



BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 40

Campinas, março de 1981

Artigo n.º 6

A ANÁLISE DE SOLO PARA DISCRIMINAR RESPOSTAS À ADUBAÇÃO PARA A CULTURA DO MILHO (1)

B. VAN RAIJ, C. T. FEITOSA (2), H. CANTARELLA, *Seção de Fertilidade do Solo*, A. P. CAMARGO (2), *Estação Experimental de Piracicaba*, A. R. DECHEN (2), *Seção de Fertilidade do Solo*, S. ALVES, *Estação Experimental de Monte Alegre do Sul*, G. SORDI, *Estação Experimental de Ribeirão Preto*, A. A. VEIGA, *Estação Experimental de Tietê*, M. P. CAMPANA, *Estação Experimental de Jaú*, A. PETINELLI, *Estação Experimental de Tatuí*, Instituto Agrônomo, e C. NERY, *Estação Experimental de São Simão*, Ministério da Agricultura.

RESUMO

Diversos parâmetros fornecidos pela análise de solo têm sido usados no Estado de São Paulo para discriminar as respostas à adubação de culturas. Neste trabalho foi avaliada a eficiência desses parâmetros como critério de interpretação, através de estudos de correlação entre resultados de análise de solo e respostas de milho à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em 25 ensaios. Nenhum critério se revelou eficaz para nitrogênio. O teor de fósforo solúvel em H_2SO_4 0,05N foi eficiente, não tendo havido melhora apreciável das correlações pela consideração dos teores de matéria orgânica, argila ou pH. O teor de potássio trocável revelou-se eficaz, não tendo sido observada melhoria da correlação pela consideração de cálcio e magnésio ou saturação de potássio. No trabalho são apresentadas curvas médias de resposta, bem como as eficiências fertilizantes de nitrogênio, fósforo e potássio, em conjunto para o primeiro elemento e separadas em grupos de acordo com a análise de terra para os dois outros nutrientes.

1. INTRODUÇÃO

A interpretação da análise de solo para fins de recomendação de adubação tem sido objeto de muitos trabalhos nas últimas décadas. Nesse período houve um avanço considerá-

vel em vários aspectos relacionados ao assunto, incluindo obtenção de resultados experimentais, métodos analíticos e filosofia de interpretação.

É de grande importância para a interpretação da análise de solo o

(1) Trabalho apresentado na XIV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, realizada em Curitiba (MT), de 14 a 19 de julho de 1980. Recebido para publicação a 1.º de julho de 1980.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

trabalho clássico de BRAY (2). O autor desenvolveu conceitos de grande utilidade, destacando-se a idéia de considerar os elementos fósforo e potássio como relativamente imóveis e o nitrogênio como relativamente móvel. No caso dos dois primeiros, considerou que sua disponibilidade é elástica, devido às grandes quantidades presentes, havendo no solo muito mais do que o suficiente para uma cultura, mesmo em solos deficientes. Outra idéia, defendida no seu trabalho, é a utilização da produção expressa em porcentagem nos estudos de correlação com análise de terra, com o que são minimizados os efeitos de diferentes produtividades, entre ensaios na resposta das culturas à adubação.

Existe grande número de trabalhos importantes na literatura internacional sobre interpretação da análise de terra. Dentre eles, merecem destaque o trabalho de revisão de FITZ & NELSON (6) sobre uso de análise de terra para recomendar adubação e calagem, o de ROUSE (25), apresentando a teoria de calibração de análise de terra empregada no Estado de Alabama, o de RIS & LUIT (23), descrevendo o sistema de estabelecimento de recomendações da adubação com base na análise de terra na Holanda e, também, o livro sobre análise de solo e plantas editado por WALSH & BEATON (32), contendo inúmeras informações recentes sobre toda a sistemática de execução e interpretação da análise de solos.

Em São Paulo, os índices de interpretação de análise de terra mais difundidos foram os publicados por CATANI et alii em 1955 (4), no "Boletim 69": não havia ainda dados experimentais suficientes e o critério

de divisão em classes de teores altos, médios e baixos foi bastante influenciado pela ocorrência natural dos teores de nutrientes em solos do Estado. Na ocasião foi dada uma interpretação para teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, nitrogênio e matéria orgânica.

Posteriormente, foram realizados trabalhos correlacionando resultados de respostas de culturas à adubação em ensaios de campo, com os teores de nutrientes no solo. Além disso, foram estabelecidos critérios de interpretação de análise com a definição de classes de resposta à adubação. MIRANDA (15) apresentou uma revisão sobre interpretação de análise de terra para milho. O método de extração de fósforo com H_2SO_4 0,05N não foi considerado satisfatório. Para interpretação de análises, são sugeridos como critérios para fósforo e nitrogênio, o pH e os teores de fósforo e matéria orgânica do solo, em tabelas de tripla entrada. Para potássio, os critérios foram os teores de potássio e cálcio + magnésio, em tabelas de dupla entrada. A eficiência das tabelas de adubação assim preparadas foi demonstrada por MIRANDA & JORGE (14) comparando o retorno econômico calculado pela adubação da tabela e do tratamento sem adubação, e por MIRANDA et alii (16), comparando em campos de demonstração a adubação recomendada a partir da tabela, com a adubação do agricultor e com os tratamentos sem adubo.

Para algodão, há trabalhos realizados por três equipes diferentes neste Estado. VERDADE et alii (29) mostraram haver correlação entre resposta à aplicação de fósforo para a cultura do algodão e os teores do

elemento no solo extraído com H_2SO_4 0,05N ($r^2 = 0,50$). Da mesma maneira, FREITAS et alii (7) mostraram haver correlação significativa entre respostas à adubação potássica e os teores de potássio no solo ($r^2 = 0,49$). FUZATTO & CAVALERI (8) encontraram correlações para resposta a fósforo com teores de P no solo e a acidez, sendo a maior parte da variação das respostas explicada por uma expressão de acidez (cerca de 25%) e apenas cerca de 7% pela relação com fósforo. Para potássio, FUZATTO & FERRAZ (10) obtiveram excelente correlação múltipla para aumentos de produção de algodão pela adubação potássica e parâmetros de solos com um coeficiente de determinação de 0,65, onde a relação Ca/K apresentou um coeficiente parcial de 0,60 e o teor de K, apenas 0,23.

Cabe aqui uma observação sobre a maneira de correlacionar as variáveis em estudos de correlação entre respostas à adubação e teores de solo. A relação dificilmente será linear, e esta provavelmente é uma das razões para os coeficientes de correlação um pouco mais baixos obtidos por FUZATTO & CAVALERI (8) para P e FUZATTO & FERRAZ (9) para K. Note-se também que FREITAS et alii (7) estabeleceram correlação com 1/K, ao invés de K, o que consiste na realidade em transformar uma correlação curvilínea em linear. Daí, poder-se levantar a hipótese que parte do efeito favorável da relação com Ca/K obtida por FUZATTO & FERRAZ (10) se deva à influência de retificação dos dados pelo termo 1/K. RAIJ (20) obteve correlações significativas entre respostas à adubação potássica para feijão, cana-de-

-açúcar e algodão, as três culturas consideradas em conjunto, e 1/K ($r^2 = 0,58$), e RAIJ & MASCARENHAS (21) obtiveram correlações similares para soja, considerando 1/K ($r^2 = 0,30$) e 1/P ($r^2 = 0,42$).

Outra observação diz respeito à magnitude do coeficiente de determinação, que depende, de um lado, da associação existente entre as variáveis, mas, também, da distribuição dos dados experimentais disponíveis que devem, de preferência, cobrir a faixa de teores desde baixos até altos. Isso em geral é difícil de obter, pois não é fácil conseguir ensaios bem distribuídos. Quando a distribuição é boa, os coeficientes de determinação podem aumentar muito, como foi constatado por MARINHO & ALBUQUERQUE (13), que obtiveram um valor de $r^2 = 0,86$ para a correlação entre resposta a fósforo e o teor de elemento no solo para cana-de-açúcar.

A obtenção de correlações entre respostas às adubações é, sem dúvida, o passo inicial para o estabelecimento de critérios de interpretação de análise, embora critérios semi-empíricos possam ser utilizados com uma relativa eficiência sem que as correlações tenham sido obtidas. FUZATTO et alii (11) adotaram um sistema semelhante ao já descrito para milho, estabelecendo *a priori* classes de resposta à adubação do algodoeiro e preparando tabelas de dupla entrada. Utilizaram os teores de P e N no solo para as classes de resposta à adubação nitrogenada, os teores de P e a acidez (produto da saturação em bases pelo pH) para a adubação fosfatada, e os teores de K e Ca para a adubação potássica. As classes de resposta permitiram separar ensaios de maiores respostas com maior eficiência para

fósforo e potássio. Utilizando ensaios mais recentes, SILVA et alii (27) mostraram que o critério para potássio confirmou a sua eficiência, porém não foi possível estabelecer critério para adubação nitrogenada.

As tabelas de dupla ou tripla entrada, principalmente se preparadas de maneira semi-empírica, apresentam um inconveniente: a interpretação da análise de terra torna-se complexa e o técnico que utiliza a tabela dificilmente perceberá o parâmetro dado pela análise de solo que mais afeta a resposta à adubação. Em alguns casos, a alternativa mais simples, de só usar o teor do elemento no solo, pode ser suficiente. Para algodão, SILVA (26) obteve um coeficiente de determinação de 0,55 em uma correlação múltipla da resposta do algodoeiro à adubação potássica com os teores de K no solo e a relação $(Ca + Mg)/K$, enquanto, para os mesmos ensaios, pode-se calcular um coeficiente de determinação de 0,64, usando apenas $1/K$ como parâmetro de solo e a produção relativa para indicar a resposta a potássio. Para soja, MASCARENHAS et alii (12), usando tabelas de dupla entrada com pH e P no solo, conseguiram uma discriminação boa das respostas para fósforo, mas não foi possível discriminar, através da análise de solo, as respostas a potássio. Com os mesmos ensaios, RAIJ & MASCARENHAS (21) conseguiram, usando apenas teores de P e K do solo, criar classes de resposta para os dois elementos que permitiram discriminar as respostas a ambos.

Uma etapa subsequente na interpretação da análise de terra, é definir os critérios de delimitação de classes de resposta. No Alabama, os limites

de classes de teores no solo são relacionados à produção relativa, ou produção sem a aplicação do nutriente expresso em porcentagem (25). Um sistema similar foi introduzido por RAIJ (20) e RAIJ & MASCARENHAS (21) em São Paulo e por MARINHO & ALBUQUERQUE (13) em Alagoas.

CATE JR. & NELSON (5) difundiram no Brasil uma maneira de determinar um limite crítico, com a criação de duas classes de teores, de alta e baixa probabilidades de resposta. Em São Paulo, o método de limite crítico não chegou a ser empregado na construção de tabelas de adubação com base na análise de terra.

Neste trabalho é apresentado um estudo dos critérios que vêm sendo empregados para interpretar análise de solo para nitrogênio, fósforo e potássio, visando recomendações de adubação com esses três nutrientes. Foram utilizados os resultados experimentais de 25 ensaios de milho obtidos em dois anos agrícolas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos 26 ensaios com milho HMD 79/74, em estações experimentais do Instituto Agrônomico e na Estação Experimental de São Simão, do Ministério da Agricultura. Os ensaios foram numerados de 1 a 26. O de número 3 foi perdido, restando, pois, 25.

De cada local de ensaio foi retirada uma amostra composta do solo e analisada. Nos ensaios de números 4, 5, 9, 10, 11, 15, 16 e 18, foi feita calagem visando neutralizar o alumínio trocável. Nesses casos, retirou-se uma nova amostra composta

por ocasião da instalação do ensaio, que foi a considerada neste trabalho. As amostras foram analisadas, obtendo-se os teores de matéria orgânica, argila, cálcio, magnésio, alumínio, fósforo e potássio e o pH, empregando os métodos descritos por RAIJ & ZULLO (22).

Os solos foram classificados de acordo com o critério da Comissão de

Solos (in BRASIL, 1) nos casos de Tietê, Jaú, Tatuí, São Simão e Capão Bonito. Para as demais estações experimentais, consideraram-se os levantamentos detalhados de OLIVEIRA et alii (19) para Itararé, ROTTA et alii (24) para Monte Alegre do Sul e OLIVEIRA & MONIZ (18) para Ribeirão Preto. Os detalhes são os seguintes:

| Estação Experimental | Número do ensaio e ano agrícola | Unidade de solo |
|-----------------------------|---|--|
| Tietê | 1, 2(74/75), 23(75/76) | Podzólico Vermelho-Amarelo, variação Piracicaba |
| Jaú | 3(74/75), 24(75/76) | Latossolo Roxo |
| Tatuí | 5(74/75), 21(75/76) | Latossolo Vermelho-Escuro orto |
| Ribeirão Preto | 6, 7, 8(74/75), 22(75/76) | Latossolo Roxo distrófico, unidade Quadras Latossolo Roxo eutrófico, unidade Ribeirão Preto |
| São Simão | 9, 10(74/75) 11(74/75) | Latossolo Vermelho-Escuro, textura média Latossolo Roxo |
| Capão Bonito | 12, 13(74/75) 14(74/75) 20(75/76) | Latossolo Vermelho-Escuro orto Podzólico Vermelho-Amarelo Latossolo Vermelho-Escuro orto |
| Itararé | 15, 16(74/75), 19(75/76) | Solo com horizonte B câmbico, unidade Coruja |

| | | |
|------------------------|----------------------|--|
| Monte Alegre do Sul | 17(74/75), 25(75/76) | Podzólico Vermelho- -Amarelo, unidade Monte Alegre |
| | 18(74/75) | Podzólico Vermelho- -Amarelo, unidade Ouro Verde |
| | 26(75/76) | Podzólico Vermelho- -Amarelo, unidade Pau d'Alho |

Os ensaios foram instalados com os tratamentos distribuídos em blocos ao acaso. Procurou-se obter curvas de respostas para cada nutriente em presença de doses adequadas dos demais nutrientes.

Nó plantio feito em outubro de 1974, correspondente ao ano agrícola 1974/75, os tratamentos, em quilograma/hectare, foram os seguintes:

| N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|---------------|-------------------------------|------------------|
| 0 — 90 — 60 | 90 — 0 — 60 | 90 — 90 — 0 |
| 30 — 90 — 60 | 90 — 30 — 60 | 90 — 90 — 30 |
| 60 — 90 — 60 | 90 — 60 — 60 | 90 — 90 — 90 |
| 90 — 90 — 60 | 90 — 120 — 60 | 0 — 0 — 0 |
| 120 — 90 — 60 | | 120 — 120 — 90 |

Os canteiros tiveram cinco linhas de 5m de comprimento com cinco plantas por metro linear após o desbaste. Os adubos, sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, previamente misturados, foram aplicados no sulco de plantio, cerca de 5cm abaixo e ao lado das sementes. Um terço do nitrogênio foi aplicado no plantio e dois terços em cobertura, cerca de seis semanas após. O

ensaio teve três repetições. Foram colhidas apenas as três linhas centrais.

Em 1975/76 foram introduzidas modificações no esquema experimental, tendo-se feito quatro repetições, incluindo zinco, aplicado apenas uma dose fixa de nitrogênio no plantio e as doses indicadas em cobertura. Os canteiros foram aumentados para quatro linhas de 10m, colhendo-se as duas centrais. Os tratamentos, em quilograma/hectare, foram os seguintes:

| N — P ₂ O ₅ — K ₂ O no plantio | Zn | N em cobertura |
|--|----|----------------|
| 10 — 80 — 50 | 5 | 0 |
| 10 — 80 — 50 | 5 | 40 |
| 10 — 80 — 50 | 5 | 80 |
| 10 — 80 — 50 | 5 | 120 |
| 10 — 80 — 50 | 5 | 80 + 40 |
| 10 — 0 — 50 | 5 | 80 |
| 10 — 40 — 50 | 5 | 80 |
| 10 — 120 — 50 | 5 | 80 |
| 10 — 80 — 0 | 5 | 80 |
| 10 — 80 — 50 | 0 | 80 |

Os dados de cada experimento foram submetidos à análise de variância, efetuando-se a comparação entre as médias de tratamentos pelo teste de Duncan (in 28).

Foram calculadas correlações entre respostas às adubações e parâmetros fornecidos pela análise de solo. Nas correlações, utilizou-se a chamada "produção relativa" ou produção expressa em porcentagem, que reflete a produção obtida com a omissão do nutriente na adubação. Para calcular a produção relativa, foram consideradas como 100% as produções obtidas respectivamente com as doses 90, 90 e 60 de N, P₂O₅ e K₂O no primeiro grupo de ensaios e 80, 80 e 50 de N, P₂O₅ e K₂O no segundo grupo de ensaios.

Para fósforo e potássio, com base na equação ajustada aos dados experimentais, foram estabelecidos limites de classes de teores definidos como muito baixos, baixos, médios e altos. Os teores que limitam essas

classes correspondem respectivamente a produções relativas de 70, 90 e 100%.

Os ensaios foram separados de acordo com as classes de teores de potássio ou fósforo. Como os ensaios dos dois anos não apresentaram os mesmos níveis de aplicação de nutrientes, utilizou-se uma aproximação para calcular as curvas de resposta, dentro de cada classe de teor no solo. Utilizando todos os resultados, para cada dose e dos dois anos de aumentos de produção em relação à dose zero, ajustou-se a equação do 2.^o grau aos dados experimentais. Foram estabelecidas, assim, as curvas de resposta a fósforo e potássio, para as diversas classes de teores dos nutrientes no solo. Para nitrogênio, foi calculada uma curva de resposta média para todos os ensaios.

Além das curvas de resposta, foram construídos gráficos indicando a quantidade de milho, em quilograma/hectare, correspondente a cada quilograma de nutriente aplicado, acompanhando doses crescentes de aplicação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados experimentais

No quadro 1, são apresentados os resultados de análise dos solos dos 25 locais utilizados na experimentação. As amostras foram retiradas antes da instalação dos ensaios, e após a calagem, quando esta foi empre-

gada. De maneira geral, há uma variação bastante ampla naquelas variáveis que poderiam afetar a resposta às adubações com nitrogênio, fósforo e potássio, segundo os critérios correntemente em uso para interpretar análise de solo.

Nos quadros 2 e 3 são apresentados os resultados dos 17 ensaios conduzidos no ano agrícola 1974/75.

QUADRO 1 — Resultados de análise de amostras de solos coletadas antes da instalação dos ensaios

| Ensaio n.º | Argila | Matéria orgânica | P | pH | Al | Ca | Mg | K | CTC | V |
|---------------|--------|----------------------|--------------------|-----|--------------------------------------|-----|-----|------|------|----|
| | g/100g | g/100cm ³ | µg/cm ³ | | — meq/100 cm ³ de terra — | | | | % | |
| 1 | 14 | 1,5 | 14,1 | 5,5 | 0,1 | 2,3 | 0,5 | 0,25 | 4,3 | 72 |
| 2 | 16 | 1,6 | 5,4 | 5,7 | 0,0 | 2,6 | 0,6 | 0,14 | 4,5 | 73 |
| 4 | 35 | 2,1 | 23,5 | 5,7 | 0,0 | 2,0 | 0,5 | 0,21 | 4,7 | 57 |
| 5 | 63 | 3,0 | 5,2 | 5,4 | 1,0 | 3,5 | 0,9 | 0,46 | 10,3 | 48 |
| 6 | 63 | 4,8 | 2,2 | 5,7 | 0,0 | 4,6 | 1,9 | 0,14 | 10,4 | 64 |
| 7 | 66 | 4,9 | 2,9 | 5,8 | 0,0 | 7,3 | 2,0 | 0,35 | 13,4 | 72 |
| 8 | 66 | 5,0 | 2,0 | 5,9 | 0,0 | 5,2 | 2,2 | 0,17 | 12,4 | 61 |
| 9 | 16 | 1,8 | 2,0 | 6,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 0,07 | 4,1 | 51 |
| 10 | 30 | 2,4 | 1,8 | 5,9 | 0,0 | 2,4 | 1,5 | 0,22 | 7,0 | 59 |
| 11 | 50 | 3,7 | 1,4 | 6,5 | 0,0 | 5,0 | 2,3 | 0,21 | 10,1 | 74 |
| 12 | 44 | 4,3 | 7,1 | 6,2 | 0,0 | 4,1 | 1,8 | 0,07 | 10,5 | 57 |
| 13 | 46 | 4,6 | 22,5 | 6,4 | 0,0 | 4,6 | 1,8 | 0,41 | 9,9 | 69 |
| 14 | 24 | 3,0 | 2,0 | 6,5 | 0,0 | 3,5 | 1,3 | 0,08 | 6,7 | 73 |
| 15 | 44 | 8,5 | 1,1 | 4,9 | 0,8 | 1,9 | 1,0 | 0,09 | 12,4 | 26 |
| 16 | 36 | 7,5 | 2,4 | 4,8 | 1,0 | 1,4 | 0,7 | 0,10 | 11,6 | 19 |
| 17 | 44 | 3,3 | 2,4 | 5,4 | 0,2 | 1,8 | 1,6 | 0,18 | 6,2 | 58 |
| 18 | 45 | 4,3 | 4,5 | 5,0 | 0,9 | 1,3 | 0,5 | 0,12 | 7,5 | 25 |
| 19 | 39 | 7,1 | 3,4 | 5,0 | 1,2 | 1,1 | 0,6 | 0,11 | 10,8 | 17 |
| 20 | 46 | 3,8 | 21,2 | 6,0 | 0,0 | 3,8 | 1,5 | 0,31 | 9,3 | 60 |
| 21 | 65 | 2,7 | 5,6 | 5,3 | 0,8 | 1,8 | 0,6 | 0,18 | 6,7 | 39 |
| 22 | 62 | 4,9 | 4,9 | 5,5 | 0,2 | 3,3 | 1,0 | 0,22 | 9,3 | 48 |
| 23 | 22 | 1,3 | 15,8 | 5,9 | 0,0 | 1,2 | 0,2 | 0,32 | 2,4 | 71 |
| 24 | 40 | 2,1 | 12,6 | 5,4 | 0,4 | 1,1 | 0,3 | 0,44 | 3,8 | 47 |
| 25 | 44 | 5,1 | 7,8 | 5,0 | 0,7 | 1,3 | 0,5 | 0,19 | 4,9 | 41 |
| 26 | 25 | 2,6 | 20,6 | 5,6 | 0,1 | 2,9 | 0,5 | 0,31 | 5,9 | 63 |

QUADRO 2 — Produções de milho obtidas em ensaios de adubação realizados no ano agrícola 1974/1975

| Tratamento | Produções de milho em grão | | | | | | | | | |
|------------|----------------------------|--------------|------------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|--|
| | Tietê (1) | Tietê (2) | Jaú (4) | Tatui (5) | Ribeirão Preto (6) | Ribeirão Preto (7) | Ribeirão Preto (8) | São Simão (9) | São Simão (10) | |
| 0-90-60 | 1.756 d | 2.233 d | 6.285 a | 3.000 d | 3.957 b | 3.790 bc | 1.667 b | 1.742 ab | 6.167 ab | |
| 30-90-60 | 3.300 bcd | 2.648 cd | 6.300 a | 3.444 abcd | 5.467 a | 4.387 abc | 3.173 a | 2.325 a | 6.641 ab | |
| 60-90-60 | 4.211 abc | 3.122 bcd | 6.278 a | 3.100 cd | 5.633 a | 5.077 abc | 3.580 a | 2.108 a | 6.011 b | |
| 90-90-60 | 5.156 a | 4.567 a | 6.611 a | 3.589 abcd | 5.973 a | 5.953 a | 4.363 a | 2.445 a | 7.467 ab | |
| 120-90-60 | 5.878 a | 4.211 ab | 6.333 a | 4.433 ab | 5.670 a | 5.900 a | 3.950 a | 2.186 a | 7.534 ab | |
| 90-0-60 | 5.244 a | 3.378 bc | 6.467 a | 3.322 bcd | 4.367 b | 4.237 bc | 3.430 a | 1.158 bc | 6.413 ab | |
| 90-30-60 | 5.911 a | 4.167 ab | 6.000 a | 3.245 bcd | 5.410 a | 4.220 bc | 4.067 a | 2.271 a | 7.222 ab | |
| 90-60-60 | 5.555 a | 4.689 a | 6.334 a | 3.533 abcd | 5.523 a | 4.830 abc | 3.337 a | 2.331 a | 6.800 ab | |
| 90-120-60 | 4.955 ab | 4.243 ab | 5.467 a | 4.244 abc | 5.093 a | 4.933 abc | 4.237 a | 2.349 a | 7.320 ab | |
| 90-90-0 | 5.805 a | 4.011 ab | 6.111 a | 3.756 abcd | 5.317 a | 5.190 abc | 3.933 a | 831 c | 7.163 ab | |
| 90-90-30 | 4.134 abc | 3.778 ab | 6.444 a | 4.533 a | 5.413 a | 4.533 abc | 3.877 a | 1.669 a | 8.031 a | |
| 90-90-90 | 5.700 a | 4.656 a | 6.211 a | 3.111 cd | 5.300 a | 5.620 ab | 4.213 a | 2.135 a | 6.708 ab | |
| C.V. % | 19,8 | 15,4 | 11,0 | 18,1 | 9,1 | 16,6 | 22,8 | 23,6 | 13,6 | |
| 0-0-0 | 2.578 | 2.000 | 5.711 | 2.478 | 3.437 | 3.790 | 1.417 | 498 | 5.778 | |
| 120-120-90 | 5.300 | 4.467 | 6.455 | 4.489 | 5.693 | 5.041 | 4.043 | 2.443 | 7.150 | |

kg/ha

QUADRO 3 — Produções de milho obtidas em ensaios de adubação realizados no ano agrícola 1975/1976

| Tratamento | Produções de milho em grão | | | | | | | |
|------------|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | São Simão (11) | Capão Bonito (12) | Capão Bonito (13) | Capão Bonito (14) | Iтарaré (15) | Iтарaré (16) | Monte Alegre do Sul (17) | Monte Alegre do Sul (18) |
| 0- 90-60 | 1.538 d | 5.655 ab | 5.900 b | 4.100 a | 2.423 a | 2.300 d | 4.673 c | 3.720 e |
| 30- 90-60 | 4.224 abc | 5.489 ab | 6.889 ab | 4.640 a | 2.290 a | 2.667 cd | 5.511 bc | 5.185 bcd |
| 60- 90-60 | 4.311 abc | 5.654 ab | 7.000 ab | 3.867 a | 2.510 a | 2.900 abc | 5.382 bc | 5.807 ab |
| 90- 90-60 | 4.610 abc | 5.866 a | 7.733 ab | 5.422 a | 2.437 a | 2.667 cd | 6.633 a | 4.893 cd |
| 120- 90-60 | 5.016 a | 5.611 ab | 8.600 a | 4.038 a | 2.343 a | 3.267 a | 6.136 ab | 5.906 a |
| 90- 0-60 | 1.462 d | 6.675 a | 7.933 ab | 4.344 a | 1.010 b | 2.300 d | 6.189 ab | 5.265 abed |
| 90- 30-60 | 3.027 c | 6.231 a | 7.889 ab | 4.911 a | 2.033 a | 2.733 bc | 6.300 a | 4.778 d |
| 90- 60-60 | 4.446 abc | 6.067 a | 8.133 ab | 4.411 a | 2.320 a | 2.700 bc | 6.493 a | 5.429 abc |
| 90-120-60 | 4.424 abc | 5.867 a | 7.183 ab | 4.833 a | 2.247 a | 3.133 ab | 6.798 a | 6.076 a |
| 90- 90- 0 | 4.341 abc | 3.533 b | 8.153 ab | 3.933 a | 2.033 a | 2.400 d | 6.315 a | 5.716 ab |
| 90- 90-30 | 3.212 bc | 6.089 a | 5.893 b | 4.511 a | 2.480 a | 2.967 abc | 5.813 b | 5.231 bcd |
| 90- 90-90 | 4.591 abc | 5.478 ab | 8.233 ab | 4.822 a | 2.557 a | 2.833 abc | 6.382 a | 4.893 cd |
| C.V. % | 21,3 | 22,8 | 17,4 | 25,1 | 14,6 | 8,6 | 7,9 | 8,0 |
| 0- 0- 0 | 1.384 | 2.278 | 7.066 | 3.789 | 943 | 1.900 | 3.871 | 3.196 |
| 120-120-90 | 5.088 | 5.844 | 7.389 | 4.513 | 2.643 | 2.933 | 6.360 | 5.871 |

Comparando-se pelo teste de Duncan os tratamentos correspondentes à dose 0 de N, P_2O_5 ou K_2O , tendo por base o tratamento comum às curvas de resposta, 90-90-60, nota-se que houve diferenças significativas para N em sete ensaios, para P_2O_5 em seis e para K_2O em três experimentos.

Não se deve, contudo, concluir que na maioria dos casos não houve resposta à adubação química. A comparação dos tratamentos 0-0-0 com 90-90-60 ou 120-120-90 mostra grande efeito da adubação química em quase todos os ensaios, embora o teste de Duncan não tenha sido aplicado nessas comparações.

Para os ensaios de 1975/76 (quadro 4), a comparação das médias pelo teste de Duncan revelou que, tomando por base o tratamento 10-80-50 com Zn e 80 de N em cobertura, houve diferenças significativas em quatro casos para N, um caso para P_2O_5 e nenhum caso para K_2O .

Quantitativamente, as respostas médias, para os dois grupos de ensaios, foram grandes para nitrogênio, intermediárias para fósforo e baixas para potássio. O zinco não afetou a produção de milho e a cobertura tardia só em Tatuí (quadro 4). Por essa razão, esses tratamentos não serão mais discutidos.

Mais adiante, neste trabalho, é demonstrado como a análise de solo permite a separação de ensaios de maior ou menor resposta, para fósforo e potássio.

3.2 Correlações entre respostas à adubação e parâmetros fornecidos pela Análise de Solo.

No quadro 5 são apresentados dados de algumas correlações mais importantes no que se refere àqueles parâmetros que vêm sendo utilizados na interpretação da análise de terra. Correlações com matéria orgânica, fósforo e potássio são também indicadas nas figuras 1, 2 e 3.

Cabe salientar a importância de utilizar nas correlações a resposta à adubação em termos de produção relativa, com o que são minimizados efeitos de diferenças de produtividade devidas a fatores limitantes que não nutrientes, principalmente os climáticos, nas correlações com os resultados de análise de solo.

No caso do nitrogênio, não se obteve nenhuma correlação significativa entre a resposta a esse elemento e o teor de matéria orgânica revelado na análise de solo. A figura 1 mostra que a dispersão das respostas é bastante grande, havendo respostas importantes para solos com menos de 2% de matéria orgânica ou mais de 5%. Da mesma forma, respostas insignificantes foram verificadas também para solos com teores de matéria orgânica entre 2 e mais de 8%. Os teores de P e K também não apresentaram correlações com resposta a nitrogênio, como, aliás, seria de esperar. Não se confirmaram neste trabalho as sugestões de MIRANDA (15) e FUZZATTO et alii (11) que sugeriram critérios de análise de solo para adubação nitrogenada.

Cabe mencionar que os métodos já em uso em outros países para nitrogênio, baseiam-se em princípios de análise bem específicos para o ele-

QUADRO 4 — Produções de milho obtidas em ensaios de adubação realizados no ano agrícola de 1975/1976

| Tratamento | | Produção de milho em grão | | | | | | | | |
|--|--------------|---------------------------|--------------|-------------------|------------|---------------------|------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| N-P ₂ O ₅ -K ₂ no plantio | Zn cobertura | N em cobertura | Itararé (19) | Capão Bonito (20) | Tatui (21) | Ribeirão Preto (22) | Tieté (23) | Jaú (24) | Monte Alegre do Sul (25) | Monte Alegre do Sul (26) |
| kg/ha | | | | | | | | | | |
| 10-80-50 | 5 | 0 | 2.098 ab | 7.725 b | 3.273 d | 3.874 a | 3.283 c | 6.056 ab | 4.548 b | 6.110 b |
| 10-80-50 | 5 | 40 | 2.164 ab | 8.800 ab | 4.283 abc | 4.331 a | 4.696 bc | 6.329 a | 6.641 a | 7.831 a |
| 10-80-50 | 5 | 80 | 2.127 ab | 9.200 a | 4.004 bcd | 4.513 a | 6.475 ab | 6.343 a | 6.832 a | 8.043 a |
| 10-80-50 | 5 | 120 | 2.249 ab | 8.238 ab | 4.257 abc | 4.757 a | 8.394 a | 6.471 a | 7.874 a | 8.551 a |
| 10-80-50 | 5 | 80 + 40 | 2.254 ab | 8.775 ab | 5.106 a | 3.783 a | 7.538 ab | 6.380 a | 7.523 a | 8.978 a |
| 10- 0-50 | 5 | 80 | 2.401 ab | 8.238 ab | 4.317 abc | 3.206 a | 5.122 bc | 5.525 b | 6.450 a | 8.458 a |
| 10- 40-50 | 5 | 80 | 2.192 ab | 8.538 ab | 4.492 abc | 4.513 a | 6.621 ab | 6.248 a | 7.024 a | 8.235 a |
| 10-120-50 | 5 | 80 | 2.552 a | 8.538 ab | 4.807 ab | 4.311 a | 5.950 abc | 6.221 a | 7.140 a | 8.723 a |
| 10- 80- 0 | 5 | 80 | 1.914 b | 8.313 ab | 3.637 cd | 4.049 a | 6.301 ab | 6.635 a | 6.545 a | 8.692 a |
| 10- 80-50 | 0 | 80 | 2.471 a | 8.175 ab | 4.789 ab | 3.878 a | 8.171 a | 6.130 ab | 7.098 a | 8.723 a |
| C.V. % | | | 12,5 | 8,1 | 12,5 | 21,2 | 24,1 | 5,8 | 16,5 | 7,3 |

QUADRO 5 — Coeficientes de correlação obtidos entre a resposta à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, expressa em termos de produção relativa (y), e parâmetros de análise de solo

| Nutriente | Correlação simples | | Correlação múltipla | | |
|------------|-------------------------|-------------|---------------------|----------------|----------|
| | x | r | x ₁ | x ₂ | R |
| Nitrogênio | M.O. | 0,349 n.s. | | | |
| | P | 0,097 n.s. | | | |
| | K | -0,041 n.s. | | | |
| Fósforo | P | 0,428* | | | |
| | 1/P | -0,717** | 1/P | M.O. | -0,754** |
| | | | 1/P | pH | -0,750** |
| | | 1/P | Argila | -0,768** | |
| Potássio | K | 0,543** | | | |
| | 1/K | -0,712** | 1/K | (Ca + Mg)/K | -0,713** |
| | 1/Sat. K ⁽¹⁾ | -0,478 | | | |
| | (Ca + Mg)/K | -0,497 | | | |

(1) Sat. K — Saturação de K em relação à capacidade de troca de cátions.

mento no solo. Assim, são determinados teores de nitrato e amônio no solo, ou as quantidades desses íons liberados por incubação (32). O nitrogênio, sendo um elemento móvel no solo, tem um comportamento pouco elástico, significando que, em condições de deficiência, estas podem ser muito graves. Ademais, ainda por causa da mobilidade do elemento, além das variações que ocorrem nas quantidades liberadas da matéria orgânica por mineralização durante o ciclo das culturas, a resposta a nitrogênio pode ser bastante variável. Critérios empíricos para nitrogênio têm sido utilizados, mas, em geral, sem uma comprovação objetiva de sua eficiência. Os métodos com base científica ainda não foram testados em São Paulo com suficiente profundidade.

No caso do fósforo e do potássio, houve correlações significativas entre as produções relativas e as recíprocas dos teores dos elementos no solo (quadro 5). A equação utilizada, $Y = a + b/x$, ilustrada nas figuras 2 e 3, foi a que melhor se ajustou aos resultados experimentais, tendo sido comparada com outras equações, entre elas a do 2.º grau, a logarítmica, a exponencial e a raiz quadrada.

Para o caso do fósforo, a consideração da matéria orgânica, do pH ou do teor de argila permitiu uma pequena melhoria nos coeficientes de correlação. Já para potássio, não houve alteração pela consideração de outros parâmetros, além do teor de potássio. As correlações com P ou K no solo confirmam as obtidas em outros trabalhos (7, 13, 20, 21, 29), in-

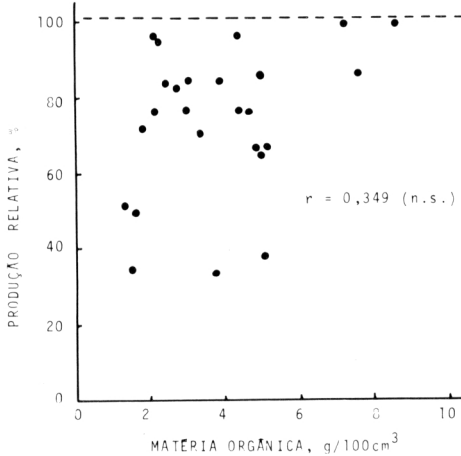


Figura 1. — Relação entre os teores de matéria orgânica do solo e as respostas a nitrogênio, expressas em porcentagem do máximo.

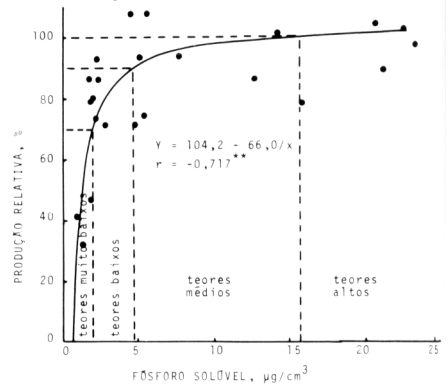


Figura 2. — Relação entre teores de fósforo solúvel no solo e respostas à adubação fosfatada, expressas em porcentagem da produção máxima, e estabelecimento de classes de teores de fósforo no solo.

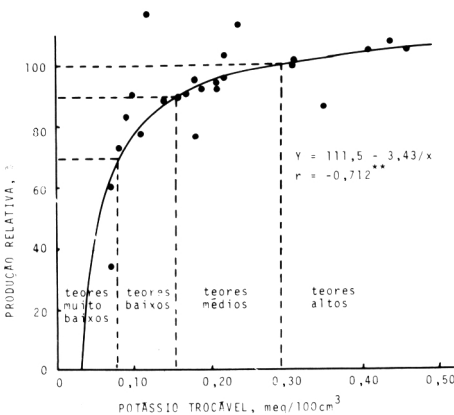


Figura 3. — Relação entre teores de potássio trocável no solo e respostas à adubação fosfatada, expressas em porcentagem da produção máxima, e estabelecimento de classes de teores de potássio no solo.

dicando que a determinação desses dois elementos é um teste válido para diagnosticar seu estado de carência em solos. Já para os demais critérios testados e utilizados em outros trabalhos (3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 26, 27, 30, 31), é difícil uma comparação, pois, freqüentemente, quando têm sido usados vários critérios de interpretação, a utilização tem sido feita em conjunto, não sendo possível avaliar a importância isolada de cada um deles.

Nos casos de fósforo e potássio, o coeficiente de determinação (r^2) foi da ordem de 0,50, ou seja, 50% da resposta esteve associada à correlação estabelecida. Deve-se lembrar que ensaios de campo ainda têm baixa precisão em nossas condições de trabalho, principalmente a adubação potássica, afetando de modo irregular as respostas. Às vezes, alguns pontos discrepantes podem prejudicar bas-

tante os coeficientes de determinação. Assim, por exemplo, se no caso do potássio forem excluídos os pontos de números 18 e 23 dos cálculos, o coeficiente de determinação passa a 0,71. Da mesma forma, excluindo os pontos dos ensaios 19 e 23, no caso do fósforo, o coeficiente de determinação passa a 0,60. Além disso, as figuras 2 e 3 mostram que houve poucos ensaios com teores muito baixos e mesmo baixos. Quando a distribuição de pontos é melhor em vários níveis de resposta, o coeficiente de determinação pode ser bem mais elevado (13). Esses exemplos mostram que, possivelmente, possa ser feito progresso em estudos de correlação entre respostas a ensaios de adubação e parâmetros dados pela análise de solo, se forem tomadas medidas efetivas para melhorar a precisão dos ensaios e os problemas forem estudados dentro de grande amplitude de variação de valores.

3.3 Curvas de resposta e eficiência fertilizante dos nutrientes

Com as curvas apresentadas nas figuras 2 e 3, é possível delimitar classes de teores dos nutrientes no solo, conforme indicado. Os limites superiores, em termos de produção relativa, que delimitam as classes, são 70% para teores muito baixos, 90% para teores baixos e 100% para teores médios.

Após estabelecidas as classes, os ensaios foram separados segundo os teores de P e K nos solos. Foram calculadas as curvas de resposta a fósforo ou potássio, para cada grupo de ensaios, ajustando aos resultados experimentais a equação do 2.º grau. As curvas são apresentadas na figura 4, lado esquerdo. Para nitrogênio, é

apresentada uma única curva, visto que não tendo sido significativa a correlação entre resposta a esse elemento e a análise de solo, não foi possível separar os ensaios com base na análise de terra.

Essas curvas mostram que a análise de terra pode ser usada para discriminar as respostas à adubação para fósforo e potássio, partindo de um critério simples de interpretação.

Ainda na figura 4, é apresentada a eficiência fertilizante dos nutrientes, expressa em quilograma de milho por quilograma do nutriente considerado. As retas apresentadas representam as derivadas das equações do 2.º grau das curvas de resposta: elas dão de imediato o retorno, em termos de milho, que se pode conseguir pela aplicação dos nutrientes. Embora não seja o objetivo deste trabalho fazer considerações de ordem econômica, é conveniente mencionar que, entrando na ordenada da figura com relação de preços de nutriente para produto, obtém-se pelo gráfico a dose mais econômica diretamente da abscissa.

No caso da interpretação da análise de solo para fósforo, convém ressaltar o tipo de curva ajustada (figura 2), que apresenta uma queda brusca em uma faixa muito estreita para teores muito baixos, dando um limite superior para essa classe de $2\mu\text{g}/\text{cm}^3$. Para soja, esse limite foi de $3\mu\text{g}/\text{cm}^3$ (21) e, para cana-de-açúcar, de $4\mu\text{g}/\text{cm}^3$ (13). Como é apenas nessa classe de teores que são esperadas as respostas muito elevadas ao elemento, talvez este seja um dos problemas da falta de confiança no método de análise de P, que era utilizado com limites de interpretação bem mais elevados no passado (4, 5).

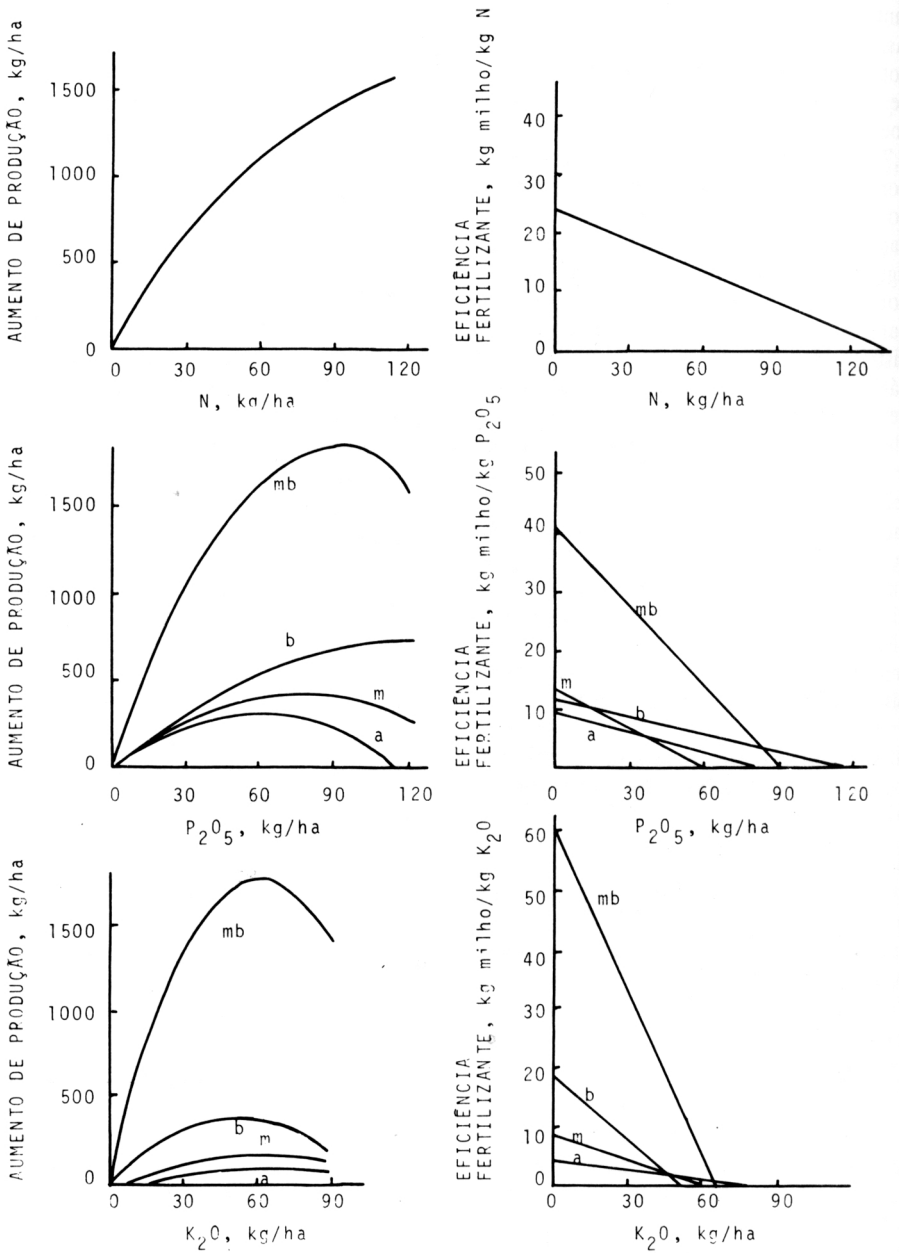


Figura 4. — Curvas de respostas de milho a N, P₂O₅ e eficiência fertilizante dos três nutrientes. As letras mb, b, m e a representam respectivamente teores muito baixos, baixos, médios e altos de fósforo ou potássio no solo.

Para potássio, embora o tipo de curva apresente as mesmas características que a de fósforo, os limites estão mais de acordo com os previamente considerados (4, 5).

Tanto no caso do fósforo como do potássio, as curvas de correlação para teores no solo estão de acordo com o comportamento elástico dos dois elementos (2), esperando-se que, mesmo quando ocorra a deficiência, produções elevadas possam ser obtidas e, somente quando a deficiência é extrema e os teores no solo muito

baixos, a falta do nutriente no solo passe a limitar severamente a produção.

Quanto às respostas à adubação, cabe ressaltar a diferença de comportamento dos três nutrientes. Enquanto o nitrogênio apresenta uma curva crescente para 120 kg/ha, no caso do fósforo e muito mais no do potássio, já ocorrem efeitos depressivos dentro dos níveis testados. É provável que parte desse efeito seja decorrente da maneira localizada de aplicação dos adubos.

SOIL TESTING APPLIED TO ESTIMATE CORN RESPONSES TO FERTILIZATION

SUMMARY

In this paper some of the criteria that have been used in the State of São Paulo in soil test interpretation were studied, correlating soil test parameters with corn response to applied nitrogen, phosphorus or potassium in 25 field experiments.

Exchangeable potassium and phosphorus soluble in 0.05N H_2SO_4 correlated well with responses of the crop to the applied nutrients. Nitrogen responses could not be correlated to soil test values.

Response curves and fertilizer efficiencies are presented for nitrogen, phosphorus and potassium. For the two last nutrients, the average curves are given for very low, low, medium and high soil test values.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BRASIL. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (Boletim, 12)
2. BRAY, R. H. Correlation of soil tests with crops response to added fertilizers and with fertilizer requirement. In: KITCHEN, H. B., ed. Diagnostic techniques for soils and crops. Washington, American Potash Institute, 1948. p.53-86.
3. CAMARGO, A. P. Níveis de calagem e de adubação nitrogenada e fosfatada para milho. Piracicaba, 1979. 84f. (Tese de doutoramento — ESALQ)
4. CATANI, R. A.; GALLO J. R.; GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análises, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1955. 29p. (Boletim. 69)
5. CATE JR., R. B. & NELSON, L. A. A rapid method for correlation of soil test analysis with plant response data. Raleigh, North Carolina State University, Agric. Exp. Sta., 1965. 66p. (Intern. Soil Testing Series. Tech. Bull. 1)
6. FITTZ, J. W. & NELSON, W. L. The determination of lime and fertilizer requirements of soils through chemical tests. Adv. Agron., 8:241-282, 1956.

7. FREITAS, L. M. M.; McCLUNG, A. C.; GOMES, F. P. Determinação das áreas deficientes em potássio para a cultura de algodão. *Fertilité*, 26:37-47, 1966.
8. FUZATTO, M. G. & CAVALERI, P. A. Correlação entre a resposta do algodoeiro à adubação fosfatada e a análise química do solo, nas condições do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 25:407-420, 1966.
9. ——— & FERRAZ, C. A. M. Correlação entre a resposta do algodoeiro e a porcentagem de saturação em bases em vários tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 25:237-240, 1966.
10. FUZATTO, M. G. & FERRAZ, C. A. M. Correlação entre o efeito da adubação potássica no algodoeiro e a análise química do solo. *Bragantia*, Campinas, 26:345-352, 1967.
11. ———; VENTURINI, W. R.; CAVALERI, P. A. Estudo técnico-econômico da adubação do algodoeiro no Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1970. 15p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA. Boletim, 1)
12. MASCARENHAS, H. A. A.; DEMATTÉ, J. D.; MIYASAKA, S.; IGUE, T. Estudos preliminares sobre a adubação econômica de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), na região da Alta Mogiana, em latosol roxo e latosol vermelho-escuro, fase arenosa. Campinas, Instituto Agrônômico, 1971. 7p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA. Boletim, 3)
13. MARINHO, M. L. & ALBUQUERQUE, G. A. C. Calibration of extractable phosphorus in soils for sugarcane in Alagoas, Brazil. In: CONGR. INTERN. SOC. SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., São Paulo, Brasil, 1977. Proceedings. p.1283-1292.
14. MIRANDA, L. E. C. & JORGE, J. P. N. Adubação do milho. II — Comprovação da eficiência das fórmulas de adubação recomendadas em função da análise do solo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1971. 12p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA. Boletim, 12)
15. MIRANDA, L. T. Adubação do milho. I — Relação entre dados de ensaios de campo e de análise química do solo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1971. 11p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA. Boletim, 11)
16. ———; ALMEIDA, T. C.; COELHO, F. A. S.; MIRANDA, L. E. C. Adubação do milho. III — Comprovação da eficiência de tabelas de recomendação de adubação, em campos de demonstração. Campinas, Instituto Agrônômico, 1971. 7p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA. Boletim, 13)
17. MIRANDA, L. E. C. & MIRANDA, L. T. Adubação do milho. IV — Estudo econômico de adubação de milho no Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônômico, 1971. 14p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA. Boletim, 14)
18. OLIVEIRA, J. B. & MONIZ, A. C. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP. *Bragantia*, Campinas, 34:59-113, 1973.
19. ———; VALADARES, J. M. A. S.; ROTTA, C. L. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Itararé, SP. *Bragantia*, Campinas, 35:295-333, 1976.
20. RAIJ, B. van. Calibração do potássio trocável em solos para feijão, algodão e cana-de-açúcar. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 26:575-579, 1974.
21. ——— & MASCARENHAS, H. A. A. Calibração de potássio e fósforo em solos para soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 15., Campinas, 1976. Anais. p.309-315.
22. ——— & ZULLO, M. A. T. Métodos de análises de solo para fins de fertilidade. Campinas. Instituto Agrônômico, 1977. 16p. (Circular, 63)

23. RIS, J. & LUTT, B. van. The establishment of fertilizer recommendations on the basis of soil tests. Haren, Groningen, Holanda, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, 1973. 52p.
24. ROTTA, C. L.; JORGE, J. A.; OLIVEIRA, J. B.; KÜPPER, A. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, SP. *Bragantia*, Campinas, 30:215-276, 1971.
25. ROUSE, R. D. Soil test theory and calibration for cotton, corn, soybeans and coastal bermudagrass. Auburn, Alabama, Agric. Exp. Station, 1968. 67p. (Bulletin, 375)
26. SILVA, N. M. Importância da seleção de glebas para estudos de adubação do algodoeiro. Campinas, Instituto Agrônomico, 1971. 11p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA. Boletim, 8)
27. ———; FUZATTO, M. G.; FERRAZ, C. A. M.; GRIDI-PAPP, I. L.; CIA, E.; IGUE, T.; CAVALERI, P. A. Estudo técnico-econômico de recentes experimentos de adubação do algodoeiro. Campinas, Instituto Agrônomico, 1971. 11p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA. Boletim, 7)
28. SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G. Statistical methods. 6.ed. Ames, Iowa State University Press, 1976. 593p.
29. VERDADE, F. C.; VENTURINI, W. R.; AMARAL, A. Z.; WUTKE, A. C. P. Níveis de fertilidade do solo para a cultura algodoeira. II — Correlação entre a produção e o teor de fósforo no solo. *Bragantia*, Campinas, 25:41-55, 1966.
30. ———; WUTKE, A. C. P.; AMARAL, A. Z.; IGUE, K. Níveis de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo para a cultura algodoeira. I — Os teores de fósforo, nitrogênio e potássio. *Bragantia*, Campinas, 24:55-74, 1965.
31. VIDOR, C. & FREIRE, J. R. J. Calibração de análise de solo para a cultura da soja. *Agronomia Sulriograndense*, 7:63-72, 1971.
32. WALSH, L. & BEATON, J. D., ed. Soil testing and plant analysis. Madison, Soil Sci. Amer., 1973. 491p.