfatada, na maioria dos agrupamentos formados, quase sempre apresentaram respostas significativas ao nível de 1% ou 5% de probabilidade sobre a produção das culturas estudadas, o que não ocorreu com a adubação potássica, que somente apresentou efeito linear significativo, sobre a produção do algodão herbáceo na região Agreste de Pernambuco.

2 - Dos valores de \hat{c} calculados para os grupos de experimentos estabelecidos, e considerando que para a obtenção do coeficiente de eficácia é necessário que haja significância estatística entre os diferentes níveis de nutrientes e que as médias de produção para os distintos níveis sigam às restrições da Lei de Mitscherlich, as estimativas deste parâmetro foram calculadas somente para os nutrientes nitrogênio e fósforo.

Assim, obteve-se para a região Sertaneja de Alagoas e região Agreste de Pernambuco, para as culturas de algodão herbáceo, feijão mulatino e milho, as estimativas do coeficiente de eficácia dos mencionados nutrientes que se encontram indicados abaixo com seus respectivos desvios padrões:

- Alagoas: (Região Sertaneja)

Valor de c (ha/kg)

<u>Cultura</u>	<u>Nitrogênio</u>	<u>Fósforo</u>
Algodão Herbáceo	-	0,00926 ± 0,00601
Feijão Mulatinho	0,01744 ± 0,01705	0,01791 ± 0,03772
Milho	0,00559 ± 0,00447	0,01025 ± 0,00640

- Pernambuco: (Região Agreste)

Valor de c (ha/kg)

<u>Cultura</u>	<u>Nitrogênio</u>	<u>Fósforo</u>
Algodão Herbáceo	0,00198 ± 0,01000	0,01988 ± 0,04875
Feijão Mulatinho	0,00416 ± 0,00670	0,01500 ± 0,00741
Milho	0,00637 ± 0,00264	0,01161 ± 0,00608

Do exposto acima pode-se concluir, que o coeficiente de eficácia não é constante para as diferentes regiões e cultura, diferindo muito de cultura para cultura dentro de uma mesma região.

Esses valores estimados combinam relativamente bem com os trabalhos desenvolvidos por BLACK e KEMPTHORNE (1954), SANCHEZ DE LA PUENTE (1966), VAN DER PAAUW (1952), RANGANA THAN et al. (1969), onde verificaram que o valor de c não é uma constante para cada elemento fertilizante e independente da planta, do solo e das condições ambientais, sendo o seu valor afetado pela natureza do nutriente, a forma de aplicação, natureza da cultura, etc..

3 - De acordo com os resultados das análises químicas do solo baseados nos níveis alto e baixo de fertilidade de de fósforo e potássio no solo, os experimentos distribuí

dos por região fisiográfica e cultura em 14 grupos, desse modo caracterizado, apresentaram de um modo geral na maioria dos agrupamentos, estimativas do parâmetro c muito variáveis, destacando-se para alguns grupos, estimativas bastante coerentes e de boa precisão. Essas estimativas assim determinadas não diferem estatisticamente em nenhum dos agrupamentos, das obtidas por PIMENTEL GOMES (1957), nem das estimativas de c obtidas para a região, o que se sugere usar os valores clássicos para o coeficiente de eficácia, ou seja, $c = 0,00490$ e $0,00880$ ha/kg para nitrogênio e fósforo respectivamente.

4 - De um modo geral em todos os grupos estudados as variâncias das estimativas do parâmetro c , são relativamente elevadas, principalmente nos grupos de ensaios de feijão mulatinho (Alagoas) e algodão herbáceo (Pernambuco), o que não implica que as estimativas obtidas para nitrogênio e fósforo, não mereçam confiança, uma vez que não diferem significativamente daquelas citadas por PIMENTEL GOMES (1957) e, uma vez que a precisão das estimativas dos rendimentos depende das grandezas relativas das variâncias dos parâmetros (DRAPER e SMITH, 1967 *in* VIEIRA, ARRUDA e HOFFMAN, (1971).

5 - As estimativas do coeficiente de eficácia obtidas nos 20 grupos de ensaios estudados, associados por região e cultura (6 grupos) e de acordo com os teores alto e baixo de fósforo e potássio no solo também associados simultaneamente por região e cultura (14 grupos) não diferiram significativamente das estimativas clássicas.

Os valores obtidos para a região Sertaneja de Alagoas não diferiram estatisticamente dos valores clássicos, nem dos estimados para a região Agreste de Pernambuco.

RESUMO

Uma das maneiras de determinar as doses econômicas de nutrientes para uma certa cultura é através da equação de Mitscherlich. Um dos parâmetros desta equação o coeficiente de eficácia c , geralmente expresso em ha/kg, é usado na determinação da dose econômica expressa por:

$X^* = q/2 + 1/c \log (p_r/t_q)$ onde p e t são os preços dos produtos e do adubo. Este coeficiente é função de vários fatores como cultura, fertilidade do solo, tipo de adubo, modo de aplicação, etc. Em virtude da alta variabilidade deste parâmetro foi realizado o presente trabalho que teve por finalidade estimar o coeficiente de eficácia (c) de nitrogênio e fósforo, para as culturas de milho, feijão e algodão. Foi utilizado um total de 302 ensaios fatoriais $3 \times 3 \times 3$, sendo 155 conduzidos na região Agreste de Pernambuco e 147 na região Sertaneja de Alagoas, decorrentes do Convênio ANDA-BNB-MA durante os anos de 1972 a 1974.

Os ensaios, além de agrupados por cultura e Estado foram divididos segundo os teores de fósforo e potássio nos solos, ficando assim distribuídos:

1 - 6 Grupos de ensaios associados por Estado e Cultura;

2 - 14 Grupos de ensaios reunidos por teores de fósforo e potássio, sendo:

2.1 - 6 Grupos de ensaios caracterizados por alto teor de fósforo e alto teor de potássio;

2.2 - 6 Grupos de ensaios caracterizados por baixo teor de fósforo e alto teor de potássio;

2.3 - 2 Grupos de ensaios caracterizados por baixo teor de fósforo e baixo teor de potássio

Foram obtidas as análises de variância, o coeficiente de eficácia da equação de Mitscherlich, desvio padrão de \hat{c} , coeficiente de variação de \hat{c} e intervalos de confiança para diversas culturas e Estados.

Para cada cultura e classe de solo, o coeficiente de eficácia de cada nutriente obtido partindo das médias do nutriente, foi comparado com o coeficiente clássico obtido por PIMENTEL GOMES (1957) através do teste t.

As estimativas de \underline{c} no Estado de Pernambuco, para nitrogênio e fósforo em milho foram: $c_N = 0,00637 (\pm 0,00264)$; $c_P = 0,01161 (\pm 0,00608)$, onde o valor dentro do parêntese é o desvio padrão de \underline{c} . Para feijão os valores obtidos foram: $c_N = 0,00416 (\pm 0,00670)$ e $c_P = 0,01500 (\pm 0,00741)$ e para algodão: $c_N = 0,00198 (\pm 0,01000)$ e $c_P = 0,01988 (\pm 0,04875)$. Nenhum destes valores diferem estatisticamente dos obtidos para a zona do Agreste por Pimentel Gomes.

Em Alagoas (zona Sertaneja), as estimativas de \underline{c} para a cultura de milho foram: $c_N = 0,00559 (\pm 0,00447)$ e $c_P = 0,01025 (\pm 0,00640)$. Para o feijão, os valores de \underline{c} foram: $c_N = 0,01744 (\pm 0,01705)$ e $c_P = 0,01791 (\pm 0,03772)$, enquanto para o algodão $c_P = 0,00926 (\pm 0,00601)$.

De modo análogo, nesta região, os coeficientes obtidos não diferiram estatisticamente dos obtidos por Pimentel Gomes, nem dos estimados para a região Agreste de Pernambuco, nas culturas que possuíam mais de 30 ensaios em cada classificação, foi feita a estimativa de \underline{c} , segundo o nível de fertilidade de fósforo e potássio no solo. Os valores obtidos nestes grupos não diferiram dos obtidos para a região, o que nos sugere usar os valores clássicos para o coeficiente de eficácia, ou seja, $c = 0,00490$ e $0,00880$ ha/kg para nitrogênio e fósforo, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, J. J. L. de. 1973. Resultados das Análises Estatísticas e Econômicas Através do Convênio ANDA/UFC/BNB dos Ensaio Realizados no Nordeste em 1972. (Relatório Técnico).
- BLACK, C. A. e O. KEMPTHORNE. 1954. Willcox Agrobiology: I - Theory of the Nitrogen Constant 318. Agronomy Journal. 46: 303-307.
- CRUZ, C. A. M. 1976. Efeitos de Doses de Nitrogênio e do seu Fracionamento na Produção de Massa Verde e no Teor de Proteínas em Sorgo Forrageiro (Sorghum bicolor (L.) Moench) - Tese de M.S. em Fitotecnia. Centro de Ciências Agrárias da UFC. Fortaleza (a ser publicada).
- D'AULÍSIO, M. B. G. 1973. Influência dos Erros Experimentais sobre as Recomendações de Adubação obtidas pela Lei de Mitscherlich - Tese de M.S. ESALQ-USP.
- HODNETT, G. E. 1956. The Responses of Sugar-Cane to Fertilizers. Empire J. Exp. Agr. 24 : 1 - 19. Em PIMENTEL GOMES, F. - Análise Conjunta de 38 Experimentos de Adubação de Cana-de-Açúcar. Revista de Agricultura 32 : 113 - 126. 1957.
- IGUE, T., H. A. A. MASCARENHAS e S. MIYASAKA. 1971. Estudo Comparativo dos Métodos de Mitscherlich e do Trinômio do 2º Grau na Determinação das Doses mais Econômicas de Fertilizantes na Adubação do Feijoeiro. BNDE/ANDA/CIA nº 4.
- MAFRA, R. C. 1972. Aplicação da Equação de Mitscherlich como Metodologia na Interpretação das Relações Solo-Planta-Fertilizante. Tese de M.S. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

- MARINHO, M. L. 1974. Aspectos Agronômicos e Econômicos da Adubação da Cana em Alagoas. Estação Experimental de Cana-de-Açúcar. Série: Nutrição e Solos nº 25.
- MALAVOLTA, E. et al. 1965. A Diagnose Foliar na Cana-de-Açúcar. Fertilidade 25 : 5 - 32.
- _____. 1967. Manual de Química Agrícola. 2ª ed. São Paulo. Editora Agronômica Ceres Ltda. 606 p.
- MITSCHERLICH, E. A. 1930. Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. Paul Parey. Berlim. 3a. edição. Em PIMENTEL GOMES, F. - Considerações Matemáticas sobre a Lei de Mitscherlich. Boletim E. S. A. "Luiz de Queiroz" nº 3 : 3 - 24. 1949.
- NOGUEIRA, I. R. 1950.a. A Técnica da Resolução das Equações Relativas a Interpolação da Lei de Mitscherlich pelo Método dos Quadrados Mínimos. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz" 7 : 109 - 133.
- _____. 1950.b. Sobre uma Propriedade da Equação Utilizada para a Interpolação da Lei de Mitscherlich. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz" 7 : 105 - 108.
- PIMENTEL GOMES, F. e E. MALAVOLTA. 1949. Aspectos Matemáticos e Estatísticos da Lei de Mitscherlich. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz" 6 : 193 - 229.
- _____. 1951.a. A Lei de Mitscherlich e a Análise de Variância em Experiências de Adubação. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz" 8 : 355 - 368.
- _____. 1951.b. A Interpolação da Lei de Mitscherlich e a Análise da Variância em Experiências de Adubação. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz" 8 : 186 - 194.
- _____. 1951. A Adubação da Cana-de-Açúcar, em Pernambuco Determinada pela Lei de Mitscherlich. Revista Agricultura 26 : 357 - 364.

- _____. e I. R. NOGUEIRA. 1951. Tabelas de Polinômios para Interpolação da Equação de Mitscherlich. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz" 8 : 57 - 67.
- _____. e E. MALAVOLTA. 1951. Pesquisa sobre a Análise Estatística de Experiências de Adubação com Auxílio da Lei de Mitscherlich. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz" 8 : 1 - 14.
- _____. 1953. The Use of Mitscherlich's Regression Law in the Analysis of Experiments with Fertilizers. Biometrics 9 : 498 - 516.
- _____. 1954. A Estimação do Efeito Residual de Fertilizantes por Meio da Lei de Mitscherlich. Seminários de Estatística (109): 55 - 61. Anais E. S. A. "Luiz de Queiroz" 12 : 67 - 75. 1955/56.
- _____. 1957. Análise Conjunta de 38 Experimentos de Adubação de Cana-de-Açúcar. Revista de Agricultura 32 : 113 - 126.
- _____. 1957-1958. A Lei de Mitscherlich Aplicada a Experimentos de Adubação com Vinhaça. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz" 14 - 15 : 107 - 112.
- RANGANATHAN, V. et al. 1969. Validez das Equações de Mitscherlich para o Estudo das Respostas à Adubação. Fertilizante 33 : 31 - 42.
- RONCEROS, R. E. B. 1973. Estimativas do Parâmetro c da Equação de Mitscherlich, em Região de Minas Gerais e Goiás. Tese de M.S. ESALQ-USP. Piracicaba.
- SANCHEZ DE LA PUENTE, L. 1966. Estudios sobre La Ley de Mitscherlich II. Anal. Edaf. Agrobiol. 26 : 1439 - 1449.
- SILVA, N. M. et al. 1971. Estudo Técnico-Econômico de Recentes Experimentos de Adubação do Algodoeiro. BNDE/ANDA/CIA. nº 7.

- STEVENS, W. L. 1951. Asymptotic Regression. Biometrics 7 :247
267.
- VAN DER PAAUW, F. 1952. Validity of the Mitscherlich effect
Law. Plant and Soil 4 : 97 - 106.
- VIEIRA, S., H. V. ARRUDA, e R. HOFFMAN. 1971. Estudo Compara-
tivo de Três Funções na Análise Econométrica de Ex-
perimentos de Adubação. Convênio E.S.C.O. -MA.ESALQ
USP. Piracicaba.

QUADRO I - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 61 Ensaio de Adubação de Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, no Período de 1972 a 1974.

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
1	2949	2869	3255	2907	3345	2821	3049	3028	2996
2	2174	2246	2725	1904	2489	2762	2398	2322	2418
3	1566	1181	1415	1209	1346	1597	1258	1360	1543
4	1613	1489	1701	1432	1660	1694	1580	1534	1680
5	987	1358	1216	789	1355	1408	1220	1182	1150
6	1210	1305	1395	775	1398	1737	1413	1097	1409
7	990	1073	1078	893	1109	1139	1134	877	1139
8	986	977	1239	825	1159	1219	1067	1075	1087
9	2476	2328	2546	2083	2416	2852	2739	2349	2262
10	2110	2257	2063	2172	1968	2290	1925	2384	2121
11	1947	2065	2207	1460	2355	2404	2234	1966	2016
12	2202	2419	2491	1807	2618	2678	2166	2388	2558
13	1052	1624	1315	1162	1216	1201	1209	1193	1160
14	979	1057	1185	1103	1017	1102	1140	1040	1041
15	886	946	1041	235	1220	1418	897	1029	948
16	639	809	893	199	875	1267	709	904	737
17	632	915	879	371	956	1090	655	963	799
18	518	719	667	236	821	847	637	555	713
19	1036	1196	1065	1147	1199	1202	1194	1194	1160
20	863	1057	1186	985	1026	1104	1140	923	1043
21	238	304	353	307	269	318	324	290	290
22	258	299	257	299	229	287	249	279	287
23	1035	1028	1089	1005	1102	1045	1119	1035	998
24	1105	1119	1099	1085	1098	1139	1122	1119	1082
25	1035	1028	1089	1005	1101	1045	1118	1035	998
26	1105	1118	1099	1085	1098	1138	1122	1118	1081
27	204	294	361	154	417	287	227	351	281
28	267	334	457	173	474	411	367	347	344
29	1129	1065	1200	354	1450	1589	1099	1190	1105
30	1008	1078	1059	314	1322	1509	1102	1045	98

QUADRO I - (Continuação)

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
31	445	532	628	289	632	685	550	510	545
32	525	548	708	260	703	817	568	631	581
33	1490	1387	1323	1332	1467	1402	1457	1274	1469
34	1385	1279	1335	1260	1401	1339	1346	1435	1219
35	289	379	485	282	391	480	383	384	385
36	429	512	632	365	633	574	560	520	493
37	551	727	677	617	692	647	614	673	667
38	682	753	779	681	759	774	763	718	734
39	755	832	842	813	812	805	853	751	825
40	610	720	872	636	777	789	728	800	674
41	724	440	435	387	430	421	379	438	421
42	363	440	435	387	430	421	379	438	421
43	353	385	394	357	420	354	366	387	379
44	345	367	411	349	406	368	358	392	373
45	342	422	405	368	415	386	360	411	398
46	25	31	31	23	32	32	29	32	25
47	37	44	57	39	53	47	39	45	54
48	183	249	309	222	240	278	226	230	284
49	219	259	365	237	286	320	306	273	264
50	414	470	505	409	495	485	453	453	482
51	395	461	449	419	443	443	405	437	464
52	203	223	281	202	257	248	240	227	240
53	236	241	343	231	378	312	271	302	248
54	818	885	1022	908	878	838	818	978	928
55	868	928	941	898	928	911	891	998	842
56	158	174	197	159	175	194	150	205	174
57	124	148	135	121	138	148	119	151	136
58	524	548	641	571	498	644	334	638	741
59	684	576	624	671	566	648	321	748	815
60	270	367	350	300	390	297	317	377	293
61	407	424	400	437	407	387	430	437	363

QUADRO II - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 38 Ensaio de Adubação de Feijão Mulatinho com N, P e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, no Período de 1972 a 1974.

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
1	737	662	549	729	540	679	519	649	781
2	680	885	893	782	809	866	1093	759	606
3	79	64	57	58	66	76	64	69	67
4	63	45	51	55	54	50	60	47	52
5	505	409	594	476	454	578	583	442	482
6	590	537	549	455	682	539	701	512	462
7	236	289	227	242	228	283	252	237	264
8	307	306	307	325	317	277	345	278	296
9	372	498	511	436	467	478	477	443	461
10	376	470	494	475	421	445	397	478	464
11	422	678	747	254	807	785	699	544	604
12	400	606	752	415	692	652	609	562	587
13	974	1190	1367	671	1357	1503	1173	1051	1307
14	801	833	909	594	985	964	855	898	790
15	977	1047	980	835	1081	1087	971	1019	1014
16	809	937	1033	735	1066	977	910	780	1090
17	1396	1456	1578	1417	1587	1426	1534	1394	1502
18	1308	1311	1492	1343	1406	1362	1306	1455	1349
19	98	877	1002	641	1027	1108	965	947	864
20	630	828	795	497	938	818	560	884	809
21	475	656	537	331	664	674	437	702	530
22	549	551	677	325	685	767	648	567	561
23	271	403	328	201	324	477	265	337	400
24	435	524	371	273	518	540	369	541	420
25	926	1019	1108	989	988	1076	961	1034	1059
26	869	856	1073	861	1003	938	895	957	946
27	1077	1344	1228	1062	1374	1214	1133	1257	1259
28	1216	1287	1199	886	1404	1412	1290	1293	1119
29	298	514	313	273	466	385	258	514	353
30	446	489	415	302	577	470	514	430	406

QUADRO II - (Continuação)

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
31	191	241	233	199	190	276	173	267	225
32	339	333	435	207	375	526	273	424	410
33	285	394	452	280	435	416	363	401	369
34	333	362	426	316	412	394	421	350	350
35	514	528	353	486	433	475	418	494	483
36	608	407	412	454	494	480	542	454	432
37	485	435	654	380	509	685	539	437	599
38	347	366	295	279	327	401	353	357	298

QUADRO III - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 48 Ensaio de Adubação de Milho com N, P e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, no Período de 1972 a 1974.

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
1	805	1016	1278	792	1238	1069	1107	1044	948
2	741	827	1177	798	1057	891	788	914	1044
3	1046	1499	1568	290	1658	2165	1282	1427	1403
4	1344	1685	2185	474	2115	2625	1964	1598	1652
5	3344	2847	2805	3630	2627	2739	3461	2580	2954
6	3731	3839	3576	3715	3864	3566	3608	3768	3770
7	2629	3199	3430	2664	3030	3564	2824	3595	2839
8	2560	3251	2878	2777	2842	3070	2938	2757	2993
9	3468	4278	4438	2548	4647	4990	4149	4001	4035
10	3295	4064	3441	2978	3514	4308	4025	3330	3445
11	1852	2207	2238	640	2616	3040	1967	2361	1968
12	2199	2608	2947	918	3171	3665	2832	2600	2323
13	3425	3793	3736	3338	3720	3897	3841	3650	3461
14	2537	2886	2909	2242	2810	3279	2500	2854	2978
15	1262	1728	1877	1022	2079	1767	1761	1361	1745
16	1367	2012	2316	1114	2032	2549	2197	1516	1982
17	1356	1687	1981	1562	1748	1714	1704	1628	1693
18	1471	1528	1907	1562	1537	1807	1674	1576	1656
19	1949	2858	2975	1911	2393	3079	2738	2480	2565
20	2323	3435	3295	2739	3111	3202	2949	2911	3193
21	449	1066	1364	730	1119	1031	890	1150	840
22	539	1211	1644	807	1397	1190	1066	1160	1165
23	1199	1136	1088	1090	1071	1262	1182	1222	1018
24	1156	1088	999	985	1091	1167	1063	992	1187
25	2556	3213	3346	2506	3350	3258	2895	3120	3099
26	2920	3272	3502	2614	3597	3481	3046	3551	3096
27	2337	2275	2526	1807	2565	2765	2562	2369	2207
28	2877	2855	3043	2647	3078	3049	2605	3065	3105
29	934	795	803	895	841	795	880	903	748
30	1057	879	857	995	934	864	895	941	957

QUADRO III - (Continuação)

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
31	4296	4012	3881	3950	4081	4158	2932	4868	4389
32	5504	4290	5454	5308	5187	4753	4798	4683	5766
33	3511	3938	3265	3713	3551	3450	3772	3589	3752
34	3410	3225	2793	3302	3255	2870	3171	3101	3155
35	1497	2015	2120	1552	2048	2032	1640	1947	2045
36	1236	1682	1902	1535	1467	1817	1638	1617	1564
37	1129	1387	1743	1280	1273	1706	1327	1466	1467
38	1465	1345	1654	1242	1521	1701	1601	1447	1416
39	1849	1835	2480	1743	1971	2451	2033	2044	2088
40	1558	1952	2143	1638	1987	2027	1654	2068	1931
41	2342	2115	2191	2191	2207	2251	2296	2138	2214
42	947	1820	2229	1257	1941	1799	1387	1799	1811
43	1543	2338	2824	1875	2484	2345	2106	2369	2229
44	1550	2376	2800	1898	2492	2338	2091	2430	2206
45	1638	1762	2554	1649	2183	2121	1862	2013	2078
46	1663	1848	2574	1663	2211	2211	1946	2080	2060
47	1856	3016	3248	2770	2643	2708	2716	2716	2689
48	1876	2962	3132	2754	2580	2637	2669	2643	2659

QADRO IV - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 37 Ensaio de Adubação de Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, no Período de 1972 a 1974.

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
1	534	745	809	790	639	660	641	692	756
2	766	852	856	789	792	887	767	896	811
3	936	1244	1211	1109	1147	1134	1122	1099	1169
4	1122	1237	1435	1335	1201	1260	1408	1175	1211
5	816	842	771	816	911	702	659	838	932
6	547	497	634	527	549	602	535	677	466
7	1424	1094	1278	1153	1443	1300	1267	1192	1437
8	1369	1406	896	1064	1102	1505	1050	1203	1419
9	541	779	958	825	759	693	905	656	717
10	466	606	621	567	505	620	531	503	658
11	585	717	1087	751	781	856	739	742	908
12	559	677	899	727	699	709	747	714	675
13	1412	1401	1392	1375	1361	1470	1360	1431	1415
14	1503	1447	1585	1432	1552	1551	1620	1414	1501
15	285	292	419	324	333	340	304	368	324
16	259	293	285	216	295	326	300	262	275
17	262	394	369	333	336	356	350	329	347
18	211	259	201	255	204	212	178	207	286
19	1183	1085	1061	1172	1015	1141	1184	1034	1111
20	1224	2107	1207	1163	1208	1267	1285	1167	1186
21	1110	1303	1311	1033	1349	1342	1218	1280	1226
22	1148	1064	910	894	1080	1149	918	964	1241
23	433	358	591	396	507	487	414	533	443
24	296	383	232	276	362	273	310	256	345
25	1033	945	997	942	1069	965	992	934	1051
26	874	739	589	577	820	806	687	734	781
27	541	537	584	594	566	503	540	526	597
28	293	336	489	364	416	338	290	404	425
29	163	243	283	208	229	252	187	234	269
30	139	170	209	187	151	180	164	221	133

QUADRO IV - (Continuação)

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
31	740	964	1103	834	1080	894	887	948	972
32	1087	1342	1419	1249	1319	1279	1296	1188	1365
33	232	293	418	384	287	271	253	351	338
34	229	226	219	213	204	257	185	266	223
35	874	890	1136	910	1070	920	1134	907	859
36	297	455	540	353	523	417	438	367	487
37	279	406	336	364	305	352	235	345	441

QUADRO V - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 60 Ensaio de Adubação de Feijão Mulatinho com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, no Período de 1972 a 1974.

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
1	802	953	1087	854	1055	933	987	915	939
2	915	967	991	1020	953	899	983	904	986
3	1199	1295	1416	1283	1409	1218	1335	1341	1324
4	1531	1472	1685	1447	1656	1585	1607	1558	1524
5	598	886	952	566	877	992	722	766	947
6	620	768	1029	536	877	1005	822	827	769
7	735	798	948	792	811	879	790	782	910
8	905	1011	1233	1100	926	1123	1069	1138	941
9	670	1246	1584	944	1115	1440	1093	1242	1155
10	738	1287	1956	1405	1422	1154	1368	1514	1099
11	423	583	570	411	602	563	595	446	544
12	792	907	866	577	867	1122	889	848	829
13	1026	1351	1423	1041	1311	1448	1286	946	1568
14	373	987	1110	748	895	827	834	747	888
15	433	485	520	258	575	604	563	400	474
16	407	547	515	306	516	647	509	528	433
17	954	1369	1403	999	1246	1482	1317	1155	1254
18	876	1528	1549	1062	1282	1609	1282	1320	1352
19	1989	1965	2053	2009	2038	1960	2033	1936	2039
20	1976	1891	2124	1916	2147	1927	2089	1911	1990
21	580	1094	1265	741	1181	1016	924	1057	957
22	585	758	1364	731	941	1035	830	991	885
23	869	938	789	744	919	933	722	913	961
24	778	898	714	619	712	1057	677	813	898
25	276	227	213	132	268	316	247	227	241
26	318	313	240	203	353	325	299	300	282
27	414	642	509	385	528	652	429	449	683
28	152	266	282	215	234	251	220	231	249
29	1203	1287	1427	1242	1351	1325	1095	1345	1478
30	1129	1189	1299	1247	1224	1146	1167	1204	1247

QUADRO V - (Continuação)

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
31	857	1237	1156	736	1208	1307	899	1216	1136
32	1415	1207	1537	1174	1593	1393	1659	1315	1185
33	1022	876	1013	780	1113	1018	958	1035	919
34	1167	1156	1186	911	1323	1274	1290	1096	1122
35	93	95	117	52	149	104	55	86	164
36	86	104	109	59	100	140	106	95	98
37	680	1196	1450	954	1150	1221	1082	1190	1053
38	425	837	1044	743	808	755	763	825	718
39	365	364	486	374	484	356	449	397	369
40	418	446	514	469	469	440	447	495	435
41	329	959	996	452	866	966	626	837	822
42	467	807	1274	807	822	918	970	837	740
43	688	492	511	276	648	731	395	447	850
44	593	570	560	273	643	806	458	597	667
45	1088	1161	1280	1193	1162	1174	1255	1190	1084
46	1404	1382	1561	1252	1579	1516	1427	1523	1397
47	224	205	382	272	260	279	282	318	211
48	239	226	242	204	222	282	221	249	237
49	204	192	144	175	156	210	246	100	194
50	44	63	65	48	73	52	52	62	58
51	1025	1005	1367	1132	1198	1066	1131	1174	1091
52	928	707	948	877	888	818	873	856	855
53	298	528	644	431	504	534	444	453	573
54	826	1038	1192	995	938	1123	902	1093	1061
55	351	161	164	133	272	272	245	180	253
56	373	301	179	161	327	364	278	286	290
57	249	491	418	244	350	564	374	363	421
58	196	307	277	134	296	350	217	798	265
59	131	130	113	97	139	121	134	123	117
60	237	188	158	153	173	258	187	248	148

QUADRO VI - Médias de Produção, em kg/ha, Referentes aos 58 Ensaio de Adubação de Milho com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, no Período de 1972 a 1974.

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
1	2377	2200	2170	2334	2199	2212	2423	2091	2232
2	783	416	493	628	559	505	554	593	545
3	902	792	690	887	802	695	913	753	718
4	1248	1934	1809	937	1968	2086	1678	1471	1842
5	946	2026	1849	957	1939	1924	1552	1623	1645
6	1568	1827	2079	1380	2005	2088	1861	1841	1771
7	1864	2121	2119	1414	2148	2543	1964	2089	2051
8	1043	2224	3133	1925	2354	2120	2415	2185	1800
9	1076	2430	2846	1984	2235	2132	2220	2289	1843
10	1876	3153	3713	2662	2926	2956	2851	2596	3097
11	1629	3107	3784	2638	2833	3051	2680	2870	2971
12	811	917	893	299	1209	1112	805	884	932
13	511	793	779	163	978	942	705	656	722
14	1534	2318	2243	1924	2233	1938	3080	2038	1978
15	2342	2237	1833	2178	2105	2130	2409	1936	2068
16	2321	2347	2315	2259	2393	2330	2428	2352	2203
17	744	1806	2276	1309	1593	1925	1577	1529	1719
18	824	2050	2454	1361	1923	2043	1583	1855	1889
19	2584	3681	3737	2991	3545	3465	2829	3681	3422
20	2534	3478	4292	3435	3404	3465	3287	3527	3490
21	1259	1574	2772	1692	2105	1809	2118	1969	1519
22	1062	1543	2364	1408	1673	1889	1765	1698	1506
23	1870	3605	3627	2843	2972	3287	2886	3235	2991
24	1344	3077	3497	2744	2596	2579	2546	2495	2877
25	873	1929	2043	861	1855	2130	1559	1352	1935
26	787	1847	2054	941	1969	1778	1681	1317	1679
27	985	2096	2386	2072	2263	2134	2239	2072	2158
28	2497	2744	2929	2818	2731	2621	2781	2738	2651
29	638	666	560	343	780	741	619	591	655
30	571	470	521	285	669	608	481	548	533

QUADRO VI - (Continuação)

Nº do Ensaio	N ₀	N ₁	N ₂	P ₀	P ₁	P ₂	K ₀	K ₁	K ₂
31	2969	3465	3860	2510	3740	4045	3428	3327	3539
32	3114	3990	4360	2670	4335	4458	4236	3533	3694
33	1994	2713	2725	2466	2460	2506	2321	2528	2583
34	2553	2417	2417	2525	2383	2479	2593	2429	2364
35	1065	1321	1494	1090	1399	1392	1223	1293	1364
36	1186	1855	1932	1170	1948	1856	1512	1460	2001
37	969	2272	2786	1295	2142	2589	1920	1641	2466
38	764	1913	2724	1372	2069	1958	1942	1541	1917
39	722	2814	4562	1987	2938	3137	3006	2697	2395
40	351	2531	3925	1333	2598	2876	2271	2469	2067
41	659	1868	2518	1443	1756	1847	1449	1738	1859
42	854	2378	2969	1682	1954	2556	2017	1808	2367
43	1173	2777	3475	2241	2638	2546	2425	2275	2725
44	989	2432	3476	2204	2461	2232	2188	2292	2417
45	1407	2620	3518	2358	2540	2648	2620	2309	2617
46	1185	2623	3491	1806	2701	2793	2315	2623	2361
47	2738	4087	4716	3889	3867	3784	3824	3861	3855
48	2972	3867	4164	3762	3478	3762	3667	3590	3747
49	833	1028	1010	698	1029	1144	992	853	1026
50	716	1253	1019	500	1229	1259	1099	957	932
51	1223	1568	1438	1506	1401	1321	1550	1457	1222
52	809	1204	1537	1117	945	1488	1154	1099	1296
53	712	920	784	778	810	828	617	660	1139
54	315	586	620	268	693	561	484	472	566
55	1074	2723	2852	2197	2130	2321	1920	2587	2142
56	932	2327	2932	1796	1994	2401	2111	2050	2031
57	1427	2877	4266	2716	3093	2759	2548	3198	2722
58	1463	2655	3766	2796	2704	2383	2624	2920	2340

QUADRO VII - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	170.312,00**	1.070.288,00**	127.984,00NS
Linear	1	335.947,50**	1.935.108,00**	211.944,40NS
Quadrático	1	4.674,49NS	205.521,60*	44.088,22NS
Locais (L)	60	2.673.003,00**	2.671.807,00**	2.669.785,00**
Interação (TxL)	120	12.722,00	46.183,20	124.930,40
Coefficiente de Variação	(%)	11,62	22,17	36,46

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO VIII - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	28.896,00**	20.256,00**	2.168,00NS
Linear	1	57.684,02**	30.415,22**	193,60NS
Quadráticos	1	118.01NS	10.101,67*	4.130,13NS
Locais (L)	19	468.320,00**	468.471,60**	467.995,30**
Interação (TxL)	38	2.938,11	2.015,16	2.513,26
Coefficiente de Variação	(%)	10,18	8,43	9,41

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO IX - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	26.200,00NS	218.672,00NS	445.480,00NS
Linear	1	15.078,12NS	426.048,10*	739.417,40NS
Quadrático	1	37.355,92NS	11.308,59NS	151.574,70NS
Locais (L)	16	5.813.413,00**	5.820.026,00**	5.813.546,00**
Interação (TxL)	32	19.709,50	69.607,00	425.091,00
Coefficiente de Variação	(%)	13,71	25,78	63,68

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO X - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Baixo Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	190.992,00**	1.406.544,00**	3.416,00NS
Linear	1	380.928,10**	2.509.978,00**	1.420,45NS
Quadrático	1	1.037,12NS	303.072,80*	5.396,48NS
Locais (L)	21	1.594.625,00**	1.593.721,00**	1.591.896,00**
Interação (TxL)	42	15.197,71	49.806,09	15.484,19
Coefficiente de Variação	(%)	8,92	16,19	9,02

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XI - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Feijão Mulatinho com N, P e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	70.968,00**	208.928,00*	776,00NS
Linear	1	129.401,30**	337.555,60*	276,65NS
Quadrático	1	12.526,75NS	80.306,31NS	1.246,00NS
Locais (L)	37	376.450,10**	383.771,60**	376.976,80**
Interação (TxL)	74	6.868,54	50.479,78	7.909,19
Coefficiente de Variação	(%)	13,08	34,52	14,03

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XII - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Feijão Mulatinho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	21.096,00*	2.456,00NS	3.288,00NS
Linear	1	29.975,63*	3.062,50NS	970,23NS
Quadrático	1	12.221,01NS	1.840,83NS	5.617,01NS
Locais (L)	19	475.908,20**	487.587,30**	475.874,90**
Interação (TxL)	38	6.361,68	72.651,31	4.085,05
Coefficiente de Variação	(%)	12,41	39,83	9,93

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XIII - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Feijão Mulatinho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	90.624,00**	552.056,00**	2.752,00NS
Linear	1	173.724,80**	834.769,80**	5.412,05NS
Quadrático	1	7.526,40NS	269.340,00NS	93,75NS
Locais (L)	9	133.825,80**	133.223,10**	133.818,60**
Interação (TxL)	18	6.171,56	9.457,78	11.143,11
Coefficiente de Variação	(%)	9,85	12,21	13,23

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XIV - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Milho com N, P e K, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	2.948.864,00**	4.303.488,00**	45.696,00NS
Linear	1	5.712.528,00**	7.657.445,00**	61.307,04NS
Quadrático	1	184.832,00NS	949.327,10*	29.971,68NS
Locais (L)	47	2.901.329,00**	2.892.042,00**	2.920.099,00**
Interação (TxL)	94	98.268,56	174.088,10	61.238,46
Coefficiente de Variação	(%)	13,61	18,14	10,75

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XV - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Milho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	986.000,00**	442.968,00**	25.096,00NS
Linear	1	1.723.296,00**	739.936,00**	1.069,53NS
Quadrático	1	248.677,00NS	146.016,00NS	49.096,26NS
Locais (L)	15	2.789.251,00**	2.773.060,00**	2.822.292,00**
Interação (TxL)	30	113.901,80	59.590,93	18.909,33
Coefficiente de Variação	(%)	15,07	10,89	6,13

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XVI - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Milho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	1.688.192,00**	2.528.512,00**	138.752,00NS
Linear	1	3.371.091,00**	4.407.578,00**	248.100,30NS
Quadrático	1	5.616,07NS	649.603,00NS	29.341,09NS
Locais (L)	21	2.630.083,00**	2.619.050,00**	2.647.393,00**
Interação (TxL)	42	94.579,75	171.641,90	88.277,31
Coefficiente de Variação	(%)	13,73	18,55	13,29

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XVII - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Milho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Baixo Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	452.656,00*	1.834.920,00*	40.272,00NS
Linear	1	726.948,40**	3.461.952,00**	56.498,45NS
Quadrático	1	178.324,00NS	207.799,30NS	24.040,02NS
Locais (L)	9	4.125.420,00**	4.125.144,00**	4.125.470,00**
Interação (TxL)	18	83.384,00	353.936,90	65.141,33
Coefficiente de Variação	(%)	11,36	23,41	10,04

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XVIII - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	96.200,00**	26.776,00*	26.720,00*
Linear	1	191.862,40**	42.576,01*	39.054,05*
Quadrático	1	533,05NS	10.976,22NS	14.368,45NS
Locais (L)	36	484.853,80**	480.123,10**	480.171,10**
Interação (TxL)	72	13.326,66	6.563,56	6.754,22
Coefficiente de Variação	(%)	15,41	10,84	10,99

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XIX - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	13.888,00*	1.824,00NS	256,00NS
Linear	1	19.560,73*	1.440,18NS	186,18NS
Quadrático	1	8.207,51NS	2.210,97NS	322,97NS
Locais (L)	10	654.446,40**	654.454,40**	654.312,00**
Interação (TxL)	20	3.921,60	4.115,20	8.421,60
Coefficiente de Variação	(%)	7,74	7,93	11,34

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XX - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Algodão Herbáceo com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	118.488,00**	1.648,00NS	10.168,00NS
Linear	1	236.083,20**	3.150,63NS	13.690,00NS
Quadrático	1	902,01NS	138,68NS	6.660,30NS
Locais (L)	19	302.170,90**	289.897,30**	290.002,50**
Interação (TxL)	38	11.517,89	3.692,21	4.405,05
Coefficiente de Variação	(%)	18,21	10,37	11,32

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XXI - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Feijão Mulatinho com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	846.912,00**	564.024,00**	4.904,00NS
Linear	1	1.682.464,00**	970.380,60**	9.919,01NS
Quadrático	1	11.435,67NS	157.711,70**	0,47NS
Locais (L)	59	4.512.976,00**	656.643,30**	656.641,30**
Interação (TxL)	118	28.707,93	13.233,49	9.853,15
Coefficiente de Variação	(%)	18,04	14,46	12,48

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XXII - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Feijão Mulatinho com N, P e K₂ Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	651.496,00**	89.912,00**	3.568,00NS
Linear	1	1.302.848,00**	116.316,20*	160,00NS
Quadrático	1	102,68NS	63.526,01NS	6.992,13NS
Locais (L)	19	11.718.800,00**	691.307,80**	691.130,90**
Interação (TxL)	38	34.952,00	16.385,26	12.499,37
Coefficiente de Variação	(%)	13,06	12,80	11,18

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XXIII - Análise de Variância para os Ensaios de Adubação em Feijão Mulatinho com N, P e K, Instalados em Solos de características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	438.432,00**	384.752,00**	15.720,00NS
Linear	1	859.924,80**	698.328,80**	29.748,27NS
Quadrático	1	16.916,80NS	71.162,44*	1.705,09NS
Locais (L)	29	565.874,20**	565.730,20**	565.967,40**
Interação (TxL)	58	25.591,45	12.761,65	10.675,31
Coefficiente de Variação	(%)	19,97	14,10	12,90

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XXIV - Análise de Variância para os Ensaios de Adubação em Milho com N, P e K, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	22.770.430,00**	3.438.080,00**	294.656,00NS
Linear	1	43.741.360,00**	5.991.900,00**	248.501,40NS
Quadrático	1	1.799.426,00**	884.056,30**	340.469,00NS
Locais (L)	57	2.070.828,00**	2.184.304,00**	2.476.040,00**
Interação (TxL)	114	259.579,50	94.318,00	406.076,60
Coefficiente de Variação	(%)	25,01	15,10	30,78

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XXV - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Milho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	6.529.536,00**	6.528,00NS	67.072,00NS
Linear	1	12.405.500,00**	3.880,90NS	65.448,10NS
Quadrático	1	653.868,00NS	9.222,53NS	68.736,50NS
Locais (L)	19	2.417.327,00**	2.372.136,00**	2.229.086,00**
Interação (TxL)	38	302.389,90	23.969,68	52.560,84
Coefficiente de Variação	(%)	22,86	6,39	9,54

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

QUADRO XXVI - Análise de Variância para os Ensaio de Adubação em Milho com N, P e K, Instalados em Solos de Características: Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, Referente aos Anos de 1972 a 1974.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Tratamentos (T)	(2)	17.488.130,00**	4.947.200,00**	886.656,00NS
Linear	1	32.999.550,00**	8.992.657,00**	791.156,40NS
Quadrático	1	1.976.960,00**	902.016,00**	982.353,20NS
Locais (L)	28	1.232.484,00**	1.281.280,00**	1.975.405,00**
Interação (TxL)	56	215.844,60	96.013,69	759.113,10
Coefficiente de Variação	(%)	22,62	15,05	40,62

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

TABELA I - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 61 Ensaio de Algodão Herbáceo, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	921	963	1026	14,4	...	...	...	...	...
Fósforo	820	1017	1072	27,5	0,00926	0,00601	0,07	0,02115	-0,00265
Potássio	917	991	1000	45,3	...	...	...	...	...

TABELA II - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 20 Ensaio de Algodão Herbáceo, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	494	535	570	12,1	0,00171	0,00854	-0,37	0,01905	-0,0156
Fósforo	496	552	550	10,0	...	...	...	...	...
Potássio	529	544	525	11,2	...	...	...	...	...

TABELA III - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 17 Ensaio de Algodão Herbáceo, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	1022	986	1064	34,1	...	...	...	...	...
Fósforo	901	1045	1125	64,0	...	...	...	...	...
Potássio	838	1101	1133	158,1	...	...	...	...	...

TABELA IV - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 22 Ensaio de Algodão Herbáceo, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Baixo Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	1286	1387	1472	26,3	0,00197	0,00761	-0,39	0,01727	-0,01334
Fósforo	1092	1475	1570	47,6	0,01007	0,00583	0,22	0,02179	-0,00165
Potássio	1380	1366	1391	26,5	...	...	...	...	...

TABELA V - Médias de Produção e Respectiveiros Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 38 Ensaio de Feijão Mulatinho, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	585	648	667	13,4	0,01744	0,01705	0,74	0,05137	-0,01649
Fósforo	566	689	699	36,5	0,01791	0,03772	0,24	0,09297	-0,05715
Potássio	630	639	633	14,4	...	...	...	...	...

TABELA VI - Médias de Produção e Respectiveiros Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 20 Ensaio de Feijão Mulatinho, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	605	663	660	17,8	...	...	...	...	...
Fósforo	664	685	682	60,3	...	...	...	...	...
Potássio	632	657	642	14,3	...	...	...	...	...

TABELA VII - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 10 Ensaio de Feijão Mulatinho, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	694	820	880	24,8	0,01092	0,011099	0,54	0,03421	-0,0123
Fósforo	525	930	934	30,8	0,03482	0,09589	0,27	0,23619	-0,1665
Potássio	783	795	816	33,4	...	...	...	...	...

TABELA VIII - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 48 Ensaio de Milho, Instalados na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$S(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	2033	2353	2521	45,3	0,00559	0,00447	0,15	0,01449	-0,00331
Fósforo	1961	2415	2526	60,2	0,01025	0,00640	0,23	0,02299	-0,00249
Potássio	2266	2322	2316	35,7	...	...	...	...	...

TABELA IX - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 16 Ensaio de Milho, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	1957	2342	2421	84,4	0,01371	0,01459	0,60	0,04347	-0,01605
Fósforo	2051	2320	2355	61,0	0,01475	0,01910	0,31	0,05371	-0,02421
Potássio	2214	2288	2225	34,4	...	...	...	...	...

TABELA X - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 22 Ensaio de Milho, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	1969	2226	2523	65,6	...	...	...	...	...
Fósforo	1847	2374	2480	88,3	0,01160	0,00948	0,30	0,03066	-0,00746
Potássio	2145	2265	2295	63,4	...	...	...	...	...

TABELA XI - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha=5\%$) para o Grupo de 10 Ensaio de Milho, Instalados em Solc. de Baixo Teor de Fósforo e Baixo Teor de Potássio, na Região Sertaneja de Alagoas, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	2296	2651	2678	91,3	0,02232	0,04311	0,40	0,11285	-0,0682
Fósforo	2067	2659	2899	188,1	0,00655	0,01009	-0,22	0,02774	-0,0146
Potássio	2615	2501	2508	80,7	...	...	...	...	...

TABELA XII - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 37 Ensaio de Algodão Herbáceo, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	697	752	798	19,0	0,00198	0,01000	-0,29	0,02188	-0,0179
Fósforo	716	761	764	13,3	0,01988	0,04875	0,23	0,11689	-0,0771
Potássio	732	731	778	13,5	....	...	...	...	...

TABELA XIII - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \underline{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 11 Ensaio de Algodão Herbáceo, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	791	787	850	18,9	...	...	...	...	...
Fósforo	795	821	812	19,3	...	...	...	...	...
Potássio	814	805	809	27,7	...	...	...	...	...

TABELA XIV - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 20 Ensaio de Algodão Herbáceo Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	510	595	664	24,0	0,00233	0,00842	-0,31	0,01942	-0,01476
Fósforo	576	588	594	13,6	...	...	...	...	...
Potássio	575	572	612	14,8	...	...	...	...	...

TABELA XV - Médias de Produção e Respetivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 60 Ensaio de Feijão Mulatinho, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	815	951	1052	21,9	0,00416	0,00670	-0,11	0,01749	-0,00917
Fósforo	685	838	865	14,9	0,01500	0,00741	0,84	0,02975	0,00025
Potássio	787	796	805	12,8	...	...	...	...	...

TABELA XVI - Médias de Produção e Respetivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 20 Ensaio de Feijão Mulatinho, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	1252	1429	1613	41,8	...	...	...	...	...
Fósforo	923	1046	1031	28,6	...	...	...	...	...
Potássio	990	1015	994	25,0	...	...	...	...	...

TABELA XVII - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 30 Ensaio de Feijão Mulatinho, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	672	821	911	29,2	0,00717	0,00927	0,25	0,02580	-0,01146
Fósforo	673	841	889	20,6	0,01081	0,00616	0,33	0,02319	-0,00157
Potássio	782	795	826	18,9	...	...	...	...	...

TABELA XVIII - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 58 Ensaio de Milho, Instalados na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	1351	2181	2579	66,9	0,00637	0,00264	0,56	0,01162	0,00112
Fósforo	1756	2135	2211	40,3	0,01161	0,00608	0,46	0,02371	-0,00049
Potássio	2148	2008	2055	83,7	...	...	...	...	...

TABELA XIX - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha = 5\%$) para o Grupo de 20 Ensaios de Milho, Instalados em Solo de Alto Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	1775	2554	2889	123,0	0,00731	0,00574	0,42	0,01896	-0,00434
Fósforo	2404	2440	2424	34,6	...	...	...	...	...
Potássio	2339	2451	2420	51,3	...	...	...	...	...

TABELA XX - Médias de Produção e Respectivos Desvios Padrões, Estimativa do Parâmetro \underline{c} e seu Desvio Padrão, Valores de \underline{t} (Comparação do \underline{c} da Literatura com o \hat{c} Obtido), Valores Máximo e Mínimo de \hat{c} ($\alpha=5\%$) para o Grupo de 29 Ensaios de Milho, Instalados em Solo de Baixo Teor de Fósforo e Alto Teor de Potássio, na Região Agreste de Pernambuco, nos Anos de 1972 a 1974.

Nutrientes	\bar{y}_0	\bar{y}_1	\bar{y}_2	$s(\bar{y})$	\hat{c}	$s(\hat{c})$	t	\hat{c} max	\hat{c} min
Nitrogênio	1193	2267	2702	86,3	0,00786	0,00300	0,99	0,01389	0,00183
Fósforo	1593	2203	2381	57,5	0,00892	0,00387	0,03	0,01670	0,00114
Potássio	2337	1995	2103	161,8	...	...	...	...	...