



EXPERIMENTOS DE ADUBAÇÃO: AVALIAÇÃO ECONÔMICA EM TREZE ESTADOS DO BRASIL

**Afonso Negri Neto, Natanael Miranda dos Anjos, Célia R. R. P. Tavares Ferreira
Frederico Pimentel Gomes**

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento

Instituto de Economia Agrícola



Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Instituto de Economia Agrícola

Relatório de Pesquisa
16/81



EXPERIMENTOS DE ADUBAÇÃO: AVALIAÇÃO ECONÔMICA EM TREZE ESTADOS DO BRASIL

Afonso Negri Neto
Nataeal Miranda dos Anjos
Célia R. R. P. Tavares Ferreira
Frederico Pimentel Gomes

São Paulo
1981

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Importância do Problema.....	1
1.2 - Objetivo.....	2
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3 - METODOLOGIA.....	6
4 - RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES.....	10
4.1 - Algodão Herbáceo	10
4.2 - Amendoim	10
4.3 - Arroz	11
4.4 - Cana-de-Açúcar	14
4.5 - Feijão Phaseolus	14
4.6 - Feijão Vigna	14
4.7 - Mandioca	21
4.8 - Milho	27
4.9 - Soja	27
4.10 - Sorgo Granífero	27
4.11 - Batata	34
4.12 - Algodão Arbóreo	38
5 - CONCLUSÕES	38
LITERATURA CITADA	41
RESUMO	43
SUMMARY	43

EXPERIMENTOS DE ADUBAÇÃO: AVALIAÇÃO ECONÔMICA EM TREZE ESTADOS DO BRASIL⁽¹⁾

Afonso Negri Neto⁽²⁾
Nataanael Miranda dos Anjos
Célia R.R.P. Tavares Ferreira
Frederico Pimentel Gomes⁽³⁾

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Importância do Problema

Entre outras funções, cabe ao setor agrícola suprir uma demanda crescente de alimentos, de forma a ampliar substancialmente as suas disponibilidades no mercado interno e gerar excedentes exportáveis que permitam aumentar a capacidade de importação do País.

Os objetivos das várias políticas governamentais sempre visaram propiciar a transformação da agricultura tradicional e, conseqüentemente, o aumento da produção agrícola por unidade de área, além de melhorar a renda do setor e as condições de competição nos mercados externos.

Um dos principais instrumentos para a transformação da agricultura tradicional tem sido a política de difusão do uso de insumos moder-

(¹) Este trabalho integra o "Projeto de Pesquisa de Avaliação Econômica de Resultados Experimentais" do Convênio entre o Instituto de Planejamento Econômico e Social e o Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

(²) Participaram no projeto como equipe de apoio, Antonio José Braga do Carmo, Rosa Maria Pescarim Pellegrini, Ana Maria Futino, Adalberto de Oliveira Rodrigues e Nelma Lúcia Heiffig Villela

- Os autores agradecem a valiosa colaboração de Levi José da Silva, Valdir Gomes, Paulo Teixeira Mourão e Célia Branco dos Reis.

(³) Professor Catedrático de Matemática e Estatística da ESAIQ/USP.

nos, em especial fertilizantes, por sua relevância entre os fatores produtivos.

A idéia fundamental de se aumentar os rendimentos por área mediante a introdução e adoção de insumos modernos e o treinamento adequado do pessoal do campo tem sido enfatizada por autores na literatura econômica. E o Brasil, consciente dessa situação, tem procurado intensificar seu uso através de uma série de subsídios e estímulos.

Por outro lado, ao redor dos grandes centros de produção agrícola do País tem ocorrido um esgotamento gradual da fronteira agrícola, além do que as áreas com elevada fertilidade natural têm sido exploradas intensamente nos últimos anos. Tais fatos permitem observar que existe uma substituição do uso de terra pelo uso de fertilizantes, uma vez que este insumo possibilita o aumento da produção agrícola total sem aumentar a área cultivada. É conveniente lembrar que o consumo de fertilizantes em São Paulo, em relação à área cultivada com culturas, evoluiu de 69,1kg/ha para 170,0/ha entre 1970 e 1979.

Neste contexto, a experimentação agrícola em fertilizantes assume primordial importância, uma vez que tais experimentos estudam as respostas das culturas aos diferentes níveis de nutrientes (NPK) e possibilitam indicar a quantidade de fertilizantes que assegure a maior produção agrícola e, principalmente, identificar as dosagens ótimas do ponto de vista de retorno para o empresário agrícola.

1.2 - Objetivo

O objetivo central deste trabalho é determinar, através da lei de Mitscherlich, o "ótimo" econômico de diferentes dosagens de fertilizantes aplicadas às diversas culturas nas principais Regiões do País, em diferentes relações de preços do produto agrícola e dos fertilizantes, além de se proceder à análise de variância dos respectivos experimentos.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos trabalhos consultados sobre análise econômica de resultados

experimentais, alguns aspectos merecem atenção. Um deles é a preocupação, mais ou menos recente dos pesquisadores com o assunto e um certo distanciamento que existe entre o trabalho dos experimentadores agrícolas e o dos economistas. Por outro lado, a limitada utilização dos ensaios com fertilizantes para determinação de doses economicamente ótimas nem sempre leva a valores concordantes com os da realidade agrícola. É prejudicada, como consequência, a determinação do ótimo econômico, embora os objetivos da pesquisa tecnológica tenham sido satisfatórios em termos de resposta de quantidade de nutriente e alto nível de produção. Um outro aspecto relevante é o relacionado com a metodologia adotada, tendo em vista o tipo de função ajustada aos dados observados.

PIMENTEL GOMES & MALAVOLTA (11), estudando a equação de Mitscherlich, indicam como efetuar o ajustamento a dados experimentais através do método dos quadrados mínimos, apesar de ser este um método extremamente laborioso.

PIMENTEL GOMES & NOGUEIRA (12) aconselham a utilização da análise de variância no estudo das experiências de adubação com o auxílio da lei de Mitscherlich, pois permite uma avaliação da concordância entre os dados esperados e os observados, levando dessa maneira a conclusões mais bem fundamentadas sobre a adubação economicamente viável, e apresentaram no estudo seis tabelas de funções que permitiam uma interpolação rápida e precisa para a equação de Mitscherlich. Ainda PIMENTEL GOMES (8) afirma que a lei de Mitscherlich permite que no cálculo da dose de adubo mais econômica seja analisado o efeito residual de fertilizantes, quando aplicada a experimentos convenientes.

PIMENTEL GOMES & CAMPO: (10) estudaram um grande número de ensaios de adubação de milho instalados nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná, Goiás, Pernambuco, Espírito Santo e Rio Grande do Sul. Utilizaram a equação de Mitscherlich para a determinação da dose econômica recomendável em alguns dos ensaios. Os autores comentam que, apesar do método da superfície de resposta apresentar vantagens quando existem interações significativas, é pouco aconselhável o seu uso porque:

- a) não permite extrapolação;
- b) não permite testes de significância adequados no caso de grupos de ensaios;
- c) é de aplicação mais trabalhosa e mais restrita;
- d) nos casos em que tem possibilidade de aplicação conduz a resultados análogos aos do método já indicado.

ZAGATTO & PIMENTEL GOMES (14) realizaram um trabalho de análise econômica de experimentos de adubação, onde calcularam as quantidades ótimas de nutrientes e o máximo rendimento do capital aplicado. Num ensaio fatorial de adubação de milho, os autores mostram um exemplo de aplicação da equação do segundo grau, no caso de uma só variável independente. Segundo os autores, as curvas mais usadas para a análise de dados experimentais, na prática, são as de Mitscherlich e o trinômio do segundo grau.

CAMPOS (3) apresenta um estudo sobre regressão polinomial ajustada a 50 ensaios de adubação de milho (modelo quadrático). Estuda, sob o ponto de vista teórico, a determinação das estimativas dos parâmetros da equação, seus respectivos intervalos de confiança, os níveis ótimos de N, P e K, as estimativas e os intervalos de confiança das produções. Algumas das suas principais conclusões foram: os parâmetros da equação de superfície de respostas apresentam intervalo de confiança muito amplo; na maioria dos casos (14) a função receita líquida apresentou "ponto de sela" e apenas em sete ensaios individuais admitiu a existência de uma dose economicamente aconselhável de nutrientes; na medida em que os ensaios foram agrupados a tendência de aparecimento de ponto de máximo na função receita líquida é maior; não há concordância dos resultados obtidos para as doses economicamente aconselháveis nos diversos casos estudados, o que não permite fazer recomendações de fórmulas de adubação; e, por fim, a aplicação da regressão polinomial aos ensaios de 3³ de adubação é recomendável apenas para grupos de ensaios de boa precisão.

ARRUDA (1), numa série de experimentos de adubação de cana-de-açúcar, apresentou uma fórmula para o cálculo da dose econômica de um do nutriente, admitindo que as respostas de produção Y, correspondendo aos diversos níveis de nutriente X, sejam interpretadas por um trinômio do segundo grau. Analisando os mesmos dados através de equação de Mitscherlich, verificou que os valores obtidos, correspondentes às doses econômicas, são bastante concordantes, sendo que o método do segundo grau, em todos os casos, deu dose econômica menor do que obtida pela lei de Mitscherlich.

IGUE et alii (5), no cálculo de doses mais econômicas de fertilizantes em experimentos de adubação de feijoeiro, utilizam os métodos de Mitscherlich e do trinômio do segundo grau e os comparam. Inicialmente, foi considerado um único coeficiente de eficácia para os oito grupos de experimentos no método de Mitscherlich e os resultados obtidos nem sempre foram concordantes com os calculados pelo trinômio. Quando os autores calcularam as doses econômicas pelo método de Mitscherlich utilizando, desta

vez, coeficientes de eficácia estimados para cada grupo individualmente, os resultados obtidos foram bem concordantes com os obtidos pelo método do tri-nômio do segundo grau.

Segundo SCHUH e TOLLINI (13), a função de Mitscherlich obtém uma aproximação do que realmente acontece no mundo real, pois postula substituição entre os nutrientes, caracterizando um problema de escolha, além do que a taxa de substituição é uma função do nível do rendimento, de modo que se torna importante o conhecimento de toda a função de produção, sendo as respostas a doses sucessivas cada vez menores, o que permite ainda a determinação da quantidade ótima de fertilizante a usar.

PAIVA et alii (7), comentando a atividade do Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, aponta como falha o fato de "não ter mantido trabalho em conjunto com as estações experimentais e centros de pesquisas agrônomicas para que estas se realizem de modo a permitir uma interpretação mais ampla e relevante do ponto de vista econômico. Por sua vez, o Estado de São Paulo dispõe, na área física e/ou biológica, de uma infraestrutura científica inclusive de técnicas e conhecimentos básicos que permitem atender de forma satisfatória os problemas da agricultura moderna; há, porém, algumas falhas e insuficiências em seus trabalhos de pesquisa, como por exemplo o fato de não se ter ainda conhecimentos para se determinar as curvas de respostas das diversas culturas nos diferentes solos e adubação química, curvas essas que são de grande importância para se poder determinar do ponto de vista econômico a quantidade ótima de adubo a ser empregado".

CAMPOS et alii (4) estudando 50 ensaios de adubação em milho, na Região de Ribeirão Preto, São Paulo, com ênfase na análise econômica dos experimentos, analisam a relação entre preços e níveis ótimos de nutrientes durante cinco anos (1966-70) e as taxas de retorno do capital aplicado em adubação sob diferentes relações de preços do produto e dos nutrientes. Os ensaios foram realizados em terra roxa legítima, no período de 1975/58 e 1960/61. Um aspecto interessante dos resultados foi o alto nível de produtividade física do milho que pode ser obtido, através do uso de fertilizantes. Os rendimentos culturais variaram de 3.617kg/ha (tratamento testemunha) a 5.587kg/ha (tratamento de maior produção média); o aumento da produtividade é superior, portanto, a 50,0%.

Na comparação da relação de preços insumo-produto observou-se para N uma pequena diminuição no período de 1966 a 1968. Em 1969, houve uma "deterioração" acentuada, com diminuição da dose econômica. Mas, em 1970, os preços analisados indicam acréscimos da ordem de 30,0% no nível "ótimo",

pois a relação de preços aumentou rapidamente de 1967 a 1969 e não usar esse nutriente nesse período seria a recomendação econômica. Com a elevação, do nível de fósforo e de potássio, a dose econômica de N para o primeiro cresceu rapidamente nos anos de 1966 a 1968 e permaneceu constante nos seguintes (1969 e 1970), enquanto que para o segundo uma tendência decrescente mais nítida pode ser observada para o N.

A dose econômica de K decresceu à medida em que se aumentou o nível fixado tanto de nitrogênio como de fósforo. Aparentemente, no intervalo coberto pelos dados obtidos é possível substituir potássio por nitrogênio ou fósforo e vice-versa, obviamente dentro do limite biológico da planta. As doses econômicas de nitrogênio e potássio apresentaram-se menos sensíveis às variações de preço do que as de fósforo. Com isso, os autores puderam inferir uma possível implicação na política do governo ao subsidiar os preços de nutrientes básicos. Nessa política, recomendava-se atenção especial ao fósforo, por ser esse o nutriente encontrado em menor quantidade nos solos brasileiros.

ARRUDA (2), trabalhando com experimentos de cana-de-açúcar, com quatro e cinco níveis de adubação igualmente espaçados, compara os métodos de Mitscherlich e do trinômio do segundo grau e salienta, como já fizera em seu trabalho de 1969, uma boa concordância nos valores das doses econômicas obtidas pelos dois métodos.

Segundo MELO (6), a equação de Mitscherlich, dentre as várias funções de produção, é a mais utilizada nas análises sobre adubação. Nesse mesmo trabalho, ele utiliza o método de Gauss-Newton para ajustar funções de regressão não linear pelos quadrados mínimos e conclui ser viável a aplicação do método para estimar os parâmetros da equação de Mitscherlich.

3 - METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado com dados de vários anos agrícolas, de 1967/68 até 1977/78, contando com 3.130 ensaios de adubação, o qual aproveitou uma parcela do conjunto de 3.954 ensaios com N, P, K, e alguns casos acrescidos de calcário, inoculantes e micronutrientes, que foram analisados no Projeto de Pesquisa de Avaliação Econômica de Resultados Experimentais. Os ensaios foram, na grande maioria, executados atra

vês dos projetos: FAO/ANDA/ABCAR, EMBRATER/FAO/ANDA, e agrupados segundo critérios adotados para o estudo econômico, de acordo com os dados disponíveis, em zona fisiográfica, seccional, regional.

Após o agrupamento dos dados, foram feitas as análises de variância, segundo o delineamento estatístico empregado, com separação dos efeitos linear e quadrático do nitrogênio, do fósforo e do potássio, e isolamento, ainda, do efeito do calcário e, em alguns casos, do micronutriente e do inoculante.

Os resultados apresentados a seguir, relativamente as recomendações de adubação para nitrogênio, fósforo e potássio dizem respeito apenas às zonas fisiográficas, seccionais e regionais que apresentaram significância estatística, assim, não se fez referência às demais zonas fisiográficas abrangidas pelo estudo.

No estudo mais abrangente relativamente à "Avaliação Econômica de Resultados Experimentais", do qual este é parte integrante, contou-se com a colaboração do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) e Instituto Riograndense de Arroz (IRGA). As áreas abrangidas neste estudo foram 13 Estados da Federação⁽⁴⁾.

A distribuição dos 3.130 ensaios de adubação entre as culturas e os Estados pode ser visualizada no quadro 1.

O tipo de delineamento estatístico adotado nos ensaios da Região Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste foi o de blocos ao acaso ou blocos casualizados com oito tratamentos, aos quais adicionou-se um tratamento extra para testar o efeito do calcário, esquema que permite estudar uma curva de resposta para cada um dos três nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O), conforme se segue:

<u>NPK</u>	<u>NPK</u>	<u>NPK</u>	<u>NPK</u>	<u>NPK</u>
000	011	101	110	
	111			111 + calcário
	211	121	112	

Têm-se, então, três níveis de nitrogênio (011, 111, 211), três de fósforo (101, 111, 121), três de potássio (110, 111, 112), dois de calcário (111, 111 + calcário), sendo que o tratamento 000 (testemu-

⁽⁴⁾ Maiores detalhes acerca dos ensaios de adubação podem ser encontrados em: Anjos, Natanael M. et alii. Avaliação econômica de resultados experimentais. São Paulo, Secretária de Agricultura e Abastecimento, TEA, IPEA, 1980. V. 1, p. 15-29.

na) serve de controle na indicação dos aumentos nos rendimentos promovidos pelos três nutrientes conjuntamente.

Nestes ensaios, foram ajustados os modelos de regressão assintótica e a interpretação econômica foi feita, no caso da lei de Mitscherlich, nos moldes indicado por PIMENTEL GOMES e ABREU (9), com utilização da fórmula:

$$X^* = \frac{1}{2} Xu + \frac{1}{c} \log \frac{w.u.}{t.Xu}, \text{ onde:}$$

QUADRO 1. - Distribuição dos Ensaio de Adubação a Nível de Estado e por Cultura, Brasil

Estado	Algodão herbáceo	Amei-doim	Arroz	Eata ta	Cana-de-açúcar	Feijão vigna	Feijão phaseolus
Maranhão	11	-	85	-	-	52	-
Piauí	-	-	60	-	-	63	-
Ceará	-	45	37	-	-	55	-
R.G.do Norte	37	-	-	-	7	-	14
Paraíba	-	-	-	-	-	-	-
Pernambuco	56	-	7	-	81	-	62
Alagoas	44	-	-	-	-	-	-
Sergipe	13	-	-	-	-	-	13
Bahia	38	-	10	-	-	-	33
M.G.do Sul	-	-	26	-	-	-	-
Goiás	16	6	245	-	-	-	55
Minas Gerais	82	22	74	12	11	-	162
Espirito Santo	-	-	-	-	-	-	-
Total	297	73	544	12	99	170	318

Estado	Mandioca	Milho	Trigo	Soja	Sorga granífero	Algodão arbóreo	Total
Maranhão	-	44	-	-	-	-	140
Piauí	-	62	-	-	-	18	192
Ceará	-	26	-	12	-	140	323
R.G.do Norte	47	40	-	-	-	71	271
Paraíba	-	33	-	-	-	-	33
Pernambuco	-	31	-	-	-	4	241
Alagoas	-	30	-	-	-	-	74
Sergipe	-	28	-	-	-	-	54
Bahia	-	60	-	13	-	-	154
M.G.do Sul	-	23	-	26	-	-	75
Goiás	-	171	-	93	-	-	586
Minas Gerais	6	379	-	285	10	-	964
Espirito Santo	-	23	-	-	-	-	23
Total	53	892	-	429	10	233	3.130

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

c = Coeficiente de eficácia, típico para cada nutriente;
 X_u = Dose de nutriente usada no ensaio;
 w = Preço do produto agrícola recebido pelo produtor;
 t = Preço do nutriente;
 u = Aumento da produção obtida com a dose de nutriente X_u ;
 X^* = Dose econômica.

Os coeficientes de eficácia utilizados foram os indicados pela literatura, ou seja, $c = 0,0049\text{ha/kg}$ para o nitrogênio (N) e $c = 0,0088\text{ha/kg}$ para o fósforo (P_2O_5) e o potássio (K_2O).

No caso de três níveis de adubação (zero, q e $2q$) e com a utilização do c da literatura, a recomendação é de que a fórmula acima seja utilizada, primeiramente, com o cálculo de X_1^* que considera u o aumento de produção relativo às doses zero e q ; X_2^* que considera u o aumento relativo às doses q e $2q$ e a dose recomendada seria a média, isto é,

$$X^* = \frac{X_1^* + X_2^*}{2}$$

Porém, a dose econômica (X^*) pode se situar, conforme a relação de preço, acima das doses de nutrientes empregadas nos ensaios, evidenciando uma situação de extrapolação. Para este problema, procurar-se-á recomendar, desde que os experimentos possibilitem um certo grau de confiança, doses com, no máximo, 10,0% a 20,0% de nutrientes a mais que a dose máxima no experimento ($2q$).

Acredita-se que este procedimento possa ser aceito pelo fato de se ter uma estimativa estatística do "ponto ótimo", a qual corresponde um intervalo de confiança. Se a função de produção for achatada na região desse ponto, o seu intervalo de confiança será relativamente grande e pouca diferença haverá na receita líquida entre adubação no "ponto ótimo" X^* e um ponto B muito aquém de X^* (figura 1), posto que a renda líquida sacrificada com um nível menor de adubação pode ser encarada como uma espécie de "seguro" contra um ano agrícola desfavorável em termos de condições climáticas ou de preços.

Por sua vez, as relações de preços entre produto agrícola e o nutriente em cada Estado foram obtidas com base em dados disponíveis da Fundação Getúlio Vargas durante o período de 1966 até 1977.

As recomendações de adubação serão calculadas para uma série ampla de relações de preços, de forma que as relações verificadas nos últimos quinze anos estarão incluídas. Nas relações de preços, a unidade se refere ao produto agrícola.

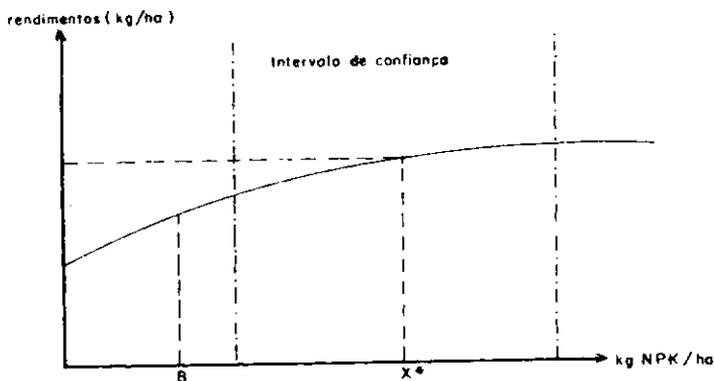


FIGURA 1. - Função de Produção Hipotética que Mostra o "Ponto Ótimo" de Adubação e o seu Intervalo de Confiança.

4 - RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

4.1 - Algodão Herbáceo

Constatou-se resposta muito boa desta cultura à adubação fosfatada, mas não para a potássica, exceto para as zonas fisiográficas de Agreste (PE) e Agreste (RN), onde o fertilizante potássico é necessário. As análises de terra indicam teor médio e alto de potássio para os grupos de ensaios analisados.

Quanto à adubação nitrogenada, em 22 grupos de ensaios, apenas 5 apresentaram respostas: 2 em Pernambuco, 2 em Alagoas e 1 na Bahia.

As recomendações de adubação encontram-se nos quadros 2 e 3.

4.2 - Amendoim

Dos quatro grupos de ensaios estudados para essa cultura somente

QUADRO 2. - Recomendação de Adubação Nitrogenada para a Cultura de Algodão Herbáceo em Zonas Fisiográficas de 3 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N)

Relação de preço	Pernambuco		Alagoas		Bahia Serra Geral
	Agreste	Sertão de S.Francisco	Sertaneja	Sertão de S.Francisco	
1:1,0	100,0	40,0	121,1	120,0	60,0
1:1,5	100,0	40,0	85,2	108,5	60,0
1:2,0	78,1	40,0	59,7	83,0	60,0
1:2,5	56,3	40,0	39,9	63,2	49,1
1:3,0	40,1	40,0	23,7	47,0	32,9
1:3,5	26,5	40,0	10,1	33,4	19,3
1:4,0	14,6	40,0	0,0	21,5	7,4
1:4,5	4,2	40,0	0,0	13,1	0,0
1:5,0	0,0	32,0	0,0	17,0	0,0
1:5,5	0,0	23,6	0,0	0,0	0,0
Dose máxima usada no experimento	80	80	100	100	120

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

no Ceará se constatou resposta significativa à adubação fosfatada e potássica. Convém não esquecer, porém, que eram pouco numerosos os ensaios nos outros Estados.

O nitrogênio e o calcário não apresentaram resposta significativa para nenhum dos grupos estudados.

As recomendações de adubação encontram-se no quadro 4.

4.3 - Arroz

Verificou-se boa resposta do arroz à adubação nitrogenada e à fos-

ANEXO 3. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura de Algodão Herbáceo, em Zonas Fisiográficas de 8 Estados do Brasil, através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de P_2O_5)

Relação de preço	Maranhão	Rio Grande do Norte			Pernambuco	
	Cerrado	Litoral	Agreste	Centro Norte	Agreste	Sertão de S. Francisco
1:0,5	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	136,6
1:1,0	100,0	100,0	83,0	86,8	64,3	102,4
1:1,5	100,0	90,2	63,0	66,8	44,3	82,4
1:2,0	100,0	76,0	48,8	52,6	30,1	68,2
1:2,5	89,0	65,0	37,7	41,6	19,1	57,2
1:3,0	80,0	56,0	28,8	32,6	10,1	48,2
1:3,5	72,4	48,4	21,2	25,0	2,5	40,6
1:4,0	65,8	41,8	14,6	18,4	0,0	34,0
1:4,5	60,0	36,0	8,8	12,6	0,0	28,2
1:5,0	54,8	30,8	3,6	7,4	0,0	23,0
Dose máxima usada no experimento	80	80	80	80	120	120

Relação de preço	Alagoas		Sergipe	Bahia	Goiás ⁽¹⁾	Minas Gerais ⁽¹⁾	
	Sertaneja	Sertão de S. Francisco	Oeste	Nordeste	Sudeste	Sete Lagoas	Uberlândia
1:0,5	120,0	120,0	110,0	122,9	110,0	110,0	60,0
1:1,0	104,0	117,9	110,0	88,7	110,0	110,0	60,0
1:1,5	84,0	97,9	95,6	68,7	104,7	110,0	60,0
1:2,0	69,8	83,7	81,4	54,5	90,5	98,2	48,8
1:2,5	58,8	72,7	70,4	43,5	79,5	87,2	37,8
1:3,0	49,8	63,7	61,4	34,5	70,5	78,2	28,8
1:3,5	42,2	56,1	53,8	26,9	62,9	70,6	21,2
1:4,0	35,6	49,5	47,2	20,3	56,3	64,0	14,6
1:4,5	29,8	43,7	41,4	14,5	50,5	58,2	8,8
1:5,0	24,6	38,5	36,2	9,3	45,3	53,0	3,6
Dose máxima usada no experimento	100	100	90	120	90	90	90

(¹) Em Goiás se refere à regional; em Minas Gerais, à Seccional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 4. - Recomendação de Adubação Fosfatada e Potássica para a Cultura de Amendoim, em Zonas Fisiográficas do Ceará, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de P_2O_5 ou de K_2O)

Relação de preço	Ceará		
	Fósforo		Potássico
	Litoral	Sertão do B. Jaguaribe	Sertão do B. Jaguaribe
1:1,5	137,4	143,3	96,5
1:2,0	123,2	129,1	82,3
1:2,5	112,2	118,1	71,3
1:3,0	103,2	109,1	62,3
1:3,5	95,6	101,5	54,7
1:4,0	89,0	94,9	48,1
1:4,5	83,2	89,1	42,3
1:5,0	78,0	83,9	37,1
1:5,5	73,3	78,2	32,4
1:6,0	69,0	73,9	28,1
1:6,5	65,0	69,9	24,1
1:7,0	61,4	66,3	20,5
1:7,5	58,4	62,9	17,1
1:8,0	54,8	59,7	13,9
1:8,5	51,8	56,7	10,9
1:9,0	49,0	53,9	8,1
Dose máxima usada no experimento	120	120	80

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

fatada. Somente em Mato Grosso do Sul e em Goiás não houve nenhum caso com resposta comprovada à adubação nitrogenada. A análise de terra indicou teor alto e médio, respectivamente em Mato Grosso do Sul e Goiás. Curiosamente, em Goiás, mesmo em presença de baixo teor de nitrogênio total, não houve resposta positiva à adubação nitrogenada.

Quanto ao fósforo, a cultura de arroz demonstrou boa resposta na maioria dos casos. Somente em Pernambuco não apresentou resposta.

Apenas alguns grupos de ensaios apresentaram respostas à adubação potássica.

As recomendações de adubação encontram-se nos quadros 5 a 7.

4.4 - Cana-de-Açúcar

Verificaram-se boas respostas da cana-de-açúcar aos fertilizantes empregados nos ensaios conduzidos em Pernambuco, mas no Rio Grande do Norte e em Minas Gerais os aumentos observados foram menores. Para os ensaios de cana planta e primeira soca, em Pernambuco, observou-se resposta à adubação nitrogenada, à fosfatada e à potássica. Por sua vez, para a segunda soca, verificaram-se respostas somente para as adubações nitrogenada e fosfatada. Já em Minas Gerais houve apenas resposta para o fósforo e o potássio e, no Rio Grande do Norte, somente para o fósforo.

As recomendações de adubação encontram-se nos quadros 8 a 10.

4.5 - Feijão Phaseolus

De modo geral, houve excelente resposta deste feijão à adubação fosfatada, mas não à potássica. As únicas exceções ocorreram na zona fisiográfica do Litoral (RN) e na Seccional de Muriaê (MG), onde o fertilizante potássico é necessário.

Quanto ao nitrogênio, verificou-se que, dos grupos de ensaios estudados, apenas 7 apresentaram resposta. Para fósforo, comprovaram-se respostas em todos os Estados, mas não em todos os grupos de experimentos.

As recomendações de adubação encontram-se nos quadros 11 e 12.

4.6 - Feijão Vigna

Verificou-se uma excelente resposta à adubação fosfatada, mesmo quando a análise de terra indicou teor médio de fósforo. Quanto ao nitrogênio, demonstrou resposta apenas em alguns grupos de ensaios e em nenhum caso

QUADRO 5. - Recomendação de Adubação Nitrogenada para a Cultura de Arroz, em Zonas Fisiográficas de 6 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N)

Relação de preço	Maranhão		Piauí		Ceará		Pernambuco	Bahia	Minas Gerais
	Cocais	Pré Amazônia	Carnaubeira	Ibiapaba	Cariri	Baturitê	Baixo S. Francisco	Serra Geral	Patos de Minas
1:1,5	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	60,0	80,0
1:2,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	60,0	80,0
1:2,5	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	60,0	80,0
1:3,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	60,0	80,0
1:3,5	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	60,0	80,0
1:4,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	60,0	80,0
1:4,5	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	60,0	80,0
1:5,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	60,0	80,0
1:5,5	80,0	74,2	80,0	80,0	80,0	72,6	80,0	60,0	80,0
1:6,0	80,0	66,5	80,0	80,0	80,0	65,1	80,0	58,6	72,8
1:6,5	80,0	59,4	80,0	80,0	80,0	58,0	80,0	51,5	65,7
1:7,0	80,0	52,8	80,0	80,0	80,0	51,4	80,0	44,9	59,1
1:7,5	79,6	46,7	80,0	78,4	80,0	45,3	80,0	38,8	53,0
1:8,0	73,9	41,0	75,7	72,7	80,0	39,6	80,0	33,1	47,3
1:8,5	68,5	35,6	70,3	67,3	30,0	34,2	80,0	27,7	41,9
1:9,0	63,5	30,6	65,3	62,3	80,0	29,2	80,0	22,7	36,9
1:9,5	58,7	25,8	60,5	57,5	80,0	24,4	80,0	17,9	32,1
1:10,0	54,1	21,2	55,9	52,9	80,0	20,1	80,0	13,3	27,5
Dose máxima usada no experimento	60	60	60	60	60	60	60	120	60

Fonte: Instituto de Economia Rural

QUADRO 6. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura de Arroz, em Zonas Fisiográficas de 7 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha P_2O_5)

(Continua)

Relação de preço	Maranhão		Piauī		Cearā	Bahia	M. Grosso do Sul
	Cocais	Prē Amazônia	Ibiapava	M.Parnaība	Sertão do Salgado A.J.	Serra Geral	Campo Grande
1:1,0	60,0	139,9	110,0	95,8	110,0	60,0	82,9
1:1,5	60,0	119,9	110,0	75,8	110,0	60,0	62,9
1:2,0	60,0	105,7	103,7	61,6	102,0	60,0	48,7
1:2,5	56,7	94,7	92,7	50,6	91,1	60,0	37,7
1:3,0	47,7	85,7	83,7	41,6	82,0	60,0	28,7
1:3,5	40,1	78,1	76,1	34,0	74,5	54,5	21,1
1:4,0	33,5	71,5	69,5	27,4	67,9	47,9	14,5
1:4,5	27,7	65,7	63,7	21,6	62,1	42,1	8,7
1:5,0	22,5	60,5	58,5	16,4	56,9	36,9	3,5
1:5,5	17,8	55,8	53,8	11,7	52,2	32,2	0,0
1:6,0	13,5	51,5	49,5	7,4	47,9	27,9	0,0
1:6,5	9,5	47,5	45,5	3,4	43,9	23,9	0,0
1:7,0	5,9	43,9	41,9	0,0	40,3	20,3	0,0
1:7,5	2,5	40,5	38,5	0,0	36,9	16,9	0,0
1:8,0	0,0	37,3	35,3	0,0	33,7	13,7	0,0
1:8,5	0,0	34,3	32,3	0,0	30,7	10,7	0,0
1:9,0	0,0	31,5	29,5	0,0	27,9	7,9	0,0
1:9,5	0,0	28,8	26,8	0,0	25,2	5,2	0,0
1:10,0	0,0	26,3	24,3	0,0	22,7	2,7	0,0
Jose m̄xima usada no ex perimento		120	90	90	90	120	90

Fonte: Instituto de Economia Agrīcola.

QUADRO 6. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura de Arroz, em Zonas Fisiográficas de 7 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha P_2O_5)

(Conclusão)

Relação de preço	Goiás ⁽¹⁾					Minas Gerais ⁽¹⁾		
	Anápolis	Estrada de Ferro	Goiânia	Inhumas	Médio Norte	Sul	Alfenas	Patos de Minas
1:1,0	110,0	152,8	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
1:1,5	110,0	132,8	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	109,6
1:2,0	104,4	118,6	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	95,4
1:2,5	93,4	107,6	110,0	110,0	110,0	99,4	99,4	84,4
1:3,0	84,3	98,5	110,0	110,0	110,0	90,4	90,4	75,4
1:3,5	76,8	91,0	103,3	105,1	110,0	82,8	82,8	67,8
1:4,0	70,2	84,4	96,7	98,5	110,0	72,6	72,6	61,2
1:4,5	64,3	78,5	90,8	92,6	110,0	70,3	70,4	55,4
1:5,0	59,2	73,2	85,7	87,5	105,5	65,2	65,2	50,2
1:5,5	54,5	68,7	81,0	82,8	100,8	60,5	60,5	45,5
1:6,0	50,2	64,4	76,7	78,5	96,5	56,2	56,2	41,2
1:6,5	46,2	60,4	72,7	74,5	92,5	52,2	52,2	37,2
1:7,0	42,6	56,8	59,1	70,9	88,9	48,6	48,6	33,6
1:7,5	39,2	53,4	65,7	67,5	85,5	45,2	45,2	30,2
1:8,0	36,0	50,2	62,5	64,3	82,3	42,0	42,0	27,0
1:8,5	33,0	47,2	59,5	61,3	79,3	39,0	39,0	24,0
1:9,0	20,2	44,4	56,7	58,5	76,5	36,2	36,2	21,2
1:9,5	27,5	41,7	54,0	55,8	73,8	33,5	33,5	18,5
1:10,0	25,0	39,2	51,5	53,3	71,3	31,0	31,0	16,0
Dose máxima usada no experimento	90	90	90	90	90	90	90	90

⁽¹⁾ Em Goiás se refere à regional; em Minas Gerais, à Seccional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 7. - Recomendação de Adubação Potássica para a Cultura de Arroz, em Zonas Fisiográficas de 3 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de K₂O)

Relação de preço	Bahia			Goiás ⁽¹⁾
	Piauí M. Parnaíba	Serra Geral		Médio Norte
1:0,50	80,0	60,0		80,0
1:0,75	80,0	60,0		80,0
1:1,00	80,0	60,0		80,0
1:1,25	80,0	52,9		80,0
1:1,50	80,0	36,8		80,0
1:1,75	80,0	23,1		80,0
1:2,00	80,0	11,3		80,0
1:2,25	76,1	0,8		80,0
1:2,50	66,8	0,0		80,0
1:2,75	58,4	0,0		80,0
1:3,00	50,6	0,0		76,7
1:3,25	43,5	0,0		69,6
1:3,50	37,0	0,0		63,1
Dose máxima usada no experimento	60	60		60

(1) Em Goiás se refere à regional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 8. - Recomendação de Adubação Nitrogenada para a Cultura de Cana-de-Açúcar, em Zonas Fisiográficas de Pernambuco, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N)

Relação de preço	Pernambuco		
	Mata Cana-planta	Mata 1 ^a Soca	Mata 2 ^a Soca
1:0,40	120,0	120,0	120,0
1:0,50	120,0	121,6	110,3
1:0,60	120,0	105,4	94,1
1:0,70	120,0	91,8	80,5
1:0,80	120,0	79,8	68,5
1:0,90	120,0	69,4	58,1
1:1,00	119,0	60,0	48,7
1:1,10	110,6	51,6	40,3
1:1,20	103,0	44,0	32,7
1:1,30	95,8	36,8	25,5
1:1,40	89,2	30,2	18,9
1:1,50	83,0	24,1	12,8
1:1,60	77,4	18,4	7,1
1:1,80	67,0	8,0	0,0
1:2,00	57,6	0,0	0,0
1:2,20	49,2	0,0	0,0
1:2,40	41,4	0,0	0,0
1:2,60	34,4	0,0	0,0
Dose máxima usada no experimento	100	100	100

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 9. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura de Cana-de-Açúcar, em Zonas Fisiográficas de 3 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de $P_{2}O_{5}$)

Relação de preço	Rio Grande do Norte Litoral	Pernambuco			Minas Gerais ⁽¹⁾ Viçosa
		Mata Lana-planta	Mata 1ª Soca	Mata 2ª Soca	
1:0,15	232,0	197,4	100,0	100,0	175,0
1:0,20	217,7	183,1	100,0	100,0	160,7
1:0,25	206,7	172,1	100,0	100,0	149,7
1:0,30	197,7	163,1	100,0	100,0	140,7
1:0,35	190,1	155,5	100,0	100,0	133,1
1:0,40	183,5	148,9	100,0	100,0	126,5
1:0,45	177,7	143,1	100,0	100,0	120,7
1:0,50	172,5	137,9	100,0	100,0	115,5
1:0,55	167,9	133,3	100,0	100,0	110,9
1:0,60	163,5	128,9	100,0	99,4	106,5
1:0,65	159,5	124,9	100,0	95,4	102,5
1:0,70	155,9	121,3	100,0	91,8	98,8
1:0,75	152,5	117,9	100,0	88,4	95,5
1:0,80	149,3	114,7	97,7	85,2	92,3
1:0,85	146,3	111,7	94,7	82,2	89,3
1:0,90	143,5	108,9	91,9	79,4	86,5
1:1,00	138,3	103,7	86,7	74,2	81,3
1:1,10	133,7	99,1	82,1	69,6	76,7
1:1,20	129,3	94,7	77,7	65,2	72,3
1:1,30	125,3	90,7	73,7	61,2	68,3
1:1,40	121,7	87,1	70,1	57,6	64,7
1:1,50	118,3	83,7	66,7	54,2	61,3
1:1,60	115,1	80,5	63,5	51,0	58,1
1:1,70	112,1	77,5	60,5	48,0	55,1
1:1,80	109,3	74,7	57,7	45,2	52,3
1:1,90	106,5	71,9	54,9	42,4	49,5
Dose máxima usada no experimento	200	200	80	80	160

(¹) Em Minas Gerais se refere à Seccional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 10. - Recomendação de Adubação Potássica para a Cultura de Cana-de-Açúcar, em Zonas Fisiográficas de 2 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de K₂O)

Relação de preço	Pernambuco		Minas Gerais ⁽¹⁾
	Mata Cana-planta	Mata 1 ^a Soca	Viçosa
1:0,15	120,0	142,7	97,0
1:0,20	120,0	128,4	97,0
1:0,25	120,0	117,4	97,0
1:0,30	120,0	108,5	97,0
1:0,35	120,0	100,9	97,0
1:0,40	120,0	94,3	97,0
1:0,45	120,0	88,5	96,9
1:0,50	116,1	83,3	91,7
1:0,55	111,5	78,7	87,1
1:0,60	107,1	74,3	82,7
1:0,65	103,1	70,3	78,7
1:0,70	99,5	66,7	75,1
1:0,75	96,1	63,3	71,7
1:0,80	92,9	60,1	68,5
1:0,85	89,9	57,1	65,5
1:0,90	87,1	54,3	62,7
1:1,00	81,9	49,1	57,5
1:1,10	77,3	44,5	52,9
1:1,20	72,9	40,1	48,5
1:1,30	68,9	36,1	44,5
1:1,40	65,3	32,5	40,9
1:1,50	61,9	29,1	37,5
1:1,60	58,7	25,9	34,3
1:1,70	55,7	22,9	31,3
1:1,80	52,9	20,1	28,5
1:1,90	50,1	17,3	27,5
Dose máxima usada no experimento	100	160	80

(¹) Em Minas Gerais se refere à Seccional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 11. - Recomendação de Adubação Nitrogenada para a Cultura de Feijão Phaseolus, em Zonas Fisiográficas de 2 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich, em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N)

Relação de preço	Bahia		Minas Gerais ⁽¹⁾		
	Nordeste		G.Valadares	Patos de Minas	Viçosa
1:1,0	60,0		80,0	75,0	75,0
1:1,5	60,0		80,0	75,0	75,0
1:2,0	60,0		80,0	75,0	75,0
1:2,5	60,0		79,8	73,2	75,0
1:3,0	60,0		63,6	57,0	75,0
1:3,5	60,0		50,0	43,4	75,0
1:4,0	60,0		38,1	31,5	75,0
1:4,5	60,0		27,7	21,1	75,0
1:5,0	57,3		18,3	11,7	75,0
1:5,5	48,9		9,9	3,3	75,0
1:6,0	41,2		2,2	0,0	75,0
1:6,5	34,1		0,0	0,0	75,0
1:7,0	27,5		0,0	0,0	75,0
1:7,5	21,4		0,0	0,0	74,8
1:8,0	15,7		0,0	0,0	69,1
Dose máxima usada no experimento	40		60	60	60

(¹) Em Minas Gerais se refere à Seccional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

resposta à adubação potássica.

As recomendações de adubação encontram-se nos quadros 13 e 14.

4.7 - Mandioca

No Estado do Rio Grande do Norte, foi excelente a resposta à

QUADRO 12. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura de Feijão Phaseolus, em Zonas Fisiográficas de Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços 4

(em kg/ha de P_2O_5)

(Continua)

Relação de preço	Sergipe		Bahia Nordeste	Goiás (1)		
	Oeste Grupo I	Oeste Grupo II		Anápolis	Vale do S. Patrício	Inhumas
1:1,0	110,0	110,0	123,4	72,1	110,0	110,0
1:1,5	105,2	110,0	103,4	52,1	110,0	110,0
1:2,0	91,9	106,9	89,2	38,1	103,6	106,2
1:2,5	80,0	95,9	78,2	27,1	92,6	95,2
1:3,0	71,0	86,9	69,2	18,1	83,6	86,2
1:3,5	63,4	79,3	61,6	10,5	76,0	69,6
1:4,0	56,8	72,7	55,0	3,9	69,4	63,0
1:4,5	51,0	66,9	49,2	0,0	63,6	57,2
1:5,0	45,8	61,7	44,0	0,0	58,4	52,0
1:5,5	41,1	57,0	39,3	0,0	53,7	47,3
1:6,0	36,8	52,7	35,0	0,0	49,7	43,0
1:6,5	32,8	48,7	31,0	0,0	46,1	39,0
1:7,0	29,2	45,1	27,4	0,0	42,7	35,4
1:7,5	25,8	41,7	24,0	0,0	39,5	32,0
1:8,0	22,6	38,5	20,8	0,0	36,3	28,8
Dose máxima usada no experimento	90	90	120	90	90	90

(1) Em Goiás se refere à regional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 12. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura de Feijão Phaseolus, em Zonas Fisiográficas de Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços 4

(em kg/ha de P₂O₅)

(Conclusão)

Relação de preço	Minas Gerais ⁽¹⁾							
	Alfenas	Divinópolis	G.Valadares	Juiz de Fora	Lavras	Patos de Minas	Pouso Alegre	Uberlândia
1:1,0	82,8	110,0	110,0	77,4	113,7	77,2	104,8	50,0
1:1,5	62,8	110,0	97,8	57,4	93,7	57,2	84,4	50,0
1:2,0	48,5	107,0	83,6	43,2	79,6	43,0	70,7	50,0
1:2,5	37,5	96,0	72,6	32,2	68,6	32,0	59,7	50,0
1:3,0	28,5	87,0	63,6	23,2	59,6	23,0	50,7	50,0
1:3,5	20,9	79,4	56,0	15,6	52,0	15,4	43,1	50,0
1:4,0	14,3	72,8	49,4	9,0	45,4	8,8	36,5	50,0
1:4,5	8,5	67,0	43,6	3,2	39,6	3,0	30,7	46,6
1:5,0	3,3	61,8	38,4	0,0	34,4	0,0	25,5	41,4
1:5,5	0,0	57,1	33,7	0,0	29,7	0,0	20,8	36,7
1:6,0	0,0	52,8	29,4	0,0	25,4	0,0	16,5	32,4
1:6,5	0,0	48,8	25,4	0,0	21,4	0,0	12,5	28,4
1:7,0	0,0	45,2	21,8	0,0	17,8	0,0	8,9	24,8
1:7,5	0,0	41,8	18,4	0,0	14,4	0,0	5,5	21,4
1:8,0	0,0	38,6	15,2	0,0	11,2	0,0	2,3	18,2
Dose máxima usada no experimento	90	90	90	90	90	90	90	90

⁽¹⁾ Em Minas Gerais, à Seccional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 13. - Recomendação de Adubação Nitrogenada para a Cultura de Feijão Vigna, em Zonas Fisiográficas de 2 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N)

Relação de preço	Rio Grande do Norte		Ceará	
	Seridô	Serrana	Sertão do B. Jaguaribe	Sertão do Sudeste
1:0,5	111,6	111,6	30,0	75,0
1:1,0	75,7	75,7	0,0	75,0
1:1,5	50,2	50,2	0,0	73,5
1:2,0	30,4	30,4	0,0	53,7
1:2,5	14,2	14,2	0,0	37,5
1:3,0	0,6	0,6	0,0	23,9
1:3,5	0,0	0,0	0,0	12,0
1:4,0	0,0	0,0	0,0	1,6
1:4,5	0,0	0,0	0,0	0,0
1:5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:5,5	0,0	0,0	0,0	0,0
1:6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:6,5	0,0	0,0	0,0	0,0
1:7,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:7,5	0,0	0,0	0,0	0,0
1:8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dose máxima usada no experimento	90	90	60	60

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

adubação fosfatada, pois variou de 7,3 a 14,2 toneladas de mandioca por hectare. Quanto ao nitrogênio, obteve-se resposta apenas na zona fisiográfica do Seridô (RN). Quanto ao potássio, analisou-se apenas um grupo de 6 ensaios em Divinópolis (MG), onde se constatou resposta linear para este nutriente.

Uma vez que as doses econômicas obtidas foram elevadas, bem superiores à dose máxima empregada nos ensaios, não seria recomendável ir muito além de uma dose de 80kg/ha de K_2O , 100kg/ha de P_2O_5 . As recomendações constam do quadro 15.

QUADRO 14. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura de Feijão Vigna, em Zonas Fisiográficas de 3 Estados do Brasil, Através do Uso de Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de P_2O_5)

Relação de preço	Piauĩ		Ceará		Rio Grande do Norte	
	Ibiapaba	Sertão	Litoral	Sertão do R. Jaguaribe	Chapada do Apodĩ	Seridõ
1:1,0	110,0	92,6	110,0	110,0	101,1	85,3
1:1,5	110,0	72,6	108,7	110,0	81,1	65,3
1:2,0	100,9	58,4	94,5	100,4	66,9	51,1
1:2,5	89,9	47,4	83,5	89,4	55,9	40,1
1:3,0	80,9	38,4	74,5	80,4	46,9	31,1
1:3,5	73,3	30,8	66,9	72,8	39,3	23,6
1:4,0	66,7	24,2	60,3	66,2	32,7	16,9
1:4,5	60,9	18,4	54,5	60,4	26,9	11,1
1:5,0	55,7	13,2	49,3	55,2	21,7	5,9
1:5,5	51,0	8,5	44,6	50,5	17,0	1,2
1:6,0	46,7	4,2	40,3	46,2	12,7	0,0
1:6,5	42,7	0,2	36,3	42,2	8,7	0,0
1:7,0	39,1	0,0	32,7	38,6	5,1	0,0
1:7,5	35,7	0,0	29,3	35,2	1,7	0,0
1:8,0	32,5	0,0	26,1	32,0	0,0	0,0
Dose máxima usada no experimento	90	90	90	90	90	90

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 15. - Recomendação de Adubação Nitrogenada, Fosfatada e Potássica para a Cultura de Mandioca, em Zonas Fisiográficas de 2 Estados do Brasil, Através do Uso de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N, P_2O_5 ou K_2O)

Relação de preço	Nitrogênio Rio G.do Norte Seridô	Fósforo			Potássio Minas Gerais ⁽¹⁾ Divinópolis
		Rio Grande do Norte			
		Agreste	Litoral	Seridô	
1:2,0	80,0	110,0	110,0	120,0	80,0
1:4,0	80,0	110,0	110,0	120,0	80,0
1:6,0	80,0	110,0	110,0	120,0	80,0
1:8,0	80,0	110,0	110,0	120,0	80,0
1:10,0	80,0	110,0	110,0	120,0	80,0
1:12,0	80,0	110,0	110,0	119,6	80,0
1:14,0	80,0	110,0	110,0	110,0	80,0
1:16,0	80,0	110,0	110,0	105,4	80,0
1:18,0	80,0	110,0	110,0	99,6	80,0
1:20,0	80,0	110,0	110,0	94,4	80,0
1:22,0	80,0	110,0	110,0	89,7	80,0
1:24,0	80,0	110,0	110,0	85,4	80,0
1:26,0	80,0	110,0	110,0	81,4	80,0
1:28,0	80,0	110,0	110,0	87,8	80,0
1:30,0	80,0	108,0	110,0	74,4	80,0
1:32,0	80,0	104,8	110,0	71,2	80,0
1:34,0	80,0	101,8	110,0	68,2	80,0
1:36,0	76,7	99,0	110,0	65,4	80,0
1:40,0	67,3	93,8	108,4	60,2	80,0
1:50,0	47,6	82,8	97,4	49,2	80,0
Dose máxima usada no experimento	60	90	90	90	60

(¹) Em Minas Gerais se refere à Seccional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

4.8 - Milho

De uma maneira geral, houve boas respostas do milho às adubações nitrogenada e fosfatada, mas não para a potássica. As únicas exceções ocorreram na Zona Fisiográfica do Seridó (RN) e na Seccional de Lavras, onde o fertilizante potássico é necessário.

Quanto ao nitrogênio, demonstrou boa resposta na maioria dos casos. Somente em Sergipe e Mato Grosso do Sul não houve nenhum caso com resposta comprovada à adubação nitrogenada. Convém não esquecer, porém, que em ambos os casos eram pouco numerosos os ensaios.

Quanto ao fósforo, comprovou-se resposta em todos os Estados, mas não em todos os grupos de experimentos.

As recomendações de adubação encontram-se nos quadros 16 a 18.

4.9 - Soja

Observou-se, de uma maneira geral, boa resposta da soja à adubação fosfatada, mas não à nitrogenada e à potássica. A única exceção para a adubação potássica ocorreu na região de Dourados (MS), devendo, porém, haver certa precaução nas recomendações obtidas através desses dados, por causa da estiagem que ocorreu quando da realização dos experimentos.

As recomendações de adubação encontram-se no quadro 19.

4.10 - Sorgo Granífero

Dos dois grupos, composto cada um de 5 ensaios, instalados nas Seccionais de Divinópolis e de Patos de Minas (MG), constatou-se apenas resposta favorável significativamente para o nitrogênio em Divinópolis. A dose econômica recomendada foi de 102,0kg/ha.

QUADRC 16. - Recomendação de Adubação Nitrogenada para a Cultura de Milho, em Zonas Fisiográficas de 13 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N)

(Continua)

Relação de preço	Maranhão			Piauí					Ceará			Rio Grande do Norte		
	Cnapadões	Cocais	Planalto	Carmaubeira	Ibiapaba	Litoral	N. Parnaíba	Sertão	Arairipe	Cariri	Sertão de Jaguaribe	Agrreste	Centro Norte	Seridó
1:2,5	100,0	100,0	95,9	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
1:3,0	100,0	100,0	79,7	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
1:3,5	100,0	100,0	66,1	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
1:4,0	100,0	100,0	54,2	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	108,6
1:4,5	100,0	95,7	43,8	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	98,2
1:5,0	100,0	86,3	34,4	110,0	110,0	110,0	109,7	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	98,8
1:5,5	100,0	77,5	26,0	110,0	110,0	110,0	101,3	107,9	110,0	110,0	110,0	109,3	110,0	80,4
1:6,0	100,0	70,2	18,3	110,0	103,6	110,0	92,6	100,2	110,0	110,0	110,0	101,6	110,0	72,7
1:6,5	93,4	63,1	11,2	109,0	96,5	105,5	86,5	93,1	110,0	110,0	110,0	94,5	110,0	65,6
1:7,0	85,3	56,5	4,6	103,0	89,9	98,9	79,9	86,5	110,0	110,0	110,0	87,9	110,0	59,0
1:8,0	73,0	44,7	0,0	91,2	78,3	37,1	68,1	74,7	109,6	100,8	110,0	76,1	110,0	47,2
1:9,0	54,6	34,3	0,0	80,8	67,7	86,7	57,7	64,3	99,2	90,4	110,0	65,7	107,3	36,6
1:10,0	55,2	24,3	0,0	71,4	58,3	67,3	48,3	54,9	89,8	81,0	110,0	56,3	97,9	27,4
1:11,0	46,5	16,5	0,0	63,0	49,9	58,9	39,9	46,5	81,4	72,6	105,1	47,9	89,5	19,0
1:12,0	39,7	8,8	0,0	55,3	42,2	51,2	32,2	38,8	73,7	64,9	97,4	40,2	81,8	11,3
1:13,0	32,0	1,7	0,0	48,2	35,1	44,1	25,1	31,7	66,6	57,9	90,3	33,1	74,7	4,0
1:14,0	25,4	0,0	0,0	41,6	28,5	37,5	18,5	25,1	60,0	51,2	83,7	26,5	68,1	0,0
1:15,0	19,3	0,0	0,0	35,5	22,4	31,4	12,4	19,0	53,9	45,1	77,6	20,4	62,0	0,0
1:16,0	13,6	0,0	0,0	29,3	16,7	25,7	6,7	13,3	48,2	39,4	71,9	14,7	56,3	0,0
1:17,0	5,2	0,0	0,0	24,4	11,3	23,0	1,3	7,9	42,8	34,0	66,5	9,3	50,9	0,0
1:18,0	3,1	0,0	0,0	19,3	6,2	15,2	0,0	2,8	37,7	28,9	61,4	4,2	45,8	0,0
1:19,0	0,0	0,0	0,0	14,5	1,4	10,4	0,0	0,0	32,9	24,1	56,6	0,0	41,0	0,0
1:20,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	5,9	0,0	0,0	28,4	19,6	52,1	0,0	36,5	0,0
1:21,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	1,6	0,0	0,0	24,1	15,3	47,8	0,0	32,2	0,0
1:22,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	19,9	11,1	43,6	0,0	28,0	0,0
1:23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	7,2	39,7	0,0	24,1	0,0
Dose máxima usada no experimento	80	80	80	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 15. - Recomendação de Adubação Nitrogenada para a Cultura de Milho, em Zonas Fisiográficas de 13 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N)

(Continua)

Relação de preço	Rio G.do Norte Serrana	Paraíba			Pernambuco Agreste	Alagoas			Sergipe Oeste	Bahia Nordeste
		Caatinga L. Brejo	Cariri	Sertão		Mata	Sertaneja	Sertão do S. Francisco		
1:2,5	110,0	80,0	80,0	80,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	100,5
1:3,0	110,0	80,0	80,0	80,0	117,2	120,0	120,0	120,0	120,0	84,3
1:3,5	110,0	80,0	80,0	80,0	103,6	120,0	120,0	120,0	109,7	70,7
1:4,0	110,0	80,0	80,0	80,0	91,7	120,0	120,0	120,0	97,8	48,4
1:4,5	110,0	80,0	80,0	80,0	81,3	120,0	120,0	112,7	87,4	39,0
1:5,0	110,0	80,0	80,0	80,0	71,9	120,0	120,0	103,3	78,0	30,5
1:5,5	110,0	80,0	80,0	80,0	63,5	112,5	120,0	94,9	69,6	22,9
1:6,0	106,8	80,0	80,0	77,5	55,8	104,8	117,1	87,2	61,9	15,8
1:6,5	99,7	80,0	80,0	70,4	48,7	97,7	110,0	80,1	54,8	9,2
1:7,0	93,1	80,0	80,0	63,8	42,1	91,7	103,4	73,5	48,2	3,1
1:8,0	81,3	80,0	80,0	52,0	30,3	79,3	91,6	61,7	36,4	0,0
1:9,0	70,9	80,0	78,6	41,6	19,9	78,9	81,2	51,3	26,0	0,0
1:10,0	61,5	80,0	69,2	32,2	10,5	59,5	71,8	41,9	16,6	0,0
1:11,0	53,1	76,3	60,8	23,8	2,1	51,5	63,4	33,5	8,2	0,0
1:12,0	45,4	68,6	53,1	16,1	0,0	43,4	55,7	25,8	0,5	0,0
1:13,0	38,3	61,5	46,0	9,0	0,0	36,3	48,6	18,7	0,0	0,0
1:14,0	31,7	54,9	39,4	2,4	0,0	29,7	42,0	12,1	0,0	0,0
1:15,0	25,6	48,8	33,3	0,0	0,0	23,6	35,9	6,0	0,0	0,0
1:16,0	19,9	43,1	27,6	0,0	0,0	17,9	30,2	0,3	0,0	0,0
1:17,0	14,5	37,7	22,2	0,0	0,0	12,5	24,8	0,0	0,0	0,0
1:18,0	9,4	32,6	17,1	0,0	0,0	7,4	19,7	0,0	0,0	0,0
1:19,0	4,6	27,8	12,3	0,0	0,0	2,6	14,9	0,0	0,0	0,0
1:20,0	0,0	23,3	7,8	0,0	0,0	0,0	10,4	0,0	0,0	0,0
1:21,0	0,0	19,9	3,5	0,0	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0
1:22,0	0,0	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0
1:23,0	0,0	10,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dose máxima usada no experimento	90	90	60	60	100	100	100	90	90	120

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 16. - Recomendação de Adubação Nitrogenada para a Cultura de Milho, em Zonas Fisiográficas de 13 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N)

Relação de preço	(Conclusão)											
	Goiás (1)			Minas Gerais (1)								Espírito Santo
	Anápolis	Estrada de Ferro	Goiânia	Divinópolis	S. Valadares	Lavras	Patos de Minas	Pouso Alegre	Sete Lagoas	Uberlândia	Viçosa	
1:2,5	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	107,3	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
1:3,0	110,0	110,0	110,0	110,0	104,7	110,0	91,1	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
1:3,5	110,0	110,0	110,0	110,0	91,1	110,0	77,5	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
1:4,0	107,9	110,0	103,0	110,0	79,2	110,0	65,6	110,0	110,0	110,0	108,6	110,0
1:4,5	92,4	110,0	92,6	110,0	68,8	109,0	52,2	110,0	110,0	110,0	98,2	103,9
1:5,0	83,0	106,8	83,2	110,0	59,4	99,6	45,8	110,0	110,0	106,6	88,8	94,5
1:5,5	74,6	98,4	74,8	110,0	51,0	91,2	37,4	110,0	110,0	98,2	80,4	86,1
1:6,0	66,9	90,7	67,1	109,1	43,3	83,5	29,7	110,0	110,0	90,6	72,7	78,4
1:6,5	59,8	83,6	60,0	102,0	36,2	76,4	22,6	110,0	110,0	83,4	65,6	71,3
1:7,0	53,2	70,0	53,4	95,4	29,6	69,8	16,0	104,1	110,0	76,8	59,0	64,7
1:8,0	41,4	65,2	42,3	83,6	17,8	58,0	1,2	92,3	110,0	65,0	47,2	52,9
1:9,0	31,0	54,8	33,2	73,2	7,4	47,6	0,0	81,3	110,0	54,6	36,8	42,5
1:10,0	21,6	45,4	25,1	63,8	0,0	38,2	0,0	72,5	107,1	45,2	27,4	33,1
1:11,0	13,2	37,0	16,7	55,4	0,0	29,8	0,0	64,1	98,7	36,8	19,0	24,7
1:12,0	2,5	29,3	9,0	47,7	0,0	22,1	0,0	56,4	91,0	29,1	11,3	17,0
1:13,0	0,0	22,2	1,9	40,6	0,0	15,0	0,0	49,3	83,9	22,0	4,2	9,9
1:14,0	0,0	15,6	0,0	34,0	0,0	8,4	0,0	42,7	77,3	15,4	0,0	3,3
1:15,0	0,0	9,5	0,0	27,6	0,0	2,3	0,0	36,6	71,2	9,3	0,0	0,0
1:16,0	0,0	3,2	0,0	22,2	0,0	0,0	0,0	30,9	65,6	3,6	0,0	0,0
1:17,0	0,0	0,0	0,0	16,8	0,0	0,0	0,0	25,5	60,1	0,0	0,0	0,0
1:18,0	0,0	0,0	0,0	11,7	0,0	0,0	0,0	20,4	55,0	0,0	0,0	0,0
1:19,0	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	15,6	50,2	0,0	0,0	0,0
1:20,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	11,1	46,7	0,0	0,0	0,0
1:21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	41,4	0,0	0,0	0,0
1:22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	37,2	0,0	0,0	0,0
1:23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,0	0,0	0,0	0,0

0,00 não admite adubação no elemento Nitrogenado

Em Goiás se refere à regional, de Minas Gerais, à Seccional.

Fonte: Instituto de Economia Rural S. C.

QUADRO 17. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura de Milho, em Zonas Fisiográficas de 13 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de P_2O_5)

(Continua)

Relação de preço	Maranhão		Piauí					Ceará	Rio G. do Norte		Paraíba Caatinga/ Brejo	Pernambuco
	Chapadões	Cocais	Carnaubeira	Ibiapava	Litoral	M. Parnaíba	Sertão	Araripe	Agreste	Seridó		Agreste
1:2,0	95,5	98,4	110,0	110,0	110,0	110,4	110,0	109,9	110,0	110,0	93,4	90,6
1:2,5	84,5	87,4	110,0	100,8	110,0	99,4	110,0	98,9	100,4	94,5	82,9	79,6
1:3,0	75,5	78,4	100,0	91,8	102,5	90,4	105,0	89,9	91,4	85,5	73,9	70,0
1:3,5	67,9	70,8	104,6	84,2	94,9	82,8	97,4	82,3	83,8	77,9	66,3	63,0
1:4,0	61,3	64,2	98,0	77,6	88,3	76,2	90,8	75,7	77,2	71,3	59,7	56,4
1:4,5	55,5	58,4	92,2	71,8	82,5	70,4	85,0	69,9	71,4	65,5	53,9	50,6
1:5,0	50,3	53,2	87,0	66,6	77,3	65,2	79,8	64,7	66,2	60,3	48,7	45,4
1:5,5	45,6	48,5	82,3	61,9	72,6	60,5	75,1	60,0	61,5	55,6	44,0	40,7
1:6,0	41,3	44,2	78,0	57,6	68,3	56,2	70,8	55,7	57,2	51,3	39,7	36,4
1:6,5	37,3	40,2	74,0	53,6	64,3	52,2	66,8	51,7	53,2	47,3	35,7	32,4
1:7,0	33,7	36,5	70,4	50,0	60,7	48,6	63,2	48,1	49,6	43,7	32,1	28,8
1:8,0	27,1	30,0	63,8	43,4	54,1	42,0	56,6	41,5	43,0	37,1	25,5	22,2
1:9,0	21,3	24,2	58,0	37,6	48,3	36,2	50,8	35,7	37,2	31,3	19,7	16,4
1:10,0	16,1	19,0	52,8	32,4	43,1	31,0	45,6	30,5	32,0	26,1	14,5	11,2
1:11,0	11,4	14,3	46,1	27,7	38,4	26,3	40,9	25,8	27,3	21,4	9,8	6,5
1:12,0	7,1	10,0	43,8	23,4	34,1	22,0	36,6	21,5	23,0	17,1	5,5	2,2
1:13,0	3,1	6,0	39,8	19,4	30,1	18,0	32,6	17,5	19,0	13,1	1,5	0,0
1:14,0	0,0	2,0	35,2	15,8	26,5	14,4	29,0	13,9	15,4	9,5	0,0	0,0
1:15,0	0,0	0,0	32,7	12,3	23,0	10,9	25,5	10,4	11,9	6,0	0,0	0,0
1:16,0	0,0	0,0	29,6	9,2	19,9	7,8	22,4	7,3	8,8	2,9	0,0	0,0
Dose máxima usada no experimento	120	120	90	90	90	90	90	120	90	90	90	120

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 17. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura de Milho, em Zonas Fisiográficas de 13 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de P_2O_5)

(Continua)

Relação de preço	Alagoas		Sergipe Oeste	Bahia		Mato Grosso do Sul		Goiás ⁽¹⁾				
	Sertaneja	Sertão de S. Francisco		Nordeste	Médio São Francisco	Campo Grande	Dourados	Anápolis	Estrada de Ferro	Inhumas	Goiania	Vale de São Patrício
1:2,0	119,0	120,0	110,0	88,6	94,7	110,0	94,1	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
1:2,5	108,0	120,0	103,9	77,6	83,7	110,0	83,1	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
1:3,0	99,0	120,0	94,9	68,6	74,7	110,0	74,1	102,0	110,0	110,0	102,0	110,0
1:3,5	91,4	120,0	87,3	61,0	67,1	110,0	66,6	94,4	110,0	110,0	94,4	110,0
1:4,0	84,8	120,0	80,7	54,4	60,5	110,0	59,9	87,8	107,0	110,0	87,8	105,7
1:4,5	79,0	118,4	74,9	48,6	54,7	110,0	54,1	82,0	101,2	110,0	82,0	99,9
1:5,0	73,8	113,2	69,7	43,4	49,5	106,8	48,9	76,8	96,0	108,7	76,8	94,7
1:5,5	69,1	108,5	65,0	38,7	44,8	102,1	44,2	72,1	91,3	104,0	72,1	90,0
1:6,0	64,8	104,2	60,7	34,4	40,3	97,8	39,9	67,8	87,0	99,7	67,8	85,7
1:6,5	60,8	100,2	56,7	30,4	36,5	93,8	35,9	63,8	83,0	95,7	63,8	81,7
1:7,0	57,2	96,6	53,1	26,8	32,9	90,1	32,3	60,2	79,4	92,1	60,2	78,1
1:8,0	50,6	90,0	46,5	20,2	26,3	83,5	25,7	53,6	72,8	85,5	53,6	71,5
1:9,0	44,8	84,2	40,7	14,4	20,5	77,7	19,9	47,8	67,0	79,7	47,8	65,7
1:10,0	39,6	79,0	35,5	9,2	15,3	72,5	14,7	42,6	61,8	74,5	42,6	60,5
1:11,0	34,9	74,3	30,8	4,5	10,6	67,8	10,0	37,9	57,1	69,8	37,9	55,8
1:12,0	30,6	70,0	26,5	0,2	6,3	63,5	5,7	33,6	52,8	65,5	33,6	51,5
1:13,0	26,6	66,0	22,5	0,0	2,3	59,5	1,7	29,6	48,8	61,5	29,6	47,5
1:14,0	23,0	62,4	18,9	0,0	0,0	55,9	0,0	26,0	45,2	57,9	26,0	43,9
1:15,0	19,5	58,9	15,4	0,0	0,0	52,4	0,0	22,5	41,7	54,4	22,5	40,4
1:16,0	16,4	55,8	12,3	0,0	0,0	49,3	0,0	19,4	38,6	51,3	19,4	37,3
Dose máxima usada no experimento	100	100	90	120	120	90	90	90	90	90	90	90

⁽¹⁾ Em Goiás se refere à regional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 17. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura de Milho, em Zonas Fisiográficas de 13 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de P₂O₅)

(Conclusão)

Relação de preço	Minas Gerais ⁽¹⁾									Espírito Santo
	Alfenas	Divinópolis	G. Valadares	Lavras	Muriae	Patos de Minas	Pouso Alegre	Sete Lagoas	Uberlândia	
1:2,0	110,0	106,6	119,7	110,0	91,7	102,7	91,4	110,0	110,0	110,0
1:2,5	110,0	95,6	108,7	103,9	80,7	91,7	80,4	110,0	104,0	99,1
1:3,0	110,0	86,6	99,7	94,9	71,7	82,7	71,4	110,0	95,0	90,1
1:3,5	110,0	79,0	92,1	87,3	64,1	75,1	63,8	110,0	87,4	82,5
1:4,0	106,8	72,4	85,5	80,3	57,5	68,5	57,2	109,2	80,8	75,9
1:4,5	101,0	66,6	74,0	74,9	51,7	62,7	51,4	103,4	75,1	70,1
1:5,0	95,8	61,4	68,8	69,7	46,5	57,5	46,2	98,2	69,9	64,9
1:5,5	91,1	56,7	64,1	65,0	41,8	52,8	41,5	93,5	65,2	60,2
1:6,0	86,8	52,4	59,8	60,7	37,5	48,5	37,2	89,2	60,9	55,9
1:6,5	82,8	48,4	55,8	56,7	33,5	44,5	33,3	85,2	56,9	51,9
1:7,0	79,2	44,8	52,2	53,1	29,9	40,9	29,6	81,6	53,3	48,3
1:8,0	72,6	38,7	51,8	46,5	23,3	34,3	23,0	75,0	46,6	41,7
1:9,0	66,8	32,5	45,6	40,3	17,1	28,1	16,8	68,8	40,4	35,9
1:10,0	61,6	27,3	40,4	35,1	11,9	22,9	11,6	63,0	35,2	30,7
1:11,0	56,9	22,6	35,7	30,4	7,2	18,2	6,9	58,3	30,5	26,0
1:12,0	52,8	18,5	31,6	26,4	3,1	14,1	2,8	54,2	26,4	21,7
1:13,0	48,8	14,5	27,6	22,4	0,0	10,1	0,0	50,2	22,4	17,7
1:14,0	45,2	10,9	24,0	18,8	0,0	6,5	0,0	46,6	18,8	14,1
1:15,0	41,7	7,4	20,5	15,3	0,0	3,0	0,0	43,1	15,3	10,5
1:16,0	38,6	4,3	17,4	12,2	0,0	0,0	0,0	40,0	12,2	7,5
Dose máxima usada no experimento	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

⁽¹⁾ Em Minas Gerais se refere à Seccional

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 18. - Recomendação de Adubação Potássica para a Cultura de Milho, em Zonas Fisiográficas de 2 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de K_2O)

Relação de preço	Rio Grande do Norte		Minas Gerais (1)	
	Seridó		Lavras	
1:0,50	80,0		80,0	
1:0,75	80,0		80,0	
1:1,00	80,0		80,0	
1:1,25	80,0		80,0	
1:1,50	80,0		80,0	
1:1,75	80,0		80,0	
1:2,00	80,0		80,0	
1:2,25	80,0		80,0	
1:2,50	80,0		80,0	
1:2,75	54,1		80,0	
1:3,00	46,3		65,5	
1:3,50	32,7		59,3	
1:4,00	20,8		52,9	
1:4,50	10,4		47,1	
1:5,00	1,1		36,7	
Dose máxima usada no experimento	60		60	

(1) Em Minas Gerais se refere à Seccional.

Fónte: Instituto de Economia Agrícola.

4.11 - Batata

Para esta cultura, foram analisados somente 2 grupos de ensaios realizados nas Seccionais de Pouso Alegre e Juiz de Fora, em Minas Gerais. Embora os ensaios tenham sido pouco numerosos, comprovou-se efeito muito favorável para as adubações nitrogenada e fosfatada. Quanto ao potássio, não houve resposta.

As recomendações de adubação encontram-se no quadro 20.

QUADRO 19. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura da Soja, em Zonas Fisiográficas de 4 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de P_2O_5)

(Continua)

Relação de preço	Ceará Litoral	Bahia Nordeste	Goiás ⁽¹⁾			
			Anápolis	Estrada de Ferro	Inhumas	Goiânia
1:1,5	114,1	60,3	150,0	113,5	114,5	99,0
1:2,0	99,9	46,1	135,8	99,3	100,3	84,8
1:2,5	88,9	35,1	124,8	88,3	89,3	73,8
1:3,0	79,9	26,1	115,8	79,3	80,3	64,8
1:3,5	72,3	18,5	108,2	71,6	72,6	57,2
1:4,0	65,7	11,9	101,6	65,1	66,1	50,6
1:4,5	59,9	6,1	95,8	59,3	60,3	44,8
1:5,0	54,7	0,9	90,6	54,1	55,1	39,6
1:6,0	45,7	0,0	81,6	46,5	47,5	30,6
1:7,0	38,6	0,0	77,4	39,9	40,9	23,0
1:8,0	31,5	0,0	67,4	33,1	34,1	16,4
1:9,0	25,7	0,0	61,6	27,3	28,3	10,4
1:10,0	20,5	0,0	56,4	22,1	23,2	5,4
Dose máxima usada no experimento	120	120	120	120	120	120

(¹) Em Goiás se refere à regional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 19. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura da Soja, em Zonas Fisiográficas de 4 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de P_2O_5)

(Conclusão)

Relação de preço	Minas Gerais ⁽¹⁾							
	Alfenas	Divinópolis	Juiz de Fora	Lavras	Patos de Minas	Pouso Alegre	Uberlândia	Viçosa
1:1,5	100,1	102,4	94,2	113,9	118,0	107,1	94,6	110,8
1:2,0	85,9	88,2	80,0	99,7	103,8	92,1	80,4	96,6
1:2,5	74,9	77,2	69,0	88,7	92,8	81,9	69,4	85,6
1:3,0	65,9	68,2	60,0	79,7	83,8	72,9	60,4	76,6
1:3,5	58,3	60,6	52,4	72,1	76,2	65,3	52,8	69,0
1:4,0	51,7	54,0	45,8	65,5	69,6	58,7	46,2	62,4
1:4,5	45,9	48,2	40,0	59,7	63,8	52,9	40,4	56,6
1:5,0	40,7	43,0	34,8	54,5	58,6	47,7	35,2	51,4
1:6,0	31,7	34,0	25,8	45,5	49,6	38,7	26,2	42,4
1:7,0	24,1	26,0	18,2	37,9	42,0	31,1	18,6	34,8
1:8,0	17,5	19,8	11,6	31,3	35,4	24,5	12,0	28,2
1:9,0	11,7	14,0	5,8	25,5	29,6	18,7	6,2	22,4
1:10,0	6,5	8,8	0,6	20,3	24,4	13,5	1,0	17,2
Dose máxima usada no experimento	120	120	120	120	120	120	120	120

⁽¹⁾ Em Minas Gerais se refere à seccional.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 20. - Recomendação de Adubação Nitrogenada e Fosfatada para a Cultura de Batata Inglesa, em Zonas Fisiográficas de Minas Gerais, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N e P_2O_5)

Relação de preço	Minas Gerais		
	Nitrogênio		Fósforo
	Pouso Alegre	Juiz de Fora	Pouso Alegre
1:0,5	145,0	145,0	270,0
1:1,0	145,0	145,0	266,6
1:1,5	145,0	145,0	246,6
1:2,0	145,0	145,0	232,4
1:2,5	145,0	145,0	221,4
1:3,0	145,0	145,0	212,4
1:3,5	145,0	145,0	204,8
1:4,0	145,0	145,0	198,2
1:4,5	145,0	145,0	192,4
1:5,0	145,0	145,0	187,2
1:5,5	145,0	145,0	182,5
1:6,0	145,0	145,0	178,2
1:6,5	145,0	145,0	174,2
1:7,0	145,0	145,0	170,6
1:7,5	145,0	145,0	167,2
1:8,0	145,0	145,0	164,0
1:8,5	145,0	137,2	161,0
1:9,0	145,0	132,2	158,2
1:9,5	145,0	127,4	155,5
1:10,0	145,0	122,8	153,0
1:10,5	145,0	118,5	150,6
1:11,0	145,0	114,4	148,3
1:11,5	145,0	110,4	146,1
1:12,0	145,0	106,7	144,0
Dose máxima usada no experimento	120	120	240

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

4.12 - Algodão Arbóreo

De um modo geral, esta cultura respondeu pouco aos fertilizantes. Somente alguns grupos de ensaios responderam à adubação nitrogenada e à fosfatada. Não houve resposta à adubação potássica.

As recomendações de adubação encontram-se nos quadros 21 e 22.

5 - CONCLUSÕES

Nesses experimentos, inúmeros foram os casos em que a produtividade mais do que duplicou e as respostas ao nitrogênio e ao fósforo foram altamente significativas. Contudo, o efeito do fertilizante potássico nos ensaios analisados não propiciou aumento ponderável na produtividade, embora tenham ocorrido exceções.

Uma vez que os experimentos de adubação podem ser conduzidos com diferentes objetivos, recomenda-se que seja dada maior atenção ao planejamento do delineamento estatístico a ser empregado no que se refere às dosagens utilizadas no experimento, de forma a possibilitar obtenção de dosagens ótimas que estejam no segundo estágio da função de produção, intervalo no qual o empresário agrícola maximiza seu retorno. A não observância desse critério no delineamento dos experimentos analisados tem se mostrado como o principal entrave à análise dos resultados.

Por sua vez, a experimentação agrícola em geral (a de adubação em particular) é um processo dinâmico, tendo em vista que constantemente mudam as variedades em uso, as pragas e moléstias, as condições do solo e as exigências de mercado. Assim sendo, embora as recomendações obtidas tenham inequívoco valor para o planejamento econômico, não podem ser consideradas definitivas, nem dispensam a realização futura de novos experimentos.

QUADRO 21. - Recomendação de Adubação Nitrogenada para a Cultura de Algodão Arbóreo, em Zonas Fisiográficas de 2 Estados do Brasil, A
través do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de N)

Relação de preço	Ceará			Rio Grande do Norte			
	Pereiro 3º ano	Sertão Central 1º e 2º ano	Alto Jaguaribe 1º e 2º ano	Seridó 1º e 2º ano	Seridó 3º ano	Serrana 1º e 2º ano	Serrana 3º ano
1:1,0	100,0	88,1	100,0	87,8	117,0	120,0	120,0
1:1,5	100,0	52,2	100,0	51,9	81,1	120,0	89,0
1:2,0	85,4	26,7	100,0	71,6	55,6	107,4	63,5
1:2,5	65,6	6,9	100,0	55,5	35,8	87,6	43,7
1:3,0	49,4	0,0	100,0	39,3	16,6	71,4	27,5
1:3,5	35,8	0,0	88,5	25,7	6,0	57,8	13,9
1:4,0	23,9	0,0	74,9	13,8	0,0	45,9	2,0
1:4,5	13,5	0,0	63,0	3,4	0,0	35,8	0,0
1:5,0	4,1	0,0	52,6	0,0	0,0	26,7	0,0
1:5,5	0,0	0,0	43,2	0,0	0,0	16,7	0,0
Dose máxima usada no experimento	80	80	80	100	100	100	100

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 22. - Recomendação de Adubação Fosfatada para a Cultura do Algodão Arbóreo, em Zonas Fisiográficas de 3 Estados do Brasil, Através do Uso da Equação de Mitscherlich em Diferentes Relações de Preços

(em kg/ha de P_2O_5)

Relação de preço	Ceará		Rio Grande do Norte				Pernambuco Sertão
	Cariri 3º ano	Sertão Central 1º e 2º ano	Centro Norte 1º e 2º ano	Seridô 1º e 2º ano	Seridô 3º ano	Serrana 3º ano	
1:0,5	85,5	120,0	64,4	88,5	100,0	140,8	137,1
1:1,0	65,5	88,8	44,4	68,5	97,4	120,8	103,4
1:1,5	45,5	68,8	24,4	48,5	77,4	100,8	83,4
1:2,0	31,3	54,6	10,2	34,3	63,2	86,6	69,2
1:2,5	20,3	43,6	0,0	23,3	52,2	75,6	58,2
1:3,0	11,3	34,6	0,0	14,3	43,2	66,6	49,2
1:3,5	3,7	27,0	0,0	6,7	35,6	59,0	41,6
1:4,0	0,0	20,4	0,0	0,1	29,0	52,4	35,0
1:4,5	0,0	14,6	0,0	0,0	23,2	46,6	29,2
1:5,0	0,0	9,4	0,0	0,0	18,0	41,4	24,0
Dose máxima usada no experimento	100	100	80	80	80	80	120

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

LITERATURA CITADA

1. ARRUDA, Hermano Vaz de . Determinação da dose econômica de um dado nutriente em experimentos de adubação. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, 36 (1):41-45, jan./mar. 1969.
2. ————. Sobre uma fórmula para cálculo de dose econômica de fertilizantes. Boletim de Indústria Animal, São Paulo, 30 (1):195-201, jan./jun. 1973.
3. CAMPOS, Humberto. Aspectos da aplicação das superfícies de respostas a ensaios fatoriais 3^3 de adubação. Piracicaba, ESALQ/USP, 1967. 82p. (Tese-Livre Docência)
4. CAMPOS, Humberto et alii. Aspectos econômicos de adubação em milho. Agricultura em São Paulo, SP, 20 (1/2):149-84, 1973.
5. IGUE, Toshio et alii. Estudo comparativo dos métodos de Mitscherlich e do trinômio do 2º grau, na determinação das doses mais econômicas de fertilizantes na adubação do feijoeiro. Campinas, Secretaria da Agricultura, Instituto Agrônomo, 1971. 15p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA,4)
6. MELO, F.I.O. Aplicação do método modificado de Gauss-Newton para estimar os parâmetros da equação de Mitscherlich. Piracicaba, ESALQ/USP, 1976. 74p. (Tese-M.S.)
7. PAIVA, Rui Miller et alii. Setor agrícola do Brasil: comportamento econômico, problemas e possibilidades. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1973. 456p.
8. PIMENTEL GOMES, Frederico. A estimação do efeito residual de fertilizantes por meio da lei de Mitscherlich. Piracicaba, ESALQ/USP, 1954. p.55-61.

9. PIMENTEL GOMES, Frederico. Análise conjunta de 38 experiências de adubação de cana de açúcar. Revista de Agricultura, Piracicaba, 32 (2):113-126, junho, 1957.
10. PIMENTEL GOMES, Frederico & CAMPOS, Humberto. Resultados de ensaios de adubação. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. Cultura e adubação do milho. São Paulo, 1966. p.429-49.
11. PIMENTEL GOMES, Frederico & MALAVOLTA, Eurípedes. Aspectos matemáticos e estatísticos da lei de Mitscherlich. Anais da ESALQ/USP, Piracicaba, p.58-67, 1949. (Separata, 129)
12. PIMENTEL GOMES, Frederico & NOGUEIRA, Izaias Rangel. Tabela de polinômios para interpolação da equação de Mitscherlich. Anais da ESALQ/USP, Piracicaba, p.58-67, 1951. (Separata, 129)
13. SCHUH, George Edward & TOLLINI, Helio. Análise econômica de ensaios de adubação. Brasília, Ministério da Agricultura, EAPA/SUPLAN, 1972. 45p.
14. ZAGATTO, Alcides G. & PIMENTEL GOMES, Frederico. Aspectos econômicos da adubação. In: MALAVOLTA, Eurípedes. Manual de química agrícola, adubos e adubação. Piracicaba, CERES, 1967.

RESUMO

Este trabalho calcula a dosagem econômica de experimentos de adubação através da lei de Mitscherlich. Nesses experimentos, inúmeros foram os casos em que a produtividade mais do que duplicou e as respostas ao nitrogênio e fósforo foram altamente significativas. Contudo, o efeito do fertilizante potássico nos ensaios analisados não foi significativo, embora houvesse exceções.

Recomenda-se que seja dada maior atenção ao planejamento do delineamento estatístico a ser empregado no que se refere às dosagens utilizadas no experimento, uma vez que essas dosagens estarão afetando a quantidade de fertilizantes na qual o agricultor estaria maximizando seu retorno.

Foram calculadas recomendações de adubação, em uma faixa ampla de relação de preço de produto agrícola e insumos, para regiões fisiográficas dos respectivos estados.

ECONOMIC ANALYSIS OF FERTILIZER EXPERIMENTS IN SEVERAL CROPS OF THIRTEEN BRAZILIAN STATES

SUMMARY

This paper calculates the optimal doses of fertilizers under Mitscherlich's law. In these experiments a lot of cases showed that the productivity increased twice and there were good results for N and P_2O_5 . Although the optimum level of nutrients had varied considerably due to price variation, a large number of recommendations were calculated as functions of different relationship between prices of the product and fertilizer from several regions within the States.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA

Comissão Editorial:

Coordenador: Ismar Florêncio Pereira

Membros: Antônio Augusto Botelho Junqueira

Sebastião Nogueira Jr.

José Ricardo Cardoso de Mello Junqueira

José Roberto Vianna de Camargo

José Roberto Vicente

Yuli Ivete Mizaki de Toledo

Bibliografia: Maria Luiza Alexandre Peão

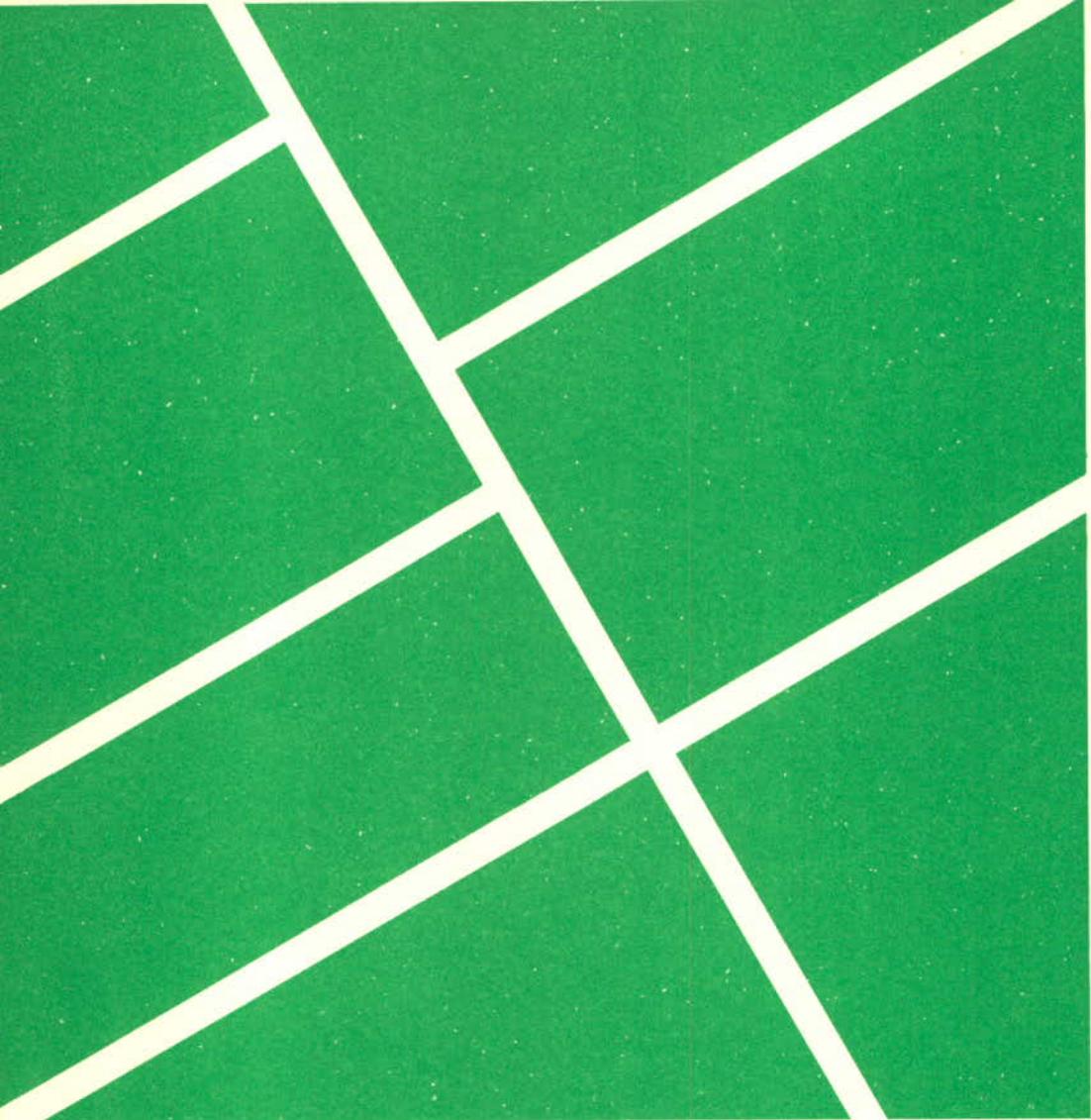
Centro Estadual da Agricultura
Av. Miguel Estefano, 3900
04301 - São Paulo - SP

Caixa Postal, 8114
01000 - São Paulo - SP
Telefone: 275-3433 r.257



IMPRESSO NO SETOR GRÁFICO DO IEA

AV. MIGUEL STEFANO, 3900 - CEP 04301 - SÃO PAULO - (SP)



Relatório de Pesquisa
Nº 16/81