

TOSHIO IGUE

Engenheiro-Agrônomo

Seção de Técnica Experimental

Instituto Agronômico do Estado de São Paulo

**Interações em Grupos de Experimentos de Adubação do
Feijoeiro com N, P e K, segundo o Esquema Fatorial 3 x 3 x 3**

**Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz"
da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de
"Magister Scientiae".**

PIRACICABA

1968

A G R A D E C I M E N T O S

E R R A T A

Página	Linha	Onde se lê	Leia-se
4	4 *	Em algumas	Em algumas
18	7 *	com sup de zero	com uso de zero
22	1	$N_1^i \times K_1^i$	$N_1^i \times P_1^i$
38	6	an Crop	on Crop
40	7	Forms in Ghana	Farms in Ghana
	Coluna		
45	10. ^a	Experimento Número 20	Experimento Número 23
63	8. ^a	$P'' \times K''$	$P'' \times K'$
64	5. ^a	$N_1^i \times P_1^i$	$N_1^i \times K_1^i$
71	1. ^a	1. ^o componente: $N_1^i \times K_1^i$	$N_1^i \times P_1^i$
		5. ^o componente: $P_1^i \times K_1^i$	$N_1^i \times K_1^i$

Observação: -

O asterisco indica que as linhas foram contadas de baixo para cima.

O Autor

AGRADECIMENTOS

Queremos expressar os nossos sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Dr. Frederico Pimentel Gomes , Catedrático da Cadeira n.º 16 (Matemática e Estatística) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" , pela valiosa orientação dada durante a elaboração do presente trabalho.

Ao Eng.º-Agr.º Dr. Shiro Miyasaka , Chefe da Seção de Leguminosas do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, pelo fornecimento dos dados utilizados.

Ao Eng.º-Agr.º Eduardo de Sousa Freire , pelas sugestões apresentadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) , pela bolsa de estudo que nos concedeu para realizar curso pós-graduado em "Experimentação e Estatística", na E. S. A. "Luiz de Queiroz" , proporcionando-nos assim a oportunidade de elaborar este trabalho.

E a todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, colaboraram para o andamento dessa pesquisa.

O Autor

Í N D I C E

	PÁGINA
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA	2
3 - MATERIAL E MÉTODOS	7
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 - Interações Linear x Linear para as Doses 0 e 1 .	20
4.1.1 - Experimentos em solos dos tipos arenito de Bauru , glacial , massapé-salmourão , ter- ra-roxa (legítima ou misturada) e "diver- sos"	20
4.1.2 - Experimentos que reagiram ao nitrogênio	21
4.1.3 - Experimentos que reagiram ao fósforo	21
4.1.4 - Experimentos que reagiram ao potássio	22
4.2 - Interação Linear x Linear para as Doses 0 e 2 ..	22
4.2.1 - Experimentos em solos dos tipos arenito de Bauru , glacial , massapé-salmourão , ter- ra roxa (legítima ou misturada) e "diver- sos"	22
4.2.2 - Experimentos que reagiram ao nitrogênio	23
4.2.3 - Experimentos que reagiram ao fósforo	24
4.2.4 - Experimentos que reagiram ao potássio	24
4.3 - Interações Linear x Quadrático , Quadrático x Linear e Quadrático x Quadrático	25

	PÁGINA
5 - CONCLUSÕES	32
6 - RESUMO	34
7 - SUMMARY	36
8 - BIBLIOGRAFIA CITADA	38
9 - APÊNDICE	41

ÍNDICE DO APÊNDICE

PÁGINA

QUADRO 1	- Contrastes ortogonais utilizados nas estimativas dos componentes das interações duplas entre os elementos N , P e K	42
QUADRO 2	- Produções de sementes de feijão, em kg/ha , obtidas dos experimentos instalados em solo arenito de Bauru	44
QUADRO 3	- Produções de sementes de feijão, em kg/ha , obtidas dos experimentos instalados em solo glacial ..	46
QUADRO 4	- Produções de sementes de feijão, em kg/ha , obtidas dos experimentos instalados em solo massapé-salmourão	48
QUADRO 5	- Produções de sementes de feijão, em kg/ha , obtidas dos experimentos instalados em terra-roxa (legítima ou misturada)	50
QUADRO 6	- Produções de sementes de feijão, em kg/ha , obtidas dos experimentos instalados em solos "diversos"	56
QUADRO 7	- Estimativas das interações, em kg/ha , obtidas dos experimentos instalados em solos arenito de Bauru e massapé-salmourão	58
QUADRO 8	- Estimativas das interações, em kg/ha , obtidas dos experimentos instalados em solos glacial e "diversos"	60

QUADRO 9	- Estimativas das interações, em kg/ha , obtidas dos experimentos instalados em terra-roxa (legítima ou misturada)	62
QUADRO 10	- Análises da variância do componente linear x linear , relativas às interações duplas entre os elementos N , P e K , considerando-se as doses 0 e 1 , de cada grupo e do conjunto dos grupos de experimentos	64
QUADRO 11	- Análises da variância do componente linear x linear , relativas às interações duplas entre os elementos N , P e K , considerando-se as doses 0 e 1 , dos experimentos que reagiram ao nitrogênio , ao fósforo e ao potássio	65
QUADRO 12	- Análises da variância do componente linear x linear , relativas às interações duplas entre os elementos N , P e K , considerando-se as doses 0 e 2 , de cada grupo e do conjunto dos grupos de experimentos	66
QUADRO 13	- Análises da variância do componente linear x linear , relativas às interações duplas entre os elementos N , P e K , considerando-se as doses 0 e 2 , dos experimentos que reagiram ao nitrogênio , ao fósforo e ao potássio	67

QUADRO 14 - Análises da variância dos componentes linear x quadrático , quadrático x linear e quadrático x quadrático , relativas as interações duplas entre os elementos N , P e K , de cada grupo e do conjunto dos grupos de experimentos 68

QUADRO 15 - Análises da variância do conjunto dos grupos de experimentos, relativas a todos os componentes das interações duplas entre os elementos N , P e K , com decomposição dos graus de liberdade da soma dos quadrados do total em apenas graus de liberdade devidos à interação e ao resíduo 71

QUADRO 16 - Estimativas das interações médias, em kg/ha , de todos os componentes das interações duplas entre os elementos N , P e K , com os respectivos extremos de intervalo de confiança ao nível de 5% de probabilidade, calculadas para cada grupo de experimentos, para o conjunto dos grupos de experimentos e para os experimentos que reagiram ao nitrogênio , ao fósforo e ao potássio 73

QUADRO 17 - Respostas dos elementos N , P e K , em kg/ha , considerando-se o efeito principal e as interações linear x linear , para o conjunto dos grupos de experimentos e para os experimentos que reagiram ao nitrogênio, ao fósforo e ao potássio ... 76

PÁGINA

QUADRO 18	- Resultados analíticos de amostras compostas dos solos utilizados para alguns dos experimentos de adubação do feijoeiro	78
QUADRO 19	- Resumo das análises dos 50 experimentos considerados no trabalho, mostrando as reações para os elementos N, P e K e seus componentes linear e quadrático, além do componente linear x linear das interações duplas entre êsses elementos, tomada para as doses 0 e 2	80

1 - INTRODUÇÃO

O termo interação é muito comumente usada pelos pesquisadores. Entende-se por interação entre dois fatores, que é o caso mais simples, a ação exercida por um deles sobre o efeito do outro. A interação pode ser positiva, negativa ou nula. Quando um fator beneficia a ação de outro, dizemos que é positiva; caso contrário, negativa. A interação é nula quando um fator não exerce influência sobre o outro.

Dependendo do tipo da pesquisa e dos fatores considerados, a interação pode tornar-se importante. No setor agrônomo, em particular nos experimentos de adubação, as opiniões entre os técnicos são divergentes: enquanto alguns dão muita importância à interação, outros a ignoram.

Em experimentos de adubação mineral com N, P e K, do tipo fatorial $3 \times 3 \times 3$, as análises só raramente revelam interações singificativas entre dois nutrientes. Tal fato nos faz levantar as seguintes hipóteses:

- a) ou elas são pequenas ou inexistentes ;
- b) ou a pequena precisão dos experimentos não permite revelá-las .

O objetivo do presente trabalho é estimar as interações em grupos de experimentos de adubação do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.), com N, P e K, segundo o esquema fatorial $3 \times 3 \times 3$, e mostrar, também, a relação entre as interações e os efeitos principais.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

Alguns trabalhos têm sido feitos para avaliar as interações em grupos de experimentos de adubação.

CROWTHER e YATES (1941) , estudando uma série de ensaios, chegaram à conclusão de que esse problema é um tanto complicado e variável de cultura para cultura. Em beterraba-açucareira, por exemplo, citam a existência de interação positiva N x K , alguma indicação de interação positiva N x P , porém menor que a anterior, e pequena interação positiva P x K ; em batata, interações positivas de N x P , P x K e N x K , esta porém pequena.

EDWARD , WATKIN e WEBBER (citados por BOYD , 1956) , baseados em 51 experimentos de adubação de batata, para as interações médias de N x K , P x K e N x P , obtiveram respectivamente, os resultados + 1481 , + 1234 e + 987 kg/ha. Por outro lado em beterraba, também constataram interações positivas de K com N e P , em solos derivados de "chalky boulder clay" , no qual normalmente, não há resposta ao potássio. Mostraram, ainda, baseados numa série de 131 experimentos que ao contrário do efeito principal, a interação tende a aumentar com o aumento dos níveis de adubação, conforme se vê a seguir:

NÍVEL	N	K	N x K
Baixo	407 kg/ha	163 kg/ha	45 kg/ha
Alto	580 kg/ha	304 kg/ha	129 kg/ha

HODNETT (1956) , trabalhando com dados de experimentos de cana-de-açúcar, realizados em diversos países do Império Britânico, encontrou pequenas interações positivas de N x P e N x K , correspondentes, a 63 e 50 kg/ha de açúcar.

No Brasil, PIMENTEL GOMES e SALATI (1957) , examinando um conjunto de 38 experimentos de adubação de cana de açúcar com N , P e K , conduzidos por

Estevan Straus, na faixa canavieira de Pernambuco e Alagoas, em esquema fatorial 3 x 3 x 3, verificaram a existência de interações N x P e P x K lineares, positivas e significativas. Os resultados obtidos para as interações N x P, N x K e P x K, com os respectivos erros padrões, foram:

Doses de N, P e K (kg/ha)	N x P (t/ha)	N x K (t/ha)	P x K (t/ha)
60	0,91 ± 0,87	0,43 ± 0,75	2,01 * ± 0,75
120	1,91** ± 0,66	- 0,97 ± 0,91	1,63 * ± 0,63

ARRUDA (1959), estudando o componente linear x linear das interações N x P, N x K e P x K, num conjunto de 27 experimentos de adubação de milho, com N, P e K, segundo o esquema fatorial 3 x 3 x 3, não constatou nenhuma interação significativa. As interações estimadas pelo autor, transformadas em kg/ha, são transcritas abaixo:

Número do Experimento	1957/58			1958/59		
	N' x P'	N' x K'	P' x K'	N' x P'	N' x K'	P' x K'
1	+ 29	+ 217	+ 233	- 321	- 58	- 675
2	+ 146	+ 179	+ 204	+ 246	- 57	- 700
3	- 421	+ 225	+ 250	+ 404	+ 496	- 458
4	+ 71	- 87	- 275	+ 142	+ 204	+ 362
5	- 450	- 250	+ 233	+ 183	+ 217	- 33
6	+ 58	+ 247	+ 116	+ 237	- 112	+ 104
7	- 356	+ 341	- 620	+ 142	+ 283	+ 87

(continuação)

Número do Experimento	1957/58			1958/59		
	N' x P'	N' x K'	P' x K'	N' x P'	N' x K'	P' x K'
8	+ 383	- 292	- 633	+ 330	- 277	+ 491
9	- 486	- 32	- 460	+ 26	- 264	- 315
10	+ 300	- 567	+ 429	- 432	- 213	+ 263
11	+ 255	+ 133	+ 175	+ 237	+ 183	+ 254
12	+ 758	- 287	- 50	+ 43	+ 97	+ 311
13	+ 471	- 225	+ 8	+ 17	- 167	+ 421
14	-. -	-. -	-. -	+ 492	+ 133	- 175

As interações médias foram:

$$\hat{m}(N' \times P') = + 91,7 \text{ kg/ha} \quad ; \quad \hat{m}(N' \times K') = + 7,0 \text{ kg/ha} \quad e$$

$$\hat{m}(P' \times K') = - 2,5 \text{ kg/ha} .$$

YATES e LIPTON (1959) , baseados em 238 experimentos de adubação de arroz, com N , P e K , segundo o esquema fatorial 3 x 3 x 3 , levados a efeito em diversas zonas do Estado de Bihar , na Índia , encontraram pequenas interações entre os fatores. Os experimentos haviam sido instalados em oito zonas, segundo os principais tipos de solo. Em algumas zonas havia experimentos irrigados e não irrigados; em outras, somente não irrigados. Para cinco dessas zonas, as interações N' x P' , N' x K' e P' x K' , expressas em kg/ha , são transcritas a seguir.

Zonas	N' x P'		N' x K'	
	Irrigado	Não Irrigado	Irrigado	Não Irrigado
A	- 37	- 0	- 46	+ 9
B	+ 28	- 28	- 18	+ 46
C	- 65	+ 9	+ 28	+ 0
D	-.-	+ 0	-.-	+ 37
E	-.-	+ 74	-.-	+ 55

Zonas	P' x K'		Desvio Padrão	
	Irrigado	Não Irrigado	Irrigado	Não Irrigado
A	- 28	+ 28	18	28
B	+ 28	+ 74	33	19
C	- 192	+ 46	70	28
D	-.-	+ 28	-.-	19
E	-.-	+ 18	-.-	27

Segundo êsses autores, nos experimentos irrigados, houve tendên-
cia de as interações N' x P' e N' x K' serem negativas. Por outro lado, nos
experimentos não irrigados, houve tendência geral para pequenas interações positi-
vas.

STEPHENS (1960) , estudando uma série de 1200 experimentos de a-
dubação de diversas culturas (amendoim , milhete , sorgo , inhame , arroz , milho
e mandioca), realizados em Gana, constatou que, para inhame, houve tendência de
interação significativa entre N e P ; para arroz, essa interação foi sempre tão
grande e negativa que o efeito de superfosfato se tornou desprezível quando apli-

cado com sulfato de amônio; em milho, a interação N x P mostrou-se algumas vezes significativa e comumente negativa, em determinadas zonas, e positiva, em outras ; para mandioca, não constatou interações significativas.

Experimentos de adubação do arroz com N , P e K , conduzidos em grande número pela FAO (1966) em diversos países em desenvolvimento, tais como Ceilão , Irã , Paquistão , mostraram ausência de interação entre os elementos. Em geral, quando se usaram dois elementos combinados, as respostas foram praticamente aditivas. Nos mais variados grupos de solo das regiões Norte , Sul , Central e Nordeste da Índia , nas quais foram instalados 4764 experimentos, as interações N x P verificadas eram praticamente desprezíveis. Nas interações encontradas num grupo de solo apresentaram apenas ligeiras diferenças em relação às encontradas em outros grupos.

Em experimentos fatoriais 3 x 3 x 3 de adubação de feijão com N , P e K , MIYASAKA et al. (1965 , 1966 , a , b , c , d , e , f , g) raramente constatarão interações significativas.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados no presente estudo e que se encontram nos Quadros: 2, 3, 4, 5 e 6 foram cedidos pela Seção de Leguminosas do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, em Campinas. Referem-se a 50 experimentos fatoriais $3 \times 3 \times 3$ de adubação mineral do feijoeiro com N, P e K, instalados por aquela Seção, entre 1960 e 1965, em diversas localidades do Estado de São Paulo, cujos solos eram dos grandes tipos arenito de Bauru, glacial, massapé-salmourão e terra roxa (legítima ou misturada), segundo classificação de PAIVA *et al.* (1951).

Procuramos distribuir os experimentos em grupos, de conformidade com os grandes tipos de solo. Aquêles que não se enquadravam em qualquer dos grupos considerados, constituíram um novo grupo que denominamos "diversos".

A distribuição dos 50 experimentos foi a seguinte:

<u>Tipos de Solo</u>	<u>Número de Experimentos</u>
Arenito de Bauru	9
Glacial	8
Massapé-salmourão	8
Terra Roxa (legítima ou misturada)	20
"Diversos"	5

Os fatoriais $3 \times 3 \times 3$ para N, P e K utilizados eram do Grupo Y, segundo notações de YATES, com confundimento de dois graus de liberdade da interação $N \times P \times K$.

Empregaram-se 0, 30 e 60 kg/ha de N; 0, 60 e 120 kg/ha de P_2O_5 e 0, 45 e 90 kg/ha de K_2O , usando-se como fontes de nutrientes, sulfato

de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio. A variedade de feijão utilizada foi a Creme. Em sua maioria, os experimentos foram instalados em solos já cultivados, vários deles adubados nas culturas anteriores. Em muitos casos, antes da instalação dos experimentos, foram feitas análises de solo, as quais se encontram no Quadro 18.

Serão estudados todos os componentes das interações duplas dos elementos N, P e K, que são: linear x linear, linear x quadrático, quadrático x linear e quadrático x quadrático. O componente linear x linear é o que apresenta maior interesse e será estudado para as doses 1 e 2. No primeiro caso, a linearidade entre dois elementos será estudada para as doses 0 e 1, no segundo, para as doses 0 e 2. Para facilitar a exposição, as interações linear x linear, quando tomadas para as doses 0 e 1 serão representadas com índices 1, e para doses 0 e 2 com índices 2. Assim, $N_1^1 \times P_1^1$ e $N_2^1 \times P_2^1$ representam, respectivamente, interações lineares de N x P para 0 e 1 e 0 e 2.

Os componentes linear x linear, linear x quadrático, quadrático x linear e quadrático x quadrático da interação N x P serão representados respectivamente, por: $N^1 \times P^1$, $N^1 \times P^2$, $N^2 \times P^1$ e $N^2 \times P^2$. Do mesmo modo, faremos para as interações N x K e P x K.

A interação $N_1^1 \times P_1^1$ será estimada pelo contraste (YATES):

$$\hat{Y}(N_1^1 \times P_1^1) = \frac{1}{6} \left[(N_1 - 1)(P_1 - 1)(K_2 + K_1 + 1) \right]$$

$$= \frac{1}{6} \left[\begin{array}{l} N_1 P_1 K_2 + N_1 P_1 K_1 + N_1 P_1 - N_1 K_2 - N_1 K_1 - N_1 - \\ - P_1 K_2 - P_1 K_1 - P_1 + K_2 + K_1 + (1) \end{array} \right].$$

O contraste anterior pode, ainda, ser indicado por:

$$\hat{Y} (N'_1 \times P'_1) = \frac{1}{6} \left[\begin{array}{l} 112 + 111 + 110 - 102 - 101 - 100 - 012 - \\ - 011 - 010 + 002 + 001 + 000 \end{array} \right].$$

Por analogia, temos:

$$\hat{Y} (N'_1 \times K'_1) = \frac{1}{6} \left[\begin{array}{l} 121 + 111 + 101 - 120 - 110 - 100 - \\ - 021 - 011 - 001 + 020 + 010 + 000 \end{array} \right]$$

$$\hat{Y} (P'_1 \times K'_1) = \frac{1}{6} \left[\begin{array}{l} 211 + 111 + 011 - 210 - 110 - 010 - \\ - 201 - 101 - 001 + 200 + 100 + 000 \end{array} \right].$$

Os contrastes dessas interações $N' \times P'$, $N' \times K'$ e $P' \times K'$, para as doses 2, serão dados por:

$$\hat{Y} (N'_2 \times P'_2) = \frac{1}{6} \left[(N_2 - 1)(P_2 - 1)(K_2 + K_1 + 1) \right]$$

$$\hat{Y} (N'_2 \times K'_2) = \frac{1}{6} \left[(N_2 - 1)(P_2 + P_1 + 1)(K_2 - 1) \right]$$

$$\hat{Y} (P'_2 \times K'_2) = \frac{1}{6} \left[(N_2 + N_1 + 1)(P_2 - 1)(K_2 - 1) \right]$$

Outros componentes das interações serão estimados por:

$$\hat{Y} (N'' \times P'') = \frac{1}{12} \left[(N_2 - 1)(P_2 - 2P_1 + 1)(K_2 + K_1 + 1) \right]$$

$$\hat{Y} (N'' \times P') = \frac{1}{12} \left[(N_2 - 2N_1 + 1)(P_2 - 1)(K_2 + K_1 + 1) \right]$$

$$\hat{Y} (N'' \times P'') = \frac{1}{12} \left[(N_2 - 2 N_1 + 1)(P_2 - 2 P_1 + 1)(K_2 + K_1 + 1) \right] .$$

De maneira análoga, calcularemos os componentes das interações N x K e P x K .

No Quadro 1 , encontram-se todos os contrastes utilizados na estimativa das interações.

Para avaliar a significância dessas interações, serão feitas análises da variância sôbre os dados existentes nos Quadros 7 , 8 e 9 , convenientemente preparados.

Serão feitas duas análises para cada componente das interações duplas. Assim, por exemplo, para $N_1 \times P_1$, será feita inicialmente uma análise da variância para cada grupo de experimentos, cinco ao todo. Em seguida, aqueles grupos que tiverem variâncias residuais semelhantes serão reunidos, fazendo-se, assim, a análise conjunta. Em tôdas essas análises, serão estimadas as interações médias para cada grupo e no conjunto, com os respectivos extremos de intervalo de confiança, dados pelo teste "t" , ao nível de 5% de probabilidade. Para cada grupo de experimentos, o esquema da análise da variância é o seguinte:

Fonte de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Interação	1			
Resíduo	(n - 1)			
Total	n			

sendo: G. L. = graus de liberdade
 S. Q. = soma dos quadrados
 Q. M. = quadrados médios

F = teste "F"

n = número de experimentos no grupo.

$$S. Q. \text{ Interação} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \hat{Y}_i \right)^2$$

$$S. Q. \text{ Total} = \sum_{i=1}^n \hat{Y}_i^2$$

$$\text{Interação média} = \hat{m} = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{Y}_i}{n}$$

Extremos do intervalo de confiança: I. C. = $\hat{m} \pm t \sqrt{\frac{\text{Q. M. Resíduo}}{n}}$

onde t é o valor que deve ser procurado na tabela do teste "t", com os graus de liberdade do resíduo e ao nível α de probabilidade desejado.

A análise da variância conjunta será:

Fonte de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Interação	1			
Entre Grupos	g			
Resíduo	(N - g)			
Total	N			

sendo: N = número total de experimentos

g = número de grupos

$$S. Q. \text{ Interação} = \frac{1}{N} \left(\sum_{i,j} \hat{Y}_{ij} \right)^2$$

$$S. Q. \text{ Entre grupos} = \sum_{j=1}^g \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \hat{Y}_{ij} \right)^2 - S. Q. \text{ Interação}$$

(i = 1, 2, ..., n) e (j = 1, 2, ..., g)

$$S. Q. Total = \sum_{i,j} \hat{Y}_{ij}^2$$

$$Interação média = \hat{m} = \frac{\sum_{i,j} \hat{Y}_{ij}}{N}$$

$$Extremos de intervalo de confiança: I. C. = \hat{m} \pm t \sqrt{\frac{Q. M. Resíduo}{N}}$$

Poderemos, ainda, avaliar a significância daquelas interações, aproveitando as análises da variância dos experimentos individuais, tomando somente os componentes de nosso interesse. O esquema da análise da variância de cada experimento fatorial 3 x 3 x 3 com N, P e K, é o que se segue:

Fonte de Variação	G. L.
N	(2)
Componente Linear (N')	1
Componente Quadrático (N'')	1
P	(2)
Componente Linear (P')	1
Componente Quadrático (P'')	1
K	(2)
Componente Linear (K')	1
Componente Quadrático (K'')	1
N x P	(4)
N' x P'	1
N' x P''	1
N'' x P'	1
N'' x P''	1
N x K	(4)
N' x K'	1
N' x K''	1
N'' x K'	1
N'' x K''	1

(continuação)

Fonte de Variação	G. L.
P x K	(4)
P' x K'	1
P' x K''	1
P'' x K'	1
P'' x K''	1
Blocos	2
Resíduo	6
T o t a l	26

O esquema da análise da variância conjunta dos experimentos dentro de um mesmo grupo será:

Fonte de Variação	G. L.
N' x P'	1
N' x P''	1
N'' x P'	1
N'' x P''	1
N' x K'	1
N' x K''	1
N'' x K'	1
N'' x K''	1
P' x K'	1
P' x K''	1
P'' x K'	1
P'' x K''	1
Experimentos (e)	n - 1
N' x P' x e	n - 1
N' x P'' x e	n - 1

(continuação)

Fonte de Variação	G. L.
$N'' \times P' \times e$	$n - 1$
$N'' \times P'' \times e$	$n - 1$
$N' \times K' \times e$	$n - 1$
$N' \times K'' \times e$	$n - 1$
$N'' \times K' \times e$	$n - 1$
$N'' \times K'' \times e$	$n - 1$
$P' \times K' \times e$	$n - 1$
$P' \times K'' \times e$	$n - 1$
$P'' \times K' \times e$	$n - 1$
$P'' \times K'' \times e$	$n - 1$
Resíduo Médio	$6n$

O esquema da análise da variância quando reunimos os grupos (tipos de solo), é o que se segue:

Fonte de Variação	G. L.
$N' \times P'$	1
$N' \times P''$	1
$N'' \times P'$	1
$N'' \times P''$	1
$N' \times K'$	1
$N' \times K''$	1
$N'' \times K'$	1
$N'' \times K''$	1
$P' \times K'$	1
$P' \times K''$	1
$P'' \times K'$	1
$P'' \times K''$	1

(continuação)

Fonte de Variação	G. L.
Experimentos (E)	N - 1
N' x P' x E	N - 1
N' x P'' x E	N - 1
N'' x P' x E	N - 1
N'' x P'' x E	N - 1
N' x K' x E	N - 1
N' x K'' x E	N - 1
N'' x K' x E	N - 1
N'' x K'' x E	N - 1
Resíduo Médio	6 N

Note-se que os (N - 1) graus de liberdade de cada interação tripla podem ser decompostos em duas partes:

- a) (g - 1) graus de liberdade devidos à interação em estudo x grupos.
- b) (N - g) graus de liberdade devidos à interação em estudo x experimentos dentro de grupos.

O esquema da análise da variância, tomando para exemplo a interação $N_2^1 \times P_2^1$, será:

Fonte de Variação	G. L.
$N_2^1 \times P_2^1$	1
$N_2^1 \times P_2^1 \times E$	(N - 1)
$N_2^1 \times P_2^1 \times \text{Grupos}$	g - 1
$N_2^1 \times P_2^1 \times E$ dentro de Grupos	N - g

A interação $N_2^1 \times P_2^1$ será testada com $N_2^1 \times P_2^1 \times E$ dentro de Grupos.

Num experimento fatorial $3 \times 3 \times 3$ de adubação com N, P e K, a soma dos quadrados das interações lineares $N_2^1 \times P_2^1$, por exemplo, é expressa por:

$$S. Q. N_2^1 \times P_2^1 = \frac{\left[\hat{Y} (N_2^1 \times P_2^1) \right]^2}{r (c_1^2 + c_2^2 + \dots + c_{12}^2)} = \frac{\left[\hat{Y} (N_2^1 \times P_2^1) \right]^2}{12},$$

onde r representa o número de repetições e c_1, c_2, \dots, c_{12} os coeficientes do contraste.

O contraste $\hat{Y} (N_2^1 \times P_2^1)$ é dado por:

$$\hat{Y} (N_2^1 \times P_2^1) = \begin{bmatrix} 000 + 001 + 002 + 220 + 221 + 222 - \\ 020 - 021 - 022 - 200 - 201 - 202 \end{bmatrix}.$$

A variância desse contraste será:

$$V \left[\hat{Y} (N_2^1 \times P_2^1) \right] = 12 \sigma_1^2 \quad \text{ou} \quad \hat{V} \left[\hat{Y} (N_2^1 \times P_2^1) \right] = 12 s_1^2,$$

em que s_1^2 é o quadrado médio residual. É de interesse estimar os contrastes na base de uma parcela. Portanto, teremos que dividir o contraste por 6. A variância do contrastes assim determinado será:

$$V \left[\frac{\hat{Y} (N_2^1 \times P_2^1)}{6} \right] = \frac{1}{36} V \left[\hat{Y} (N_2^1 \times P_2^1) \right] = \frac{12}{36} \sigma_1^2 = \frac{\sigma_1^2}{3}$$

ou

$$\hat{V} \left[\frac{\hat{Y} (N_2^1 \times P_2^1)}{6} \right] = \frac{s_1^2}{3}.$$

Como acontece com os dados de produção dos experimentos tomados para o presente estudo, as interações, também, serão dadas em kg/ha.

Os extremos do intervalo de confiança são:

$$I. C. = \hat{m} (N'_2 \times P'_2) \pm t \sqrt{\frac{s_1^2}{3}},$$

onde o valor de t é encontrado na tabela do teste "t".

A significância de uma interação qualquer, baseada numa série de experimentos pertencentes a um grupo, conforme vimos, pode ser avaliada pela análise da variância conjunta dos experimentos. Neste caso, a média, em kg/ha, será dada por:

$$\hat{m} = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{Y}_i}{6 n},$$

e sua variância será:

$$\hat{V}(\hat{m}) = \frac{s_2^2}{3 n}.$$

Os extremos do intervalo de confiança são:

$$I. C. = \hat{m} \pm t \sqrt{\frac{s_2^2}{3 n}},$$

sendo s_2^2 o quadrado médio da interação entre interação em estudo e experimentos. A estimativa da interação média, quando se reúnem os grupos, será dada por:

$$\hat{m} = \frac{\sum_{j=1}^g \left(\sum_{i=1}^n \hat{Y}_{ij} \right)}{6 n g},$$

e a estimativa da variância da média:

$$\hat{V}(\hat{m}) = \frac{s_3^2}{3 n g}$$

Os extremos de intervalo de confiança:

$$I. C. = \hat{m} \pm t \sqrt{\frac{s_3^2}{3 n g}}$$

sendo s_3^2 o quadrado médio da interação em estudo x experimentos dentro de Grupo.

As respostas para quaisquer elementos na presença ou na ausência de um ou mais elementos podem ser obtidas. Assim, o efeito de N_2 (duas doses de nitrogênio), por exemplo, pode ser avaliado:

- 1) Na presença ou na ausência de P_2 (duas doses de P_2O_5)
 - a) na presença: efeito de $N_2 = \bar{N}_2 + N'_2 \times P'_2$
 - b) na ausência: efeito de $N_2 = \bar{N}_2 - N'_2 \times P'_2$
- 2) Na presença ou na ausência de K_2 (duas doses de K_2O)
 - a) na presença: efeito de $N_2 = \bar{N}_2 + N'_2 \times K'_2$
 - b) na ausência: efeito de $N_2 = \bar{N}_2 - N'_2 \times K'_2$
- 3) Na presença ou na ausência de P_2 e K_2
 - a) na presença: efeito de $N_2 = \bar{N}_2 + N'_2 \times P'_2 + N'_2 \times K'_2$
 - b) na ausência: efeito de $N_2 = \bar{N}_2 - N'_2 \times P'_2 - N'_2 \times K'_2$

Nas fórmulas acima, $\bar{N}_2 = N_2 - N_0$; N_0 e N_2 representam as produções obtidas com o solo de zero e de duas doses de nitrogênio, respectivamente.

Além das análises descritas, serão feitas outras em que reuniremos os experimentos de acordo com os efeitos significativos dos elementos.

Dêsse modo, serão formadas três séries de experimentos:

- 1^a série: experimentos que reagiram ao fósforo (22)
- 2^a série: experimentos que reagiram ao nitrogênio (14)
- 3^a série: experimentos que reagiram ao potássio (6) .

A idéia que se faz, quando se reúnem os ensaios segundo as respostas significativas a determinado elemento, é que isso seja equivalente a reunir experimentos provenientes de solos deficientes daquele nutriente.

Era nosso propósito reunir os experimentos em apenas duas séries, onde o critério de agrupamento seria o de "solos nunca adubados", entre as quais se encontram, no Estado de São Paulo, os solos mais deficientes de fósforo, e "solos adubados em culturas anteriores", que geralmente receberam algumas doses de fósforo. Isso não foi feito porque os protocolos de alguns experimentos eram incompletos.

No Quadro 19, encontra-se o resumo das análises dos experimentos que servirão de base para o nosso estudo.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados de acôrdo com os ítems estudados no capítulo anterior:

4.1 - Interações Linear x Linear Entre as Doses 0 e 1

4.1.1 - Experimentos em solos dos tipos arenito de Bauru , glacial , massapé-salmourão , terra-roxa (legítima ou misturada) e "diversos"

As análises da variância se encontram no Quadro 10 .

$N_1^1 \times P_1^1$ - Essa interação foi significativa nos solos arenito de Bauru e "diversos". À exceção do grupo "diversos", tôdas as variâncias residuais foram semelhantes. Na análise conjunta dos quatro grupos, a interação não foi significativa, onde a interação média foi de $- 27,2$ kg/ha , com intervalo de confiança de $- 65,2 \leq m \leq + 10,8$. Foi constatada diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os grupos. Não se verificou diferença significativa entre os solos glacial e terra-roxa (legítima ou misturada), sendo êstes diferentes dos solos arenito de Bauru e massapé-salmourão. As interações médias para cada grupo podem ser verificadas no Quadro 16 .

$N_1^1 \times K_1^1$ - Esta interação não foi significativa em nenhum dos grupos. Na análise conjunta para quatro grupos, excetuando "diversos", que teve variância residual bem diferente dos demais, a interação não foi significativa. Sua média foi de $- 1,9$ kg/ha , com intervalo de confiança de $- 37,0 \leq m \leq + 33,2$. Não se verificou diferença significativa entre os grupos de solo. As interações médias e os intervalos de confiança são encontradas no Quadro 16 .

$P_1^1 \times K_1^1$ - Dentro de cada grupo não foi constatada interação significativa. Como nos casos anteriores, a análise conjunta dos solos arenito de Bau-ru , glacial , massapé-salmourão e terra-roxa , não revelou interação significativa. A média do conjunto foi de + 30,5 kg/ha , sendo o intervalo de confiança de $- 8,2 \leq m \leq + 69,2$.

No Quadro 16 , encontram-se as interações médias para cada grupo e os intervalos de confiança.

Não existe diferença significativa entre os grupos de solo.

4.1.2 - Experimentos que reagiram ao nitrogênio

Dos 50 experimentos tomados para o presente estudo, 14 apresentaram reação significativa ao nitrogênio.

Das análises da variância baseadas nesses 14 experimentos, e que se encontram no Quadro 11 , podemos concluir:

$N_1^1 \times P_1^1$ - Esta interação não foi significativa. Sua média foi de - 22,6 kg/ha com intervalos de confiança de $- 116,0 \leq m \leq + 71,6$.

$N_1^1 \times K_1^1$ - A interação média foi de + 16,1 kg/ha , com intervalo de confiança de $- 24,6 \leq m \leq + 56,8$. Não foi significativa.

$P_1^1 \times K_1^1$ - Não foi constatada interação significativa. A média foi de + 32,8 kg/ha , com intervalo de confiança de $- 38,9 \leq m \leq + 104,4$.

4.1.3 - Experimentos que reagiram ao fósforo

O fósforo teve efeito significativo em 22 experimentos.

Das análises da variância baseadas nesses 22 experimentos, e que se encontram no Quadro 11 , conclui-se:

- $N_1 \times K_1$ - Esta interação não foi significativa. Sua média foi de - 31,0 kg/ha com intervalo de confiança de $- 103,5 \leq m \leq + 41,7$.
- $N_1 \times K_1$ - A interação média foi de - 35,3 kg/ha, com intervalo de confiança de $- 102,9 \leq m \leq + 32,4$. Não foi significativa.
- $P_1 \times K_1$ - Foi constatada interação significativa ao nível de 1% de probabilidade. A média foi de + 63,7 kg/ha e seu intervalo de confiança, de $+ 19,4 \leq m \leq + 108,0$.

4.1.4 - Experimentos que reagiram ao potássio

Poucos foram os experimentos que tiveram reação ao potássio. Dos 50 ensaios considerados, apenas em seis casos foram constatados efeitos significativos do potássio. As análises da variância para esses experimentos, e que se encontram no Quadro 11, revelaram:

- $N_1 \times P_1$ - Sua média foi de + 58,5 kg/ha, com intervalo de confiança de $- 96,8 \leq m \leq + 213,8$. Essa interação não foi significativa.
- $N_1 \times K_1$ - A interação média foi de - 37,5 kg/ha, com intervalo de confiança de $- 136,0 \leq m \leq + 61,0$. Não houve significância para essa interação.
- $P_1 \times K_1$ - Essa interação não foi significativa. Sua média foi de + 38,7 kg/ha, com intervalo de confiança de $- 49,8 \leq m \leq + 127,1$.

4.2 - Interação Linear x Linear Entre as Doses 0 e 2

4.2.1 - Experimentos em solos arenito de Bauru, glacial, massapé-salmou- rão, terra-roxa (legítima ou misturada) e "diversos"

As análises da variância encontram-se no Quadro 12.

- $N_2^1 \times P_2^1$ - Dentro de cada grupo, essa interação não foi significativa. As interações médias e os respectivos intervalos de confiança, para os grupos considerados, são encontrados no Quadro 16. A análise conjunta para os solos arenito de Bauru, glacial, massapé-salmourão e terra-roxa não apresentou interação significativa. Para esse conjunto a interação média foi de + 24,2 kg/ha, sendo o seu intervalo de confiança de $- 16,8 \leq m \leq + 65,1$. Não se verificou diferença significativa entre os grupos.
- $N_2^1 \times K_2^1$ - Esta interação não foi significativa em qualquer dos grupos. Suas médias e os intervalos de confiança podem ser verificados no Quadro 9. As variâncias residuais dos grupos foram semelhantes, exceto em "diversos". A análise conjunta não revelou interação significativa. A média foi de - 10,5 kg/ha, e o intervalo de confiança, de $- 45,1 \leq m \leq + 24,1$. Não se verificou diferença significativa entre os grupos.
- $P_2^1 \times K_2^1$ - Esta interação foi significativa, ao nível de 5% de probabilidade, somente para o grupo "diversos". As interações médias e os intervalos de confiança se encontram no Quadro 16. A análise conjunta, feita para cinco grupos considerados, não mostrou interação significativa. Sua média foi de + 25,6 kg/ha, com intervalo de confiança de $- 9,8 \leq m \leq + 61,0$. Não se verificou diferença significativa entre os grupos.

4.2.2 - Experimentos que reagiram ao nitrogênio

Das análises da variância, que se encontram no Quadro 13, conclui-

se:

$N_2^1 \times P_2^1$ - Esta interação foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. A média foi de + 87,3 kg/ha e o intervalo de confiança de + 19,0 $\leq m \leq$ + 155,6 .

$N_2^1 \times K_2^1$ - Não se verificou interação significativa. A média foi de + 4,0 kg/ha , com intervalo de confiança de - 59,2 $\leq m \leq$ + 67,2 .

$P_2^1 \times K_2^1$ - A interação média foi de - 19,5 kg/ha e o intervalo de confiança de - 86,6 $\leq m \leq$ + 47,6 .

4.2.3 - Experimentos que reagiram ao fósforo

Das análises da variância, que se encontram no Quadro 13 , podemos tirar as seguintes conclusões:

$N_2^1 \times P_2^1$ - Esta interação foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. A média foi de + 46,4 kg/ha e o intervalo de confiança, de + 10,9 $\leq m \leq$ + 82,0 .

$N_2^1 \times K_2^1$ - A interação média foi de - 40,8 kg/ha e o intervalo de confiança, de - 87,2 $\leq m \leq$ + 5,5 . Não foi significativa.

$P_2^1 \times K_2^1$ - Sem ser significativa, essa interação apresentou a média de + 35,2 kg/ha , com intervalo de confiança de - 75,6 $\leq m \leq$ + 5,0 .

4.2.4 - Experimentos que reagiram ao potássio

Das análises da variância, que se encontram no Quadro 13 , concluímos:

$N_2^1 \times P_2^1$ - A interação média foi de + 27,2 kg/ha e o intervalo de confiança, de - 137,8 $\leq m \leq$ + 162,2 . Essa interação não foi significativa.

- $N_2^1 \times K_2^1$ - Não se verificou interação significativa para este caso. A média foi de - 36,0 kg/ha e o intervalo de confiança, de $- 185,2 \leq m \leq + 113,2$.
- $P_2^1 \times K_2^1$ - Esta interação não significativa, apresentou média de + 37,3 kg/ha e intervalo de confiança de $- 34,9 \leq m \leq + 109,6$.

4.3 - Interações Linear x Quadrático , Quadrático x Linear e Quadrático x Quadrático

As análises da variância das interações duplas entre os nutrientes N , P e K , dos tipos acima referidos, encontram-se no Quadro 14 . As interações foram analisadas dentro de cada grupo e em conjunto. Interações significativas dentro de cada grupo, encontradas somente no solo arenito de Bauru , foram de $N'' \times K'$ e $N'' \times P''$.

Na análise conjunta de $N' \times P''$, foram considerados todos os grupos. Neste caso, a interação não foi significativa, sendo a média igual a - 12,5 kg/ha , com intervalo de confiança de $- 41,8 \leq m \leq + 16,8$. Não existe diferença significativa entre os grupos.

Na análise conjunta de $N' \times K''$, não foi considerado o grupo "diversos" , pois a sua variância residual era diferente das demais. Essa análise não revelou interação significativa. Também não se verificou diferença entre os grupos. A interação média foi de + 29,5 kg/ha , com intervalo de confiança de $- 1,8 \leq m \leq + 60,8$.

Na análise conjunta de $P' \times K''$, não foi considerado o grupo "diversos". Essa interação não foi significativa. A média foi de - 17,8 kg/ha e o intervalo de confiança, de $- 62,0 \leq m \leq + 26,4$. Não se verificou diferença

significativa entre os grupos.

Para a análise de N" x P' foi excluído o grupo "diversos". Não se constatou interação significativa, nem diferença entre os grupos. A interação média foi de + 10,9 kg/ha e o intervalo de confiança, de $- 26,2 \leq m \leq + 48,0$

Da análise conjunta de N" x K' , foi excluído arenito de Bauru. Essa análise não revelou interação significativa nem diferença entre os grupos. A interação média foi de + 20,6 kg/ha , com intervalo de confiança de $- 4,3 \leq m \leq + 45,5$.

Na análise conjunta de P" x K' , na qual foram considerados os solos arenito de Bauru , glacial e terra-roxa , não se verificou interação significativa. A diferença entre os grupos foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. A interação média foi de + 14,1 kg/ha , com intervalo de confiança, de $- 18,6 \leq m \leq + 46,9$.

Para a análise conjunta de N" x P" foram considerados os solos arenito de Bauru , massapé-salmourão e terra-roxa. Essa análise mostrou interação significativa. A média foi de - 39,4 kg/ha e o intervalo de confiança, de $- 71,9 \leq m \leq - 7,0$. Existe diferença significativa entre os grupos considerados.

Para a análise conjunta de N" x K" , foi excluído o grupo "diversos". Tanto a interação, como as diferenças entre os grupos não foram significativas. A interação média foi de + 9,2 kg/ha e o intervalo de confiança, de $- 22,9 \leq m \leq + 41,4$.

Na análise conjunta de P" x K" foram considerados os cinco grupos. Não se constatou interação significativa e diferença entre os grupos. A interação média foi de + 13,8 kg/ha, com intervalo de confiança de $- 13,5 \leq m \leq + 40,0$.

Observa-se que, fazendo a análise conjunta para grupos, de cada interação em estudo, dificilmente se encontram diferenças significativas entre eles, o que está de acordo com os trabalhos desenvolvidos pela FAO (1966). Isso sugere que, no estudo que estamos realizando, não há necessidade de agrupar os experimentos de acordo com os tipos de solo.

As análises da variância do conjunto, sem considerar o componente Entre Grupos, encontram-se no Quadro 15.

Como se tem verificado, poucos são os casos de interações significativas. De todas elas, a que apresenta maior interesse é a linear x linear tomada entre as doses 0 e 2. Outros componentes são de explicação um tanto complicada e duvidosa. Nos modelos matemáticos, em que se consideram as interações dificilmente são encontrados outros componentes que não linear x linear.

O fato de as interações serem ou não significativas é de importância relativa, pois a significância está na dependência de vários fatores, dentre eles o número de repetições, como ilustra PIMENTEL GOMES (1966).

Em nossas condições, em que as quantidades de adubos usadas são baixas, as interações entre os elementos nutritivos são quase sempre pequenas e de pouca importância, quando comparadas com os efeitos principais. Tanto em nosso trabalho como no de ARRUDA (1959) pode ser verificado que os efeitos principais são muito superiores às interações. Esse fato, segundo BOYD (1956), tem ocorrido com a maioria dos experimentos ingleses, cujos resultados têm levado os técnicos a confiar somente nos efeitos principais, ignorando as interações.

Os experimentos tomados para desenvolver o nosso estudo apresentaram, de um modo geral, melhores respostas ao nutriente fósforo. As interações, quando apareceram, eram sempre entre o elemento fósforo e um dos outros dois.

Esse fato vem ao encontro das afirmativas de YATES (1937), segundo a qual fatores que apresentam grande efeito principal podem mostrar interações, fatores que produzem pequenos efeitos usualmente não mostram interações significativas.

Nas análises das interações lineares dos 22 experimentos que reagiram ao fósforo foram constatadas interações significativas de $N_2^I \times P_2^I$ e $P_1^I \times K_1^I$. Para o nitrogênio, a reunião de 14 experimentos mostrou interação significativa de $N_2^I \times P_2^I$. O potássio foi o elemento que menos reagiu, e não foi comprovada interação de K com outros nutrientes estudados.

É interessante notar que, em solo do tipo arenito de Bauru, a interação $N_1^I \times P_1^I$ foi negativa e significativa, sendo a média de - 162,7 kg/ha. Para outros grupos de solo, essa interação foi positiva, mas negativa no conjunto. Das interações lineares esse foi o único caso em que se verificou diferença entre os grupos.

Seria razoável considerar a interação $N_1^I \times P_1^I$, negativa e significativa, como obra do acaso? É possível calcular a probabilidade de ter isso ocorrido casualmente, desenvolvendo-se o binômio $(p + q)^N$, sendo q a probabilidade para cada caso. A probabilidade de encontrar pelo menos uma interação significativa é dada por: $P = 1 - p^N$, em que $p = 1 - \alpha$, sendo α tomada a 5% e 1%, que é o nível de significância. Considerando as três interações lineares e os cinco grupos de solos, a probabilidade de encontrar pelo menos uma interação significativa ao nível de 5% é de 53,7%, e ao nível de 1%, de 14,1%. Considerando as 12 interações em estudo e os cinco grupos de solo, o aparecimento de uma interação significativa, por simples acaso, ao nível de 5% é de 95,4%, e de 45,5% ao nível de 1% de probabilidade. Note-se que essas probabilidades são altas.

Os fatos de serem relativamente baixas, as interações médias encontradas, ser grande a variabilidade da interação de experimento para experimento e alta a probabilidade do acaso, sugerem-nos que, praticamente, não existem interação significativa.

Na avaliação das respostas aos nutrientes N, P e K, as interações funcionam como termos de correção que ajustam os efeitos principais. O efeito de N_2 , tomado a partir dos experimentos que reagiram ao fósforo, foi de 159,4 kg/ha, na presença de fósforo, e de 66,6 kg/ha, na sua ausência. No mesmo grupo, o efeito de P_2 foi de 568,4 kg/ha na presença do nitrogênio, e de 475,6 kg/ha, na sua ausência. Esse foi um dos casos em que a interação $N_2 \times P_2$ foi significativa. Também o foi quando reunimos experimentos que reagiram ao nitrogênio. Nesse caso, o efeito de N_2 foi de 371,3 kg/ha, na presença do fósforo, e de 196,7 kg/ha, na sua ausência. O efeito de P_2 foi de 432,3 kg/ha e 257,7 kg/ha, respectivamente, na presença e na ausência de nitrogênio.

A análise da variância, para avaliar os efeitos de nitrogênio, fósforo e potássio, para o conjunto dos 50 experimentos em estudo, revelou efeito altamente significativo e linear para os dois primeiros nutrientes. A análise da variância é a que se segue:

Fonte de Variação	G. L.	N	P	K
		Q. M.	Q. M.	Q. M.
Ensaio	49	783593 **	783593 **	783593 **
Efeito do elemento	2	241435 **	1040787 **	2333
Efeito linear	1	475548 **	1992614 **	2500
Efeito quadrático	1	7321	88959	2166
Ensaio x Ef. do Elem.	98	10704	28177	5652

** Nível de significância: 1% de probabilidade.

As médias, em kg/ha, para cada dose dos nutrientes, foram:

$N_0 = 896,6 \pm 14,6$	$P_0 = 812,2 \pm 23,7$	$K_0 = 972,6 \pm 10,6$
$N_1 = 980,4 \pm 14,6$	$P_1 = 1005,0 \pm 23,7$	$K_1 = 986,0 \pm 10,6$
$N_2 = 1034,6 \pm 14,6$	$P_2 = 1094,5 \pm 23,7$	$K_2 = 962,9 \pm 10,6$

Quando existem efeitos significativos dos elementos, o aparecimento de interações significativas é sempre mais frequente. Neste caso, é interessante determinar a relação que existe entre a interação e o efeito principal. Tomando um conjunto de 22 experimentos que tiveram reação a fósforo, a relação foi de 8,9 % e 6,8 % para $N_2^1 \times P_2^1$ e $P_2^1 \times K_2^1$, respectivamente.

Note-se que a interação é muito pequena em relação ao efeito de P_2 . As interações $N_1^1 \times P_1^1$ e $P_1^1 \times K_1^1$, comparadas com o efeito de P_1 , apresentaram a relação de - 8,5% e 17,4%, respectivamente.

Na reunião dos 14 experimentos que apresentaram efeito significativo para o nitrogênio, as relações foram de 30,7% e - 6,9%, respectivamente, para $N_2^1 \times P_2^1$ e $N_2^1 \times K_2^1$ comparadas com efeito de N_2 . O efeito de N_2 foi bem menor que o de P_2 , apresentado anteriormente. A relação foi bastante elevada para $N_2^1 \times P_2^1$. As interações $N_1^1 \times P_1^1$ e $N_1^1 \times K_1^1$, tomadas em relação a efeito de N_1 , foram de - 12,8% e 18,5%, respectivamente. Qualquer dessas relações podem ser calculadas a partir dos Quadros 16 e 17.

Na análise conjunta dos 50 ensaios, os efeitos lineares de nitrogênio e fósforo foram altamente significativos. As relações entre as interações e o efeito principal foram de - 20,6% e - 6,0%, respectivamente, para $N_1^1 \times P_1^1$ e $N_1^1 \times K_1^1$, comparadas com o efeito de N_1 , e de 15,6% e - 7,5%, respectiva-

mente para $N_2^1 \times P_2^1$ e $N_2^1 \times K_2^1$, quando comparadas com o efeito de N_2 . Para as interações $N_1^1 \times P_1^1$ e $P_1^1 \times K_1^1$, quando comparadas com o efeito de P_1 , essas relações foram de - 8,6% e 14,2%, respectivamente, e de 7,4% e 4,8% quando $N_2^1 \times P_2^1$ e $P_2^1 \times K_2^1$ foram comparadas com o efeito de P_2 .

5 - CONCLUSÕES

Do presente trabalho, podemos tirar as seguintes conclusões gerais:

- 1 - As interações entre dois nutrientes variaram muito de experimento para experimento, dentro de um mesmo grupo de solo. Algumas vezes, foram positivas, e outras, negativas, dando uma pequena interação média.
- 2 - Os intervalos de confiança para as interações médias foram amplos. Na maioria delas, não houve significância estatística, pois o extremo inferior teve sinal negativo e o superior, positivo.
- 3 - Somente em três casos ($N'' \times P''$, $P'' \times K'$ e $N_1' \times P_1'$) a análise da variância revelou diferenças significativas entre os grupos. Esse fato sugere que no estudo das interações, pode-se ignorar os grupos de solo.
- 4 - Como seria de esperar, as interações significativas apareceram com relativa frequência quando o agrupamento dos experimentos foi efetuado segundo o efeito significativo de determinado nutriente. Isso nos sugere que, nas presentes condições do Estado de São Paulo, a formação de grupos com experimentos instalados em "solos adubados em culturas anteriores" e "solos nunca adubados", seria, em regra, uma boa maneira de estudar as interações.
- 5 - De modo geral, o fósforo foi o nutriente que apresentou melhores respostas. As interações significativas mais frequentes foram verificadas entre esses elementos e um dos outros dois.
- 6 - A média das relações entre a interação e o efeito principal foi, de modo geral, baixa - 13,3% e 4,0% em relação ao efeito de N_1 e N_2 , respectivamente. Em relação ao efeito de P_1 e P_2 , foi de 2,8% e 6,1%, respectivamente.

7 - Tendo em vista o ítem 6 e a pequena frequência das interações significativas, principalmente do tipo linear x linear tomada para as doses 0 e 2, somos levados a concluir que, nas condições dos experimentos de adubação utilizados, onde as doses de nutrientes empregadas foram relativamente baixas, as interações são de pouca importância.

6 - RESUMO

Com a finalidade de estudar a importância das interações entre dois nutrientes , $N \times P$, $N \times K$ e $P \times K$, tomamos 50 experimentos de adubação de feijão (Phaseolus vulgaris L.) , com N , P e K , segundo o esquema fatorial $3 \times 3 \times 3$.

Os experimentos considerados procediam das mais diversas localidades do Estado de São Paulo e , por conseguinte, dos seus principais grandes tipos de solo.

Consideramos cinco grupos de experimentos, cujo critério de formação era o de grandes tipos de solo, segundo a classificação de PAIVA et al.(1951).

Outros agrupamentos de experimentos foram realizados, onde o critério adotado na sua formação foi o de respostas significativas aos nutrientes.

Estudamos todos os componentes das interações duplas. O componente linear x linear foi estudado para as doses 0 e 1 e 0 e 2 .

Foram feitas as seguintes determinações:

- 1 - Estimativas das interações médias dos grupos e do conjunto, com os respectivos intervalos de confiança, ao nível de 5% de probabilidade.
- 2 - Estimativas dos efeitos de N_1 , N_2 , P_1 e P_2 para a totalidade dos experimentos considerados.

Do presente trabalho, podem ser tiradas as seguintes conclusões gerais:

- a) As interações entre dois nutrientes variaram muito de experimento para experimento, dentro do mesmo grupo de solo. Eram, algumas vezes, positivas, e outras, negativas, dando uma pequena interação média.
- b) Os intervalos de confiança para as interações médias foram amplos. Na maioria delas, não houve significância estatística, pois o extremo inferior teve sinal negativo e o superior, positivo.
- c) Como era de esperar, as interações significativas apareceram com maior frequência quando o agrupamento dos experimentos foi feito segundo os efeitos significativos dos nutrientes.
- d) Tudo faz crer que, nas condições atuais do Estado de São Paulo, a formação de grupos com experimentos instalados em "solos adubados em culturas anteriores" e "solos nunca adubados", seria, em regra, uma boa maneira de estudar as interações.
- e) De modo geral, o fósforo foi o elemento que apresentou melhores respostas. As interações significativas, com relativa frequência, foram verificadas entre esses nutrientes e um dos outros dois.
- f) A pequena frequência de interações significativas, principalmente do tipo linear x linear tomada para as doses 0 e 2, e a baixa relação entre a interação e o efeito principal, nos leva a concluir que, nas condições dos experimentos de adubação utilizados, onde as doses de nutrientes empregadas foram relativamente baixas, as interações são de pouca importância.

7 - SUMMARY

The author studied the interactions in a series of 50 $3 \times 3 \times 3$ N, P e K factorial experiments with dry beans (Phaseolus vulgaris, L.) .

The experiments come from different places of the State of São Paulo and, consequently, from different soil types. The experiments were distributed into five groups, according to the soil types, based on the PAIVA et al.(1951) classification. Other groups were formed with the experiments showing significant responses to the nutrients.

All components of interactions between two nutrients were studied. The linear x linear component was studied for doses 0 and 1 as well as for doses 0 and 2 .

The following determinations were made:

- 1 - The estimate of interaction averages for the soil groups and also for the whole set of experiments, with respective confidence intervals, on the 5% level of probability.
- 2 - Estimates of effects N_1 , N_2 , P_1 and P_2 for all experiments.

The following conclusions can be stated:

- a) The two-nutrient interactions varied considerably from experiment to experiment in the same soil group. Sometimes they were positive and sometimes negative, resulting in a low interaction average.
- b) The confidence intervals for interaction averages were large. In the majority of cases the interaction was not significant, because the ends of the interval had different signs.

- c) As expected, the significant interactions were less uncommon when the experiments were grouped taking into account the significant response to the nutrients.
- d) Item g suggests that, in the present conditions of the State of São Paulo, the formation of groups of experiments conducted on "soils fertilized in previous crops" and "never fertilized soils", should be, as a rule, a good way of studying interactions.
- e) In a general way, phosphorus was the nutrient that gave better response. The significant interactions with greater frequency were found between phosphorus and the other two nutrients.
- f) The fact of the frequency of significant interaction being low, mainly the linear x linear component taken for the doses zero and two, and the relation between interaction and main effect also being low, induce us to conclude that, in the condition of fertilizer experiments used, where the doses of nutrients were relatively small, the interactions have no importance.

8 - BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1 - ARRUDA, H. VAZ - 1959 - Contribuição para o Estudo da Adubação Mineral do Milho nas Terras-Roxas do Município de Ribeirão Preto. 39 pp.
(Tese de doutoramento apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo).
- 2 - BOYD, D. A. - 1956 - The Effects of Potassium on Crop Yield. Potassium Symposium, Londres, pp. 144-154.
- 3 - CROWTHER, E. M. & YATES, F. - 1941 - Fertilizer Policy in the War-Time. Emp. J. Exp. Agric., 9: 77-97.
- 4 - FAO - 1966 - Statistics of Crop Responses to Fertilizers. Roma, 112 pp.
- 5 - HODNETT, G. E. - 1956 - The Responses of Sugar-Cane to Fertilizers. Emp. J. Exp. Agric., 24: 1-19.
- 6 - MIYASAKA, S., IGUE, K. & FREIRE, E. S. - 1965 - Adubação do Feijoeiro em Solos Derivados do Arenito de Bauru. Bragantia, 24: 231-245.
- 7 - _____, FREIRE, E. S., IGUE, T. & CAMPANA, M. - 1966 - Adubação Mineral do Feijoeiro: II - Efeitos de N, P, K, da Calagem e de uma Mistura de Enxôfre e Micronutrientes, em Terra-Roxa-Misturada. Bragantia, 25: 145-159.
- 8 - _____, _____, ALVES, S. & ROCHA, T. R. - 1966 - Adubação Mineral do Feijoeiro: III - Efeitos de N, P, K, da Calagem e de uma Mistura de Enxôfre e Micronutrientes, em Solos Massapé-Salmourão. Bragantia, 25: 179-188.

- 9 - _____ , PETINELLI, A. , FREIRE, E. S. & IGUE, T. - 1966 - Adubação Mineral do Feijoeiro: IV - Efeitos de N , P , K , da Calagem e de uma Mistura de Enxôfre e Micronutrientes, em Tietê e Tatuí. Bragantia , 25: 297-305 .
- 10 - _____ , FREIRE, E. S. , IGUE, T. , SCHMIDT, N. C. & LEITE, N. - 1966 - Adubação Mineral do Feijoeiro: V - Efeitos de N , P , K , S e de uma Mistura de Micronutrientes, em Dois Solos do Vale do Paraíba. Bragantia , 25: 307-316 .
- 11 - MIYASAKA, S. , FREIRE, E. S. , ROCHA, T. R. , ALVES, S. & ISSA, E. - 1966 - Adubação Mineral do Feijoeiro: VI - Efeitos de N , P , K , S e de uma Mistura de Micronutrientes em Solo Massapé-Salmourão. Bragantia , 25: 371-384 .
- 12 - _____ , _____ , MASCARENHAS, H. A. A. & ALCOVER, M. - 1966 - Adubação Mineral do Feijoeiro: VII - Efeitos de N , P , K , S , da Calagem e de uma Mistura de Micronutrientes, no Sul do Planalto Paulista. Bragantia , 25: 385-392 .
- 13 - _____ , _____ , _____ , PETINELLI, A. & IGUE, T. - 1966 - Adubação Mineral do Feijoeiro: VIII - Efeitos de N , P , K , S e de uma Mistura de Micronutrientes, em Novas Experiências Conduzidas em Tatuí e Tietê. Bragantia , 25: 393-405 .
- 14 - PAIVA NETO, J. E. , CATANI, R. A. , KUPPER, A. , MEDINA, P. H. , VERDADE, F. C. , GUTMANS, M. & NASCIMENTO, A. C. - 1951 - Observações Gerais Sôbre os Grandes Tipos de Solo do Estado de São Paulo. Bragantia , 11: 227-253 .

- 15 - PIMENTEL GOMES, F. - 1966 - Curso de Estatística Experimental. 3^a ed.
Piracicaba , Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ,
404 pp. + 15 tabelas.
- 16 - ----- & SALATI, E. - 1957 - As interações num Grupo de Experimentos de Adubação de Cana-de-Açúcar. Revista da Agricultura , Piracicaba , 32: 261-270 .
- 17 - STEPHENS, D. - 1960 - Fertilizer Trials on Peasant Farms in Ghana. Emp. J. Exp. Agric. , 28: 1-15 .
- 18 - YATES, F. - 1937 - The Design and Analysis of Factorial Experiments. Harpenden , Inglaterra. Imp. Bureau of Soil Science , 95 p. (Technical Communication n.º 35) .
- 19 - ----- & LIPTON, S. - 1960 - An Exploratory Analysis of a Large Set of 3 x 3 x 3 Fertilizer Trials in India. Emp. J. Exp. Agric. , 27: 263-275 .

9 - APENDICE

Quadro 1 - Contrastes ortogonais utilizados nas estimativas dos componentes das interações duplas entre os elementos N, P e K

Tratamentos N P K	(1)				(1)	
	N' x P'	N' x P''	N'' x P'	N'' x P''	N' x K'	N' x K''
0 0 0	+ 1	- 1	- 1	+ 1	+ 1	- 1
0 0 1	+ 1	- 1	- 1	+ 1	0	+ 2
0 0 2	+ 1	- 1	- 1	+ 1	- 1	- 1
0 1 0	0	+ 2	0	- 2	+ 1	- 1
0 1 1	0	+ 2	0	- 2	0	+ 2
0 1 2	0	+ 2	0	- 2	- 1	- 1
0 2 0	- 1	- 1	+ 1	+ 1	+ 1	- 1
0 2 1	- 1	- 1	+ 1	+ 1	0	+ 2
0 2 2	- 1	- 1	+ 1	+ 1	- 1	- 1
1 0 0	0	0	+ 2	- 2	0	0
1 0 1	0	0	+ 2	- 2	0	0
1 0 2	0	0	+ 2	- 2	0	0
1 1 0	0	0	0	+ 4	0	0
1 1 1	0	0	0	+ 4	0	0
1 1 2	0	0	0	+ 4	0	0
1 2 0	0	0	- 2	- 2	0	0
1 2 1	0	0	- 2	- 2	0	0
1 2 2	0	0	- 2	- 2	0	0
2 0 0	- 1	+ 1	- 1	+ 1	- 1	+ 1
2 0 1	- 1	+ 1	- 1	+ 1	0	- 2
2 0 2	- 1	+ 1	- 1	+ 1	+ 1	+ 1
2 1 0	0	- 2	0	- 2	- 1	+ 1
2 1 1	0	- 2	0	- 2	0	- 2
2 1 2	0	- 2	0	- 2	+ 1	+ 1
2 2 0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	- 1	+ 1
2 2 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	0	- 2
2 2 2	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1

(1) Interação linear x linear tomada para as doses 0 e 2.

(continuação)

Tratamentos N P K	N" x K'	N" x K"	(1)			
			P' x K'	P' x K"	P" x K'	P" x K"
0 0 0	- 1	+ 1	+ 1	- 1	- 1	+ 1
0 0 1	0	- 2	0	+ 2	0	- 2
0 0 2	+ 1	+ 1	- 1	- 1	+ 1	+ 1
0 1 0	- 1	+ 1	0	0	+ 2	- 2
0 1 1	0	- 2	0	0	0	+ 4
0 1 2	+ 1	+ 1	0	0	- 2	- 2
0 2 0	- 1	+ 1	- 1	+ 1	- 1	+ 1
0 2 1	0	- 2	0	- 2	0	- 2
0 2 2	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1
1 0 0	+ 2	- 2	+ 1	- 1	- 1	+ 1
1 0 1	0	+ 4	0	+ 2	0	- 2
1 0 2	- 2	- 2	- 1	- 1	+ 1	+ 1
1 1 0	+ 2	- 2	0	0	+ 2	- 2
1 1 1	0	+ 4	0	0	0	+ 4
1 1 2	- 2	- 2	0	0	- 2	- 2
1 2 0	+ 2	- 2	- 1	+ 1	- 1	+ 1
1 2 1	0	+ 4	0	- 2	0	- 2
1 2 2	- 2	- 2	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1
2 0 0	- 1	+ 1	+ 1	- 1	- 1	+ 1
2 0 1	0	- 2	0	+ 2	0	- 2
2 0 2	+ 1	+ 1	- 1	- 1	+ 1	+ 1
2 1 0	- 1	+ 1	0	0	+ 2	- 2
2 1 1	0	- 2	0	0	0	+ 4
2 1 2	+ 1	+ 1	0	0	- 2	- 2
2 2 0	- 1	+ 1	- 1	+ 1	- 1	+ 1
2 2 1	0	- 2	0	- 2	0	- 2
2 2 2	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1

Quadro 2 - Produções de sementes de feijão, em kg/ha, obtidos dos experimentos instalados em solo arenito de Bauru

Tratamento	Experimento Número									
	N P K	22	20	16	18	75 - 2	59	17	19	23
0 0 0		300	417	817	467	317	292	383	42	650
0 0 1		617	583	483	633	417	267	250	50	1250
0 0 2		250	617	342	717	617	467	233	17	217
0 1 0		633	1617	650	833	767	825	767	975	1683
0 1 1		1467	1583	967	683	417	700	800	1042	950
0 1 2		650	1250	608	517	750	700	567	992	867
0 2 0		1033	1667	667	650	617	267	200	1367	1367
0 2 1		1133	1333	650	600	142	642	767	2017	1083
0 2 2		250	1250	667	767	517	558	550	1500	1117
1 0 0		717	1083	392	567	600	933	267	33	1333
1 0 1		642	750	617	833	517	850	533	33	1083
1 0 2		700	2033	1033	633	600	933	600	25	900
1 1 0		633	1450	525	633	667	1067	567	1350	617
1 1 1		883	1583	750	833	725	617	500	992	550
1 1 2		1133	1033	1042	717	383	533	1100	875	1233
1 2 0		967	1450	1083	767	258	892	900	2167	1283
1 2 1		1100	2500	517	867	567	1100	1200	1392	1517
1 2 2		1550	1700	933	517	700	958	967	2133	1933

(continuação)

Tratamento	Experimento Número									
	N P K	22	20	16	18	75 - 2	59	17	19	20
2 0 0		833	2283	517	567	833	550	400	17	1383
2 0 1		500	1033	467	633	192	858	33	25	1233
2 0 2		467	583	650	1017	433	758	733	45	1000
2 1 0		1200	1833	1100	1167	617	1158	933	1317	1133
2 1 1		1250	1783	617	1133	442	1117	883	1000	867
2 1 2		1083	1617	717	816	667	1408	233	625	1083
2 2 0		1267	1950	917	833	533	1367	767	1925	1200
2 2 1		1533	1867	1283	1050	650	1300	1500	1142	783
2 2 2		1050	2250	950	800	800	1083	433	1600	1533
Médias										
N ₀		704	1146	650	652	506	523	502	889	1020
N ₁		925	1509	766	707	556	877	737	1000	1161
N ₂		1020	1689	802	891	573	1067	657	855	1135
P ₀		558	1043	591	674	503	657	382	32	1005
P ₁		993	1527	775	815	603	904	705	1019	998
P ₂		1098	1774	852	761	531	907	809	1694	1313
K ₀		842	1528	741	721	578	817	576	1021	1183
K ₁		1014	1446	706	807	451	828	718	855	1035
K ₂		793	1370	771	722	606	822	602	868	1098

Quadro 3 - Produções de sementes de feijão, em kg/ha, obtidas dos experimentos instalados em solo glacial

Tratamentos N P K	Experimento Número							
	9	10	35	47	3	42	43	70 - 2
0 0 0	567	183	683	75	1000	2533	2067	2433
0 0 1	1183	167	517	117	633	1600	2300	2233
0 0 2	1383	67	533	133	917	1900	1667	1800
0 1 0	1333	533	500	308	1800	2066	1933	1917
0 1 1	1867	583	850	142	1900	2100	2167	2300
0 1 2	1917	233	725	242	1033	2166	2067	1833
0 2 0	1200	733	875	258	1167	1933	2367	2250
0 2 1	1350	633	1225	250	1966	2166	1833	1700
0 2 2	1850	450	967	317	1866	2033	2300	2033
1 0 0	1083	250	642	133	1233	2700	1900	1667
1 0 1	1617	100	1067	125	1200	2500	2067	2250
1 0 2	1050	117	708	92	917	1967	2033	1733
1 1 0	817	750	892	275	1167	2567	2333	2100
1 1 1	1700	483	742	308	1200	2066	2033	2033
1 1 2	1767	333	1133	175	1500	2833	1767	1900
1 2 0	2250	650	575	192	2066	2733	1967	2067
1 2 1	1883	750	1467	392	1233	2633	1833	2233
1 2 2	1533	567	500	200	1933	2400	2167	1767

(continuação)

Tratamentos	Experimento Número								
	N P K	9	10	35	47	3	42	43	70 - 2
2 0 0		1783	100	842	225	1033	2667	2600	1833
2 0 1		1550	67	467	75	533	2733	2133	1667
2 0 2		1350	67	983	92	1083	2866	1933	1917
2 1 0		667	533	1108	200	1700	2866	2200	2500
2 1 1		2150	750	1367	133	1350	2733	2033	2417
2 1 2		1900	567	1342	267	1966	2583	2167	1700
2 2 0		1867	517	1350	292	1866	3067	2067	1767
2 2 1		867	917	792	225	1667	2633	2267	2000
2 2 2		1833	700	758	233	1833	2833	2300	2633
Média									
N ₀		1404	398	763	205	1363	2054	2076	2054
N ₁		1521	444	857	210	1382	2486	2009	1971
N ₂		1550	468	1000	194	1447	2773	2187	2048
P ₀		1284	124	715	118	949	2383	2076	1948
P ₁		1567	529	961	228	1511	2440	2076	2078
P ₂		1624	657	944	262	1732	2490	2120	2049
K ₀		1284	472	829	217	1447	2568	2157	2059
K ₁		1572	494	942	196	1296	2350	2072	2092
K ₂		1619	344	849	194	1448	2396	2042	1923

Quadro 4 - Produções de sementes de feijão, em kg/ha, obtidas dos experimentos instalados em solo massapé-salmourão

Tratamentos N P K	Experimento Número							
	6	7	38	65 - 2	4	5	37	66 - 2
0 0 0	1333	916	723	500	1516	500	633	867
0 0 1	1333	833	1091	1100	666	333	533	1567
0 0 2	1000	1500	1649	666	1599	1116	966	1067
0 1 0	833	1333	1529	1166	966	533	1133	1450
0 1 1	1166	833	1116	700	1466	866	866	1100
0 1 2	1000	1000	600	1066	1667	466	533	1333
0 2 0	1250	916	845	933	1132	466	600	1500
0 2 1	1667	1000	841	1250	1366	1066	866	1766
0 2 2	1166	1000	808	733	1500	866	1066	1433
1 0 0	1166	1166	1011	600	1333	700	900	1750
1 0 1	1000	1166	1450	483	1966	500	966	1333
1 0 2	1500	1000	1141	833	933	466	1000	1567
1 1 0	1166	1166	1676	650	1233	566	1166	1433
1 1 1	1000	1500	1258	733	1899	1200	1033	1633
1 1 2	916	1000	1783	583	1299	466	833	1716
1 2 0	1333	1333	2232	650	1433	533	883	1133
1 2 1	1166	833	1591	833	1333	700	933	1667
1 2 2	1416	1500	1308	916	1932	1083	966	1367

(continuação)

Tratamentos	Experimento Número							
	6	7	38	65 - 2	4	5	37	66 - 2
2 0 0	1500	1000	1591	1150	1333	650	1133	817
2 0 1	916	1000	616	500	1583	1032	1433	1533
2 0 2	833	833	1724	167	1667	366	800	1167
2 1 0	833	833	1858	500	1832	766	1100	1933
2 1 1	1416	1333	2191	866	1333	933	1033	1766
2 1 2	833	1667	1491	566	1633	1166	1000	1667
2 2 0	1166	1166	1250	916	1766	1166	700	2167
2 2 1	1166	1166	1791	666	1366	1066	1033	1500
2 2 2	1333	1667	1808	916	1133	933	750	2133
Médias								
N ₀	1193	1037	1022	901	1319	690	800	1342
N ₁	1184	1185	1494	696	1484	690	965	1512
N ₂	1110	1185	1590	693	1515	897	998	1625
P ₀	1175	1046	1221	666	1398	629	930	1295
P ₁	1018	1185	1499	758	1480	773	967	1558
P ₂	1295	1176	1385	868	1439	875	867	1623
K ₀	1175	1092	1412	785	1393	653	917	1443
K ₁	1202	1074	1326	791	1441	855	967	1541
K ₂	1110	1241	1367	716	1484	770	880	1493

Quadro 5 - Produções de sementes de feijão, em kg/ha, obtidas dos experimentos instalados em terra-roxa (legítima ou misturada)

Tratamentos	Experimento Número							
	N P K	2 - 1	84 - 1	84 - 2	68	13 - 1	14	15
0 0 0		1667	469	73	975	458	283	367
0 0 1		1933	458	73	383	517	567	850
0 0 2		1467	583	208	600	642	367	383
0 1 0		1283	1177	260	850	617	483	450
0 1 1		1600	937	333	883	858	433	833
0 1 2		1317	812	177	600	667	533	683
0 2 0		1500	979	583	642	967	400	983
0 2 1		1683	1062	427	875	808	550	800
0 2 2		1716	1062	198	1475	683	383	750
1 0 0		2058	646	250	667	608	300	700
1 0 1		1483	750	135	1175	533	383	367
1 0 2		1500	614	167	583	658	500	450
1 1 0		1375	1125	760	475	875	700	933
1 1 1		1650	1052	437	733	867	767	733
1 1 2		1567	760	260	892	517	467	467
1 2 0		1267	1333	396	1200	867	667	867
1 2 1		1750	1270	646	467	775	800	967
1 2 2		1050	1240	292	1000	875	467	833

(continuação)

Tratamentos	Experimento Número							
	N P K	2 - 1	84 - 1	84 - 2	68	13 - 1	14	15
2 0 0		1850	656	104	525	600	667	950
2 0 1		1150	417	114	1142	592	383	300
2 0 2		1167	604	31	1017	633	283	517
2 1 0		950	854	656	800	775	600	733
2 1 1		1567	1271	417	600	808	817	867
2 1 2		1150	1292	510	583	767	983	850
2 2 0		1667	1271	667	1242	1000	783	983
2 2 1		1367	1042	625	892	717	567	617
2 2 2		1217	948	437	467	825	733	983
Médias								
N ₀		1572	838	258	810	691	444	678
N ₁		1521	977	372	812	730	561	702
N ₂		1397	928	396	807	746	646	756
P ₀		1640	578	130	785	582	415	542
P ₁		1383	1031	424	725	750	642	728
P ₂		1467	1134	475	918	835	594	865
K ₀		1511	946	417	832	752	542	774
K ₁		1574	918	356	795	719	585	704
K ₂		1404	880	253	802	696	524	657

(continuação)

Tratamentos	Tratamento Número						
	39	58 - 2	12	34	71 - 2	72 - 4	57
0 0 0	150	650	1083	1433	1000	117	1916
0 0 1	225	967	883	1417	833	83	1866
0 0 2	158	592	1383	1433	633	317	2033
0 1 0	367	658	1700	1400	1267	400	1800
0 1 1	317	742	1333	750	1267	683	2000
0 1 2	275	992	1567	1333	1617	717	2250
0 2 0	117	1358	1333	1800	1800	733	1733
0 2 1	225	675	1500	2333	1617	733	1833
0 2 2	517	842	1767	1417	1183	483	1933
1 0 0	208	633	1417	1250	867	233	1700
1 0 1	167	892	1150	700	750	217	1700
1 0 2	225	1050	1517	1667	1200	333	1567
1 1 0	258	825	1500	2200	1783	650	1750
1 1 1	417	817	1066	1333	1783	217	1966
1 1 2	292	1092	1867	1083	1633	750	2250
1 2 0	342	1067	1550	1767	1717	417	2100
1 2 1	408	1000	1633	1750	2033	867	1833
1 2 2	358	1117	1400	1400	2000	633	1533

(continuação)

Tratamentos	Experimento Número							
	N P K	39	58 - 2	12	34	71 - 2	72 - 4	57
2 0 0		317	842	1667	2567	483	333	1866
2 0 1		375	1033	1216	1933	583	183	1866
2 0 2		117	1292	1083	1133	450	500	2133
2 1 0		425	1250	1716	1733	1500	267	1833
2 1 1		250	1000	1650	2250	1533	633	1750
2 1 2		308	917	2366	1333	1533	500	2083
2 2 0		283	1000	1950	1700	1383	767	1700
2 2 1		450	1208	2667	2033	1733	450	1500
2 2 2		442	958	1583	1717	1783	1317	2133
Médias								
N ₀		261	830	1394	1480	1246	473	1930
N ₁		297	943	1454	1461	1523	480	1822
N ₂		330	1055	1766	1822	1220	550	1874
P ₀		216	883	1266	1504	755	257	1817
P ₁		323	920	1639	1491	1539	535	1965
P ₂		349	1025	1708	1768	1694	711	1844
K ₀		274	920	1544	1761	1311	435	1856
K ₁		315	925	1454	1611	1343	451	1813
K ₂		299	983	1614	1391	1336	617	1957

(continuação)

Tratamentos N P K	Experimento Número					
	24	28	32	62 - 2	63 - 4	78 - 2
0 0 0	583	450	667	1083	750	267
0 0 1	450	250	867	750	633	250
0 0 2	833	300	433	967	767	625
0 1 0	583	416	667	833	800	550
0 1 1	333	416	683	833	1000	342
0 1 2	250	533	633	800	867	500
0 2 0	266	433	733	1200	667	308
0 2 1	433	233	667	1100	917	417
0 2 2	500	533	717	1133	1000	292
1 0 0	583	367	433	833	800	258
1 0 1	1033	367	1000	700	1200	217
1 0 2	266	500	850	600	833	242
1 1 0	300	750	467	917	600	525
1 1 1	833	367	633	933	833	292
1 1 2	533	500	1000	750	1000	392
1 2 0	667	400	833	1000	833	417
1 2 1	583	533	750	1417	833	400
1 2 2	533	250	500	1417	1200	467

(continuação)

Tratamentos	Experimento Número						
	N P K	24	28	32	62 - 2	63 - 4	78 - 2
2 0 0		667	600	517	1267	700	508
2 0 1		400	200	667	767	1200	550
2 0 2		533	433	667	633	1033	292
2 1 0		250	367	933	1033	767	225
2 1 1		250	533	567	833	917	517
2 1 2		567	333	1183	1433	1033	467
2 2 0		467	733	767	967	1000	492
2 2 1		567	583	1050	1200	1083	292
2 2 2		500	1000	1167	1100	1167	467
Médias							
N ₀		470	396	674	967	822	394
N ₁		578	448	718	952	904	356
N ₂		467	531	835	1026	989	423
P ₀		594	385	677	844	880	356
P ₁		433	468	752	930	869	423
P ₂		487	522	798	1170	967	394
K ₀		485	502	668	1015	769	394
K ₁		542	387	765	948	957	364
K ₂		487	487	794	981	989	416

Quadro 6 - Produções de sementes de feijão, em kg/ha, obtidas dos experimentos instalados em solos diversos

Tratamentos N P K	Experimento Número				
	79 - 2	67 - 1	67 - 2	69	30
0 0 0	300	200	266	1000	200
0 0 1	583	183	208	816	367
0 0 2	583	417	208	700	450
0 1 0	583	383	292	1116	567
0 1 1	1533	275	375	1033	500
0 1 2	167	250	441	1333	117
0 2 0	750	308	483	1533	617
0 2 1	1799	267	433	1283	117
0 2 2	1450	308	208	1483	483
1 0 0	1166	208	233	783	200
1 0 1	400	242	125	750	133
1 0 2	133	208	117	750	450
1 1 0	733	308	316	1417	300
1 1 1	1083	442	366	1250	350
1 1 2	1500	283	266	1083	667
1 2 0	1616	258	42	1333	433
1 2 1	1699	425	242	1450	517
1 2 2	966	225	424	1500	383

(continuação)

Tratamentos	Experimento Número				
	79 - 2	67 - 1	67 - 2	69	30
2 0 0	67	458	117	666	167
2 0 1	566	375	133	866	333
2 0 2	833	517	92	750	633
2 1 0	1433	242	300	1333	317
2 1 1	583	608	333	1416	717
2 1 2	750	292	333	1316	550
2 2 0	1833	225	250	1483	333
2 2 1	1250	475	250	1366	367
2 2 2	1333	517	450	1000	550
Médias					
N ₀	860	287	323	1143	378
N ₁	1033	288	237	1145	379
N ₂	960	412	252	1132	439
P ₀	513	312	167	786	324
P ₁	928	342	337	1254	453
P ₂	1410	335	310	1380	421
K ₀	942	287	255	1184	346
K ₁	1055	365	273	1136	376
K ₂	857	335	282	1101	474

Quadro 7 - Estimativas das interações, em kg/ha, obtidas dos experimentos instalados em solos Arenito de Bauru e Massapé-salmourão

Arenito de Bauru		Interações Estimadas em kg/ha							
Localidades	Exp. Nº	N ₁ ⁱ x P ₁ ⁱ	N ₂ ⁱ x P ₂ ⁱ	N ₁ ⁱ x K ₁ ⁱ	N ₂ ⁱ x K ₂ ⁱ	P ₁ ⁱ x K ₁ ⁱ	P ₂ ⁱ x K ₂ ⁱ	N ⁱ x P ⁱⁱ	N ⁱⁱ x P ⁱ
Cedral	22	- 165	133	- 7	169	199	3	42	15
Itajobi	20	- 439	- 77	175	- 172	244	114	211	103
Pindorama	16	- 51	- 7	- 14	50	11	- 69	- 40	174
Pindorama	18	- 11	44	100	2	- 80	- 155	- 92	36
Pindorama	75-2	- 87	100	168	- 44	26	118	103	69
Pres. Prudente	59	- 283	190	- 92	- 28	- 136	- 51	42	130
Tabapuã	17	- 83	147	5	- 117	25	- 72	141	- 96
Taquaritinga	19	38	- 32	- 310	- 186	- 104	- 37	- 9	- 154
Votuporanga	23	- 383	- 258	56	233	- 211	330	190	- 124
Total		-1464	240	81	- 93	- 26	181	588	153

Massapé-salmourão		Interações Estimadas em kg/ha							
Localidades	Exp. Nº	N ₁ ⁱ x P ₁ ⁱ	N ₂ ⁱ x P ₂ ⁱ	N ₁ ⁱ x K ₁ ⁱ	N ₂ ⁱ x K ₂ ⁱ	P ₁ ⁱ x K ₁ ⁱ	P ₂ ⁱ x K ₂ ⁱ	N ⁱ x P ⁱⁱ	N ⁱⁱ x P ⁱ
Mocóca	9	- 242	- 230	- 42	- 214	330	- 83	210	- 224
Mocóca	10	28	83	- 42	147	33	17	- 72	25
Mocóca	35	1	- 121	105	- 64	96	- 105	- 258	141
Mocóca	47	7	- 24	60	- 29	- 14	21	14	- 1
M. A. do Sul	3	- 278	44	- 228	72	114	147	- 8	117
M. A. do Sul	42	0	28	- 22	19	78	117	78	- 69
M. A. do Sul	43	- 55	- 83	- 33	- 22	- 28	216	25	42
M. A. do Sul	70-2	133	244	175	180	3	139	- 147	- 28
Total		- 406	- 59	- 27	89	612	469	- 158	3

(continuação)

Arenito de Bauru		Interações Estimadas em kg/ha						
Localidades	Exp. Np	N" x P"	N' x K"	N" x K'	N" x K"	P' x K"	P" x K'	P" x K"
Cedral	22	- 170	146	- 379	- 166	- 97	- 132	83
Itajobi	20	- 262	111	- 314	117	- 285	132	139
Pindorama	16	18	47	- 229	- 117	- 26	0	16
Pindorama	18	- 50	- 46	26	90	- 39	147	12
Pindorama	75-2	- 26	- 26	- 18	157	- 37	84	20
Pres. Prudente	59	- 245	- 10	121	- 29	- 78	106	- 109
Tabapuã	17	- 98	- 33	- 214	- 89	- 342	111	- 72
Taquaritinga	19	- 36	210	14	- 151	136	172	59
Votuporanga	23	- 285	186	- 272	- 46	276	- 1	- 156
Total		-1154	585	-1265	- 234	- 492	619	- 8

Massapé-salmourão		Interações Estimadas em kg/ha						
Localidades	Exp. Np	N" x P"	N' x K"	N" x K'	N" x K"	P' x K"	P" x K'	P" x K"
Mocóca	9	- 191	68	201	146	318	- 440	288
Mocóca	10	- 17	- 35	62	- 64	- 92	75	21
Mocóca	35	- 27	169	- 43	185	- 186	- 160	- 51
Mocóca	47	20	10	16	80	- 30	8	- 30
M. A. do Sul	3	- 235	300	30	- 80	- 37	43	80
M. A. do Sul	42	- 3	- 18	71	0	- 69	- 150	- 61
M. A. do Sul	43	54	50	- 28	- 17	175	30	21
M. A. do Sul	70-2	- 15	32	7	149	130	169	118
Total		- 414	576	316	399	209	- 425	386

Quadro 8 - Estimativas das interações, em kg/ha, obtidas dos experimentos instalados em solos Glacial e Diversos

Solo Glacial		Interações Estimadas em kg/ha							
Localidades	Exp. Nº	N ₁ ⁱ x P ₁ ⁱ	N ₂ ⁱ x P ₂ ⁱ	N ₁ ⁱ x K ₁ ⁱ	N ₂ ⁱ x K ₂ ⁱ	P ₁ ⁱ x K ₁ ⁱ	P ₂ ⁱ x K ₂ ⁱ	N ⁱ x P ⁱⁱ	N ⁱⁱ x P ⁱ
Tatuí	6	14	0	- 208	- 42	250	139	- 83	28
Tatuí	7	69	250	55	139	69	83	- 56	14
Tatuí	38	222	314	- 95	61	- 55	- 265	- 147	- 259
Tatuí	65-2	- 103	- 22	- 50	- 130	25	108	80	17
Tietê	4	- 19	- 88	219	- 275	105	36	- 28	- 86
Tietê	5	108	111	- 280	- 178	186	103	- 207	22
Tietê	37	- 39	- 128	14	- 97	- 122	83	- 1	- 26
Tietê	66-2	- 42	172	- 50	14	- 219	- 30	- 158	367
Total		210	609	- 143	- 498	239	257	- 600	77

Solos Diversos		Interações Estimadas em kg/ha							
Localidades	Exp. Nº	N ₁ ⁱ x P ₁ ⁱ	N ₂ ⁱ x P ₂ ⁱ	N ₁ ⁱ x K ₁ ⁱ	N ₂ ⁱ x K ₂ ⁱ	P ₁ ⁱ x K ₁ ⁱ	P ₂ ⁱ x K ₂ ⁱ	N ⁱ x P ⁱⁱ	N ⁱⁱ x P ⁱ
Capão Bonito	79-2	133	69	- 436	- 164	72	- 78	- 46	26
Itapeva	67-1	44	- 36	83	53	79	- 61	35	- 46
Itapeva	67-2	8	28	28	65	- 39	- 119	- 19	48
Itararé	69	83	- 36	72	- 47	- 25	- 19	- 154	- 54
Pariquera-Açú	30	61	- 14	78	208	19	- 155	- 54	- 65
Total		329	11	- 175	115	106	- 432	- 238	- 91

(continuação)

Solo Glacial		Interações Estimadas em kg/ha						
Localidades	Exp. N ^o	N ^o x P ^o	N ^o x K ^o	N ^o x K ^o	N ^o x K ^o	P ^o x K ^o	P ^o x K ^o	P ^o x K ^o
Tatuf	6	- 14	104	- 90	- 191	- 97	- 28	153
Tatuf	7	- 14	- 97	153	47	97	28	111
Tatuf	38	- 60	39	138	- 22	- 144	264	71
Tatuf	65-2	- 49	98	- 160	- 48	- 15	- 26	- 23
Tietê	4	- 54	- 48	26	277	68	- 74	94
Tietê	5	44	- 36	33	15	- 57	29	146
Tietê	37	0	- 160	10	- 37	- 22	230	39
Tietê	66-2	19	121	- 46	- 16	121	62	- 120
Total		- 126	21	64	25	- 49	485	471

Solos Diversos		Interações Estimadas em kg/ha						
Localidades	Ex p. N ^o	N ^o x P ^o	N ^o x K ^o	N ^o x K ^o	N ^o x K ^o	P ^o x K ^o	P ^o x K ^o	P ^o x K ^o
Capão Bonito	79-2	106	454	165	- 85	- 128	19	37
Itapeva	67-1	48	- 90	50	50	- 83	- 76	14
Itapeva	67-2	16	20	- 34	4	- 26	- 28	- 36
Itararé	69	- 12	- 137	- 12	9	29	- 29	- 20
Pariquera-Açú	30	5	- 62	- 46	- 28	30	58	103
Total		163	185	123	- 50	- 178	- 56	98

Quadro 9 - Estimativas das interações, em kg/ha, obtidas dos experimentos instalados em Terra Roxa (legítima ou misturada)

Terra Roxa (Legítima ou Misturada)		Interações Estimadas em kg/ha							
Localidades	Exp. Nº	N ₁ ⁱ x P ₁ ⁱ	N ₂ ⁱ x P ₂ ⁱ	N ₁ ⁱ x K ₁ ⁱ	N ₂ ⁱ x K ₂ ⁱ	P ₁ ⁱ x K ₁ ⁱ	P ₂ ⁱ x K ₂ ⁱ	N ⁱ x P ⁱⁱ	N ⁱⁱ x P ⁱ
Campinas	2-1	69	- 42	- 97	- 80	369	82	1	114
Fartura	84-1	- 65	- 1	18	30	33	- 49	- 44	- 33
Fartura	84-2	65	83	- 14	- 15	- 51	- 90	- 80	51
Guará	68	- 99	- 186	42	- 118	- 92	- 29	86	39
Jaú	13-1	- 11	- 21	- 53	- 17	49	- 119	- 10	10
Jaú	14	86	105	- 17	- 28	25	- 28	- 86	- 53
Jaú	15	42	- 19	- 186	- 55	136	67	- 62	93
Jaú	39	- 7	- 7	8	- 79	- 26	125	45	- 27
Jaú	58-2	- 4	- 111	78	53	- 94	- 219	- 25	- 46
Limeira	12	- 150	164	- 36	- 150	8	17	- 4	207
Limeira	34	300	- 242	- 216	- 228	33	47	- 201	- 126
Limeira	71-2	108	208	83	172	28	22	- 124	- 29
Limeira	72-4	- 75	97	- 42	30	69	92	115	98
Piracicaba	57	78	- 136	0	130	64	- 30	54	- 104
Ribeirão Preto	24	108	100	186	11	39	33	22	- 22
Ribeirão Preto	28	3	147	25	0	64	67	135	182
Ribeirão Preto	32	- 33	164	83	180	- 183	- 47	- 54	140
Ribeirão Preto	62-2	133	- 5	122	19	130	244	- 164	- 180
Ribeirão Preto	63-4	- 153	- 19	50	58	- 33	80	112	57
São Simão	78-2	40	4	- 29	- 49	- 22	- 19	67	- 113
Total		435	297	5	- 136	546	246	- 215	258

(continuação)

Terra Roxa (Legítima ou Misturada)		Interações Estimadas em kg/ha						
Localidades	Exp. Nº	N" x P"	N' x K"	N" x K'	N" x K"	P' x K"	P" x K"	P" x K"
Campinas	2-1	137	151	65	31	- 188	- 187	161
Fartura	84-1	- 103	0	58	40	- 16	19	47
Fartura	84-2	30	17	40	18	- 67	48	- 38
Guará	68	10	- 125	- 28	- 5	216	17	32
Jau	13-1	- 6	58	33	- 3	25	37	110
Jau	14	- 10	97	44	61	- 11	- 64	- 6
Jau	15	62	233	100	- 6	25	- 58	103
Jau	39	- 2	- 26	2	16	21	62	- 98
Jau	58-2	- 12	- 46	- 136	- 26	108	- 19	- 58
Limeira	12	- 90	- 175	- 28	- 100	- 306	- 169	- 233
Limeira	34	196	- 172	- 11	- 251	- 318	118	- 76
Limeira	71-2	- 20	- 53	- 97	- 35	- 100	- 39	- 47
Limeira	72-4	8	74	- 10	- 17	- 10	- 68	8
Piracicaba	57	87	104	126	83	87	- 224	3
Ribeirão Preto	24	56	- 3	89	226	- 6	- 53	1
Ribeirão Preto	28	58	- 3	56	51	- 30	30	47
Ribeirão Preto	32	- 206	104	60	60	107	- 93	- 164
Ribeirão Preto	62-2	- 37	15	- 29	110	- 130	75	- 33
Ribeirão Preto	63-4	- 63	- 37	- 35	0	115	- 18	- 5
São Simão	78-2	16	- 66	41	- 29	6	1	- 14
Total		111	147	340	224	- 472	- 585	- 260

Quadro 10 - Análises da variância do componente linear x linear, relativas às interações duplas entre os elementos N, P e K, considerando-se as doses 0 e 1, de cada grupo e do conjunto dos grupos de experimentos

Grupos (1)	Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
			$N_1^1 \times P_1^1$	$N_1^1 \times P_1^1$	$P_1^1 \times K_1^1$
Arenito de	Interação	1	238.144,00 *	729,00	75,11
Bauru (AB)	Resíduo	8	28.400,50	22.011,25	22.536,98
Glacial	Interação	1	5.512,50	2.556,12	7.140,12
(GLA)	Resíduo	7	10.663,93	15.242,69	24.605,26
Massapé-sal-	Interação	1	20.604,50	91,12	46.818,00
mourão (MS)	Resíduo	7	19.541,64	14.606,26	13.208,00
Terra Roxa	Interação	1	9.461,25	1,25 *	14.905,80
(RX)	Resíduo	19	11.275,25	9.077,56	12.253,48
Diversos	Interação	1	21.648,00 **	6.125,00	2.247,20
(DI)	Resíduo	4	2.162,70	50.728,00	2.921,20
Conjunto	Interação	1	33.342,22	156,80	41.769,80
	Grupos	3	80.126,56 **	1.073,56	9.056,41
	Resíduo	41	15.923,72	13.597,71	16.531,82

(1) Experimentos distribuídos em grupos de conformidade com os grandes tipos de solo.

* Índice de significância, ao nível de 5% de probabilidade.

** Índice de significância, ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 11 - Análises da variância do componente linear x linear, relativas às interações duplas entre os elementos N, P e K, considerando-se as doses 0 e 1, dos experimentos que reagiram ao nitrogênio, ao fósforo, ao potássio.

Experimentos que Reagiram ao:	Fonte de Variação	G. L.	Quadrado Médio		
			$N_1^1 \times P_1^1$	$N_1^1 \times K_1^1$	$P_1^1 \times K_1^1$
Nitrogênio	Interação	1	7.177,78	3.616,07	15.04864
	Resíduo	13	26.664,24	4.970,68	15.391,56
Fósforo	Interação	1	21.018,18	27.371,63	89.345,63 **
	Resíduo	21	26.786,75	23.256,68	9.998,39
Potássio	Interação	1	20.533,50	8.437,50	8.970,66
	Resíduo	5	21.911,50	8.817,50	7.117,86

Quadro 12 - Análises da variância do componente linear x linear, relativas às interações duplas entre os elementos N, P e K, considerando-se as doses 0 e 2, de cada grupo e do conjunto dos grupos de experimentos

Grupos	Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
			$N_2^1 \times P_2^1$	$N_2^1 \times K_2^1$	$P_2^1 \times K_2^1$
AB	Interação	1	6.400,00	961,00	3.640,11
	Resíduo	8	19.312,50	20.622,75	21.266,11
GLA	Interação	1	46.360,12	31.000,50	8.256,12
	Resíduo	7	25.893,26	18.231,35	17.076,69
MS	Interação	1	435,12	880,11	27.495,12
	Resíduo	7	20.530,84	15.698,69	13.203,41
RX	Interação	1	4.410,45	924,80	3.025,80
	Resíduo	19	14.661,71	10.220,37	9.710,01
DI	Interação	1	24,20	2.645,00	37.324,80 **
	Resíduo	4	2.077,20	19.189,50	2.756,80
			G.L.	G.L.	G.L.
CON	Interação	1	26.257,08	5.470,58	29.542,42
	Grupos	3	10.449,54	7.735,21	4.291,57
	Resíduo	41	18.488,81	14.965,27	13.819,02

Quadro 13 - Análises da variância do componente linear x linear , relativas às interações duplas entre os elementos N , P e K , considerando-se as doses 0 e 2 , dos experimentos que reagiram ao nitrogênio , ao fósforo e ao potássio

Experimentos que Reagiram ao	Fonte de Variação	G. L.	Quadrado Médio		
			$N_2 \times P_2$	$N_2 \times K_2$	$P_2 \times K_2$
Nitrogênio	Interação	1	106.663,14 *	224,00	5.323,50
	Resíduo	13	13.992,37	11.996,76	13.487,11
Fósforo	Interação	1	47.476,54 *	36.736,40	27.442,22
	Resíduo	21	6.433,59	10.935,64	8.251,37
Potássio	Interação	1	4.428,16	7.776,00	8.362,66
	Resíduo	5	20.440,96	20.218,00	4.746,66

Quadro 14 - Análises da variância dos componentes linear x quadrático , quadrático x linear e quadrático x quadrático , relativas às interações duplas entre os elementos N , P e K , de cada grupo e do conjunto dos grupos de experimentos

Grupos	Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio				
			N' x P''	N'' x P'	N'' x P''		
AB	Interação	1	38.535,85	2.640,81	148.171,53 *		
	Resíduo	8	10.777,10	13.710,21	13.178,54		
GLA	Interação	1	44.987,50	799,78	1.972,69		
	Resíduo	7	8.836,31	30.112,34	1.375,92		
MS	Interação	1	3.136,98	1,06	21.338,33		
	Resíduo	7	20.156,50	13.061,55	10.681,89		
RX	Interação	1	2.343,61	3.338,95	609,12		
	Resíduo	19	8.696,13	11.122,79	7.540,85		
DI	Interação	1	11.408,27	1.629,01	5.327,39		
	Resíduo	4	4.744,59	2.680,36	2.168,78		
			G.L.		G.L.		G.L.
	Interação	1	7.806,25	1	5.353,71	1	57.420,24
CON	Grupos	4	23.151,49	3	475,63	2	56.349,37 **
	Resíduo	45	10.519,92	41	15.200,78	41	10.889,59

(continuação)

Grupos	Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio					
			N' x K"		N" x K'		N" x K"	
AR	Interação	1	37.960,02		177.709,08 *		6.127,41	
	Resíduo	8	10.067,76		31.569,57		14.427,39	
GLA	Interação	1	55,12		528,12		93,68	
	Resíduo	7	10.749,90		11.375,70		17.161,76	
MS	Interação	1	41.616,12		12.587,55		19.821,23	
	Resíduo	7	12.411,85		5.819,33		10.961,18	
RX	Interação	1	1.126,25		5.791,33		2.516,24	
	Resíduo	19	10.726,26		4.241,41		8.276,33	
DI	Interação	1	6.777,33		3.021,70		506,68	
	Resíduo	4	57.713,57		7.549,70		2.550,30	
			G.L.		G.L.		G.L.	
	Interação		1	39.461,74	1	17.439,29	1	3.828,75
CON	Grupos		3	13.765,25	3	1.496,47	3	8.243,27
	Resíduo		41	10.889,59	37	6.247,35	41	11.419,93

(continuação)

Grupos	Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio					
			P' x K''		P'' x K'		P'' x K''	
AB	Interação	1	26.868,67		42.619,30		4,57	
	Resíduo	8	35.608,83		9.284,82		9.038,84	
GLA	Interação	1	301,14		29.524,50		28.030,03	
	Resíduo	7	8.919,04		15.089,02		8.497,75	
MS	Interação	1	5.464,48		22.507,34		18.592,34	
	Resíduo	7	27.640,18		36.643,27		13.253,00	
RX	Interação	1	11.151,00		17.013,27		3.374,56	
	Resíduo	19	18.119,18		7.954,73		8.216,08	
DI	Interação	1	6.319,01		617,90		1.943,73	
	Resíduo	4	18.119,18		7.954,73		8.216,08	
			G.L.		G.L.		G.L.	
	Interação	1	14.364,80		7.364,43		9.565,75	
CON	Grupos	3	9.806,83		40.896,62 *		10.594,87	
	Resíduo	41	21.586,57		9.736,52		8.724,76	

Quadro 15 - Análises da variância do conjunto dos grupos de experimentos, relativa a todos os componentes das interações duplas entre os elementos N , P e K , com decomposição dos graus de liberdade da soma dos quadrados do total em apenas graus de liberdade devidos à interação e ao resíduo

Componentes	Fonte de Variação	G. L.	Quadrado Médio	$\hat{m} \pm s (\hat{m})$
$N_1^I \times K_1^I$	Interação	1	33.347,22	- 27,2 \pm 21,2
	Resíduo	44	20.301,08	
$P_1^I \times K_1^I$	Interação	1	156,80	- 2,0 \pm 16,8
	Resíduo	44	12.743,80	
$P_1^I \times K_1^I$	Interação	1	41.769,80	+ 30,5 \pm 18,9
	Resíduo	44	16.022,14	
$N_2^I \times P_2^I$	Interação	1	26.257,08	+ 24,2 \pm 20,0
	Resíduo	44	17.940,68	
$N_2^I \times K_2^I$	Interação	1	5.470,58	- 10,5 \pm 17,0
	Resíduo	49	14.375,06	
$P_2^I \times K_2^I$	Interação	1	29.542,42	+ 25,6 \pm 17,1
	Resíduo	44	13.169,42	
$N^I \times P^I$	Interação	1	7.762,58	- 12,5 \pm 15,3
	Resíduo	49	11.543,35	

(continuação)

Componentes	Fonte de Variação	G. L.	Quadrado Médio	$\hat{m} \pm s (\hat{m})$
N'' x P'	Interação	1	5.357,35	+ 10,9 \pm 17,8
	Resíduo	44	14.193,53	
N'' x P''	Interação	1	57.374,29 *	- 39,4 \pm 18,0
	Resíduo	36	12.102,18	
N' x K''	Interação	1	39.249,80	+ 29,5 \pm 15,7
	Resíduo	44	11.079,20	
N'' x K'	Interação	1	17.332,90	+ 20,6 \pm 12,0
	Resíduo	40	5.881,45	
N'' x K''	Interação	1	3.808,80	+ 9,2 \pm 15,6
	Resíduo	44	11.176,52	
P' x K''	Interação	1	14.364,80	- 17,8 \pm 21,5
	Resíduo	44	20.778,80	
P'' x K'	Interação	1	7.280,02	+ 14,0 \pm 17,6
	Resíduo	36	11.456,86	
P'' x K''	Interação	1	7.709,35	+ 13,1 \pm 14,6
	Resíduo	44	9.590,94	

Quadro 16 - Estimativas das interações médias, em kg/ha, de todos os componentes das interações duplas entre os elementos N, P e K, com os respectivos extremos de intervalo de confiança ao nível de 5% de probabilidade, calculadas para cada grupo de experimentos, para o conjunto dos grupos de experimentos e para os experimentos (1) que reagiram ao nitrogênio, ao fósforo e ao potássio

Componentes	G r u p o s						Experimentos que Reagiram ao:			
	AB	GLA	MS	RX	DI	CON	P *	N *	K *	
N ₁ x P ₁	EI	-292,4	- 60,0	-167,4	- 27,9	- 8,0	- 65,2	-103,5	-116,9	- 96,8
	âm	-162,7	+ 26,5	+ 50,8	+ 21,8	+ 65,8	- 27,2	- 30,9	- 22,6	+ 58,5
	ES	- 32,9	+112,4	+ 65,9	+ 71,4	+123,6	+ 10,8	+ 41,7	+ 71,6	+213,8
N ₂ x P ₂	EI	- 80,3	+ 58,1	-126,9	- 41,7	- 54,4	- 16,8	+ 10,9	+ 19,0	-137,8
	âm	+ 27,5	+ 76,1	- 7,4	+ 14,8	+ 2,2	+ 24,2	+ 46,4	+ 87,3	+ 27,2
	ES	+133,7	+210,4	+112,2	+ 71,4	+ 58,8	+ 65,1	+ 82,0	+155,6	+162,2
N ₁ x K ₁	EI	-105,5	-120,9	-104,2	- 44,5	-315,0	- 37,0	-102,9	- 24,6	-136,0
	âm	+ 9,0	- 17,9	- 3,4	+ 0,2	- 35,0	- 1,9	- 35,3	+ 16,1	- 37,5
	ES	+123,5	+ 85,1	+ 97,5	+ 44,5	+245,0	+ 33,2	+ 32,4	+ 56,8	+ 61,0
N ₂ x K ₂	EI	-120,9	-174,9	- 93,4	- 54,0	-149,2	- 45,1	- 87,2	- 59,2	-185,2
	âm	- 10,3	- 62,2	+ 11,1	- 6,8	+ 23,0	- 10,5	- 40,9	+ 4,0	- 36,0
	ES	+100,2	+ 50,4	+115,7	+ 40,4	+195,2	+ 24,1	+ 5,5	+ 67,2	+113,2
P ₁ x K ₁	EI	-188,5	-101,0	- 19,4	- 24,4	- 46,0	- 8,2	+ 19,1	- 38,9	- 49,8
	âm	- 2,9	+ 30,0	+ 76,5	+ 27,3	+ 21,2	+ 30,5	+ 63,7	+ 32,8	+ 38,7
	ES	+112,7	+160,8	+172,4	+ 79,0	+ 88,4	+ 69,2	+108,0	+104,4	+127,1
P ₂ x K ₂	EI	- 92,2	- 76,9	- 37,2	- 33,7	-151,7	- 9,8	- 75,6	- 86,6	- 34,9
	âm	+ 20,1	+ 32,1	+ 58,6	+ 12,3	- 86,4	+ 25,6	+ 35,3	- 19,5	+ 37,3
	ES	+132,4	+141,1	+154,5	+ 58,3	- 21,1	+ 61,0	+ 5,0	+ 47,6	+109,6

(continuação)

Componentes	G r u p o s						
	AB	GLA	MS	RX	DI	CON	
N' x P''	EI	- 14,7	- 153,4	- 125,8	- 54,3	+ 133,2	- 41,8
	\hat{m}	+ 65,3	- 75,0	- 19,8	- 10,8	- 47,6	- 12,5
	ES	+ 145,3	+ 3,4	+ 86,2	+ 32,7	+ 38,0	+ 16,8
N'' x P'	EI	- 73,2	- 135,3	+ 95,1	- 142,8	- 79,4	- 26,3
	\hat{m}	+ 17,0	+ 9,6	+ 0,2	+ 12,9	- 18,2	+ 10,9
	ES	+ 107,2	+ 154,5	+ 95,5	+ 168,6	+ 43,0	+ 48,1
N'' x P''	EI	- 216,5	- 46,7	- 138,0	- 34,9	- 25,2	- 72,3
	\hat{m}	- 128,2	- 15,8	- 51,8	+ 5,6	+ 32,6	- 39,4
	ES	- 39,9	+ 15,0	+ 34,4	+ 46,1	+ 90,4	- 6,5
N' x K''	EI	- 12,2	- 83,8	- 21,0	- 41,0	- 261,3	- 1,8
	\hat{m}	+ 65,0	+ 2,6	+ 72,0	+ 7,3	+ 37,0	- 29,5
	ES	+ 142,2	+ 89,0	+ 165,0	+ 55,6	+ 335,3	+ 60,8
N'' x K'	EI	- 277,4	- 81,0	- 24,1	- 13,4	- 83,3	- 4,3
	\hat{m}	- 140,6	+ 8,0	+ 39,5	+ 17,0	+ 24,6	+ 20,6
	ES	- 3,8	+ 97,0	+ 103,1	+ 47,4	+ 132,5	+ 45,5

(continuação)

Componentes	G r u p o s						
	AB	GLA	MS	FX	DI	CON	
N" x K"	EI	- 118,4	- 106,1	- 36,4	- 31,2	- 72,5	- 22,9
	\hat{m}	- 26,0	+ 3,1	+ 50,0	+ 11,2	- 10,0	+ 9,2
	ES	+ 66,4	+ 112,3	+ 136,4	+ 53,6	+ 52,5	+ 41,3
P' x K"	EI	- 200,0	- 84,9	- 112,7	- 86,5	- 122,3	- 62,0
	\hat{m}	- 54,7	- 6,1	+ 26,1	- 23,6	- 35,6	- 17,8
	ES	+ 90,6	+ 72,7	+ 164,9	+ 39,3	+ 51,1	+ 26,4
P" x K'	EI	- 5,4	- 41,9	- 212,7	- 70,8	- 70,1	- 18,9
	\hat{m}	+ 68,8	+ 60,6	- 53,1	- 29,2	- 11,2	+ 14,0
	ES	+ 143,0	+ 163,1	+ 106,5	+ 12,4	+ 47,7	+ 46,9
P" x K"	EI	- 73,9	- 26,1	- 47,8	- 55,3	- 48,3	- 15,9
	\hat{m}	- 0,9	+ 58,9	+ 48,2	- 13,0	+ 19,6	+ 13,1
	ES	+ 72,1	+ 127,9	+ 144,2	+ 29,3	+ 87,5	+ 42,1

(1) Para êsses experimentos as médias e os extremos de intervalo de confiança foram calculadas apenas para o componente linear x linear .

EI = Extremo inferior do intervalo de confiança.

\hat{m} = Estimativa da interação média.

ES = Extremo superior do intervalo de confiança.

Quadro 17 - Respostas dos elementos N, P e K, em kg/ha, considerando-se o efeito principal e as interações linear x linear, para o conjunto dos grupos de experimentos e para os experimentos que reagiram ao nitrogênio, ao fósforo e ao potássio

Efeito dos Elementos	Efeito Médio	Para o Conjunto dos Grupos					
		P	\bar{P}	K	\bar{K}	P e K	\bar{P} e \bar{K}
N ₁	84	66,1	101,9	78,8	89,2	60,9	107,1
N ₂	137	159,0	115,0	126,5	147,5	148,5	125,5
		N	\bar{N}	K	\bar{K}	N e K	\bar{N} e \bar{K}
P ₁	191	173,1	208,9	220,5	161,5	202,6	179,4
P ₂	281	303,0	259,0	295,4	266,6	317,4	244,6
		N	\bar{N}	P	\bar{P}	N e P	\bar{N} e \bar{P}
K ₁	3	- 2,2	8,2	32,5	- 36,5	27,3	- 21,3
K ₂	- 9	- 19,5	1,5	5,4	- 23,4	- 5,1	- 12,9

Efeito dos Elementos	Efeito Médio	Para Experimentos que Reagiram ao Fósforo (22)					
		P	\bar{P}	K	\bar{K}	P e K	\bar{P} e \bar{K}
N ₁	86	55,1	116,9	50,7	121,3	19,8	152,2
N ₂	113	* 159,4	66,6	72,1	153,9	118,5	107,5
		N	\bar{N}	K	\bar{K}	N e K	\bar{N} e \bar{K}
P ₁	365	334,1	395,9	* 428,7	301,3	397,8	332,2
P ₂	522	* 568,1	475,6	557,3	486,7	603,7	440,3
		N	\bar{N}	P	\bar{P}	N e P	\bar{N} e \bar{P}
K ₁	- 4	- 39,3	31,3	* 59,7	- 67,7	24,4	- 32,4
K ₂	- 34	- 74,9	6,9	1,3	- 69,3	- 39,6	- 28,4

(continuação)

Efeito dos Elementos	Efeito Médio	Para Experimentos que Reagiram ao Nitrogênio (14)					
		P	\bar{P}	K	\bar{K}	P e K	\bar{P} e \bar{K}
N ₁	177	154,4	199,6	193,1	160,9	170,5	183,5
N ₂	284	* 371,3	196,7	288,0	280,0	375,3	192,7
		N	\bar{N}	K	\bar{K}	N e K	\bar{N} e \bar{K}
P ₁	267	244,4	289,6	299,8	234,2	277,2	256,8
P ₂	345	* 432,3	257,7	325,5	364,5	412,8	277,2
		N	\bar{N}	P	\bar{P}	N e P	\bar{N} e \bar{P}
K ₁	26	42,1	9,9	58,8	- 6,8	74,5	- 22,9
K ₂	13	17,0	9,0	- 6,5	- 32,5	- 2,5	28,5

Efeito dos Elementos	Efeito Médio	Para Experimentos que Reagiram ao Potássio (6)					
		P	\bar{P}	K	\bar{K}	P e K	\bar{P} e \bar{K}
N ₁	46	104,5	- 12,5	8,5	83,5	67,0	24,8
N ₂	176	203,2	148,8	140,0	212,0	167,2	184,8
		N	\bar{N}	K	\bar{K}	N e K	\bar{N} e \bar{K}
P ₁	150	208,5	91,5	188,7	111,3	247,2	52,8
P ₂	268	295,2	240,8	305,3	230,7	332,5	203,5
		N	\bar{N}	P	\bar{P}	N e P	\bar{N} e \bar{P}
K ₁	15	- 22,5	52,5	53,7	- 23,7	16,2	13,8
K ₂	- 56	- 92,0	- 20,0	- 18,7	- 93,3	- 54,7	- 57,3

P = Efeito de um certo elemento na presença de fósforo.

\bar{P} = Efeito de um certo elemento na ausência de fósforo.

K = Efeito de um certo elemento na presença de potássio.

\bar{K} = Efeito de um certo elemento na ausência de potássio.

P e K = Efeito de um certo elemento na presença de fósforo e potássio.

\bar{P} e \bar{K} = Efeito de um certo elemento na ausência de fósforo e potássio.

Quadro 18 - Resultados analíticos (1) de amostras compostas dos solos utilizados para alguns dos experimentos de adubação do feijoeiro

Localidades	Experimento Número	pH	Teores Totais	
			C	% N
Cedral	22	5,95	0,68	0,05
Itajobi	20	5,90	0,36	0,05
Pindorama	16	6,00	0,49	0,07
Pindorama	18	6,35	0,48	0,05
Tabapuã	17	6,45	0,59	0,08
Taquaritinga	19	5,40	0,57	0,07
Votuporanga	23	6,20	0,46	0,05
Pariquera-Açú	30	4,50	..	0,13
Tietê	4	5,60	0,45	0,07
Tietê	5	5,45	1,11	0,11
Mocóca	9	6,60	1,13	0,18
Mocóca	10	6,30	1,10	0,16
Mocóca	35	5,70	1,94	0,14
M. Alegre do Sul	3	6,80	1,17	0,05
M. Alegre do Sul	42	6,50	2,48	0,23
M. Alegre do Sul	43	6,50	1,30	0,16
M. Alegre do Sul	70-2	7,15	2,80	0,25
Guará	68	6,10	3,90	0,17
Jau	14	5,85	0,88	0,12
Jau	15	6,60	1,27	0,15
Jau	39	5,90	..	0,12
Jau	56-2	6,30	0,96	0,09
Limeira	12	6,25
Limeira	34	5,65	..	0,18
Limeira	71-2	5,65	1,82	0,15
Limeira	72-4	4,85	2,15	0,14
Ribeirão Preto	32	6,10	..	0,17
Ribeirão Preto	62-2	6,20	2,32	0,18
Ribeirão Preto	63-4	5,80	2,12	0,16

(1) Análises efetuadas na Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agrônomo.

(continuação)

Localidades	Experi- mentos Número	Em mg por 100 g de Solo						
		Sol. (2)	Trocáveis					
		PO_4^{-3}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	H^{+}	+	Al^{+3}
Cedral	22	0,09	1,70	0,69	0,16		2,10	
Itajobi	20	0,08	1,70	0,44	0,11		1,70	
Pindorama	16	0,22	2,20	0,80	0,21		2,48	
Pindorama	18	0,11	2,24	0,73	0,12		2,00	
Tabapuã	17	0,15	4,62	0,57	0,26		2,20	
Taquaritinga	19	0,05	0,57	0,64	0,35		3,60	
Votuporanga	23	0,08	2,40	0,90	0,22		2,20	
Pariquera-Açú	30	0,07	1,90	--	0,15		--	
Tietê	4	0,18	1,85	0,57	0,24		2,60	
Tietê	5	0,15	2,53	0,81	0,53		4,70	
Mocóca	9	0,06	4,71	0,05	0,14		5,10	
Mocóca	10	0,10	8,54	0,32	0,53		5,70	
Mocóca	35	0,30	0,99	0,11	0,08	14,8		traço
M. A. do Sul	3	0,09	7,28	1,24	0,23		4,00	
M. A. do Sul	42	0,13	12,48	0,21	0,42		4,20	
M. A. do Sul	43	0,32	9,75	0,79	0,42		3,80	
M. A. do Sul	70-2	2,14	13,57	1,75	0,70	8,7		traço
Guara	68	1,29	3,80	0,92	0,16	17,7		traço
Jaú	14	0,13	4,00	1,48	0,51		5,04	
Jaú	15	0,07	7,13	1,89	0,44		4,40	
Jaú	39	0,11	1,77	0,20	--		3,30	
Jaú	58-2	0,34	2,18	0,25	0,21	5,2		traço
Limeira	12	0,18	5,20	--	0,35			
Limeira	34	0,06	2,15	0,74	--		6,20	
Limeira	71-2	0,31	3,07	0,41	0,33	12,0		traço
Limeira	72-4	0,30	1,14	0,29	0,13	13,8		2,9
Ribeirão Preto	32	0,22	2,76	0,54	--		7,90	
Ribeirão Preto	62-2	1,65	5,72	0,97	0,09	13,0		traço
Ribeirão Preto	63-4	2,05	2,55	0,71	0,50	16,5		traço

(2) Solúvel em H_2SO_4 0,05 N

(continuação)

Localidades	Exp. N ^o	N	N'	N''	P	P'	P''	K	K'	K''	N' x P'	N' x K'	P' x K'
Campinas	2-1												
Fartura	84-1				**	**	**						
Fartura	84-2		*		**	**	*	*	*				
+ Guará	68												
Jaú	13-1												
+ Jaú	14	*	*		*	*	*						
+ Jaú	15				**	**							
+ Jaú	39				*	*							*
+ Jaú	58-2	*	**										*
+ Limeira	12		*		*	*							
+ Limeira	34								*				
+ Limeira	71-2	**		**	**	**	**				*		
+ Limeira	72-4				**	**							
Piracicaba	57												
Rib. Preto	24												
Rib. Preto	28	*	*		*	*				*	*		
+ Rib. Preto	32												
+ Rib. Preto	62-2				*	**							
+ Rib. Preto	63-4	*	**					**	**				
São Simão	78-2												
Cap. Bonito	79-2				**	**							
Itapeva	67-1	*	*										
Itapeva	67-2				**	**	**						*
Itararé	69				**	**	*						
+ Pariq.-Açú	30												*

+ Localidades onde foram feitas as análises de solo.

* Nível de significância de 5% de probabilidade.

** Nível de significância de 1% de probabilidade.