

ADUBAÇÃO NITROGENADA E FOSFATADA NA CULTURA DO ALGODOEIRO¹

WALDEMAR PINTO CERQUEIRA², GIL SANTOS³ e
RAIMUNDO JACINTO MARTINS DA SILVA²

RESUMO - Com o objetivo de determinar níveis ótimos de nitrogênio e fósforo para o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cultivar IAC-13-1 em alguns solos do Estado de Goiás, foram conduzidos 17 ensaios fatoriais 4 x 4, com níveis de 0, 20, 40 e 60 kg/ha de N e 0, 30, 60 e 90 kg/ha de P₂O₅. Os experimentos foram instalados em dois grupos de solos: 1. com teor de fósforo inferior a 5 ppm, os quais responderam apenas a P; e 2. os instalados em solos com mais de 10 ppm de fósforo, os quais responderam positivamente tanto a N quanto a P. Não houve interação nitrogênio x fósforo. A resposta a nitrogênio em ambos os Grupos foi quadrática, significativa apenas no Grupo II. A resposta a fósforo foi quadrática para o Grupo I, linear para o Grupo II e altamente significativa em ambos os Grupos. Os dados de produção foram ajustados a uma equação de regressão múltipla, cujos coeficientes de determinação foram 0,76 e 0,81, respectivamente, para os Grupos I e II. Foram calculadas as superfícies de resposta e desenhados os mapas de isoquantas. As produções físicas máximas chegaram a 1.519 e 3.197 kg/ha, nos Grupos I e II. Para um preço do algodão em caroço a Cr\$ 43,00/kg, a adubação econômica será constituída da aplicação de 40 kg/ha de N e de 181 kg/ha de P₂O₅, no caso do Grupo II. Para o Grupo I, a adubação máxima econômica será de 20 kg/ha de N e de 70 kg/ha de P₂O₅. São apresentadas ainda as receitas, os custos e os lucros estimados para a adubação ótima econômica.

Termos para indexação: algodão, níveis de nitrogênio e fósforo, fertilização.

NITROGEN AND PHOSPHORUS FERTILIZATION ON THE COTTON CROP

ABSTRACT - A study was carried out on 17 factorial 4 x 4 experiments in order to establish the optimum levels of P and N for cotton (*Gossypium hirsutum* L.) variety IAC-13.1. The levels of N and P₂O₅ applied were 0-20-40-60 kg/ha and 0-30-60-90 kg/ha, respectively. The results can be grouped in two types of soils: I) Soils with less than 5 ppm of P, which respond only to P levels; II) Soils with more than 10 ppm of P, which respond positively to both, N and P levels. The results showed no N x P interaction. The response to the N levels were quadratic in both types of soils, although it showed significance only for soils with more than 10 ppm of P (type-II). The response to the P levels were quadratic for the soil type I, and linear for type II soil, and showed significant for both soils. The results for production were adjusted through a multiple regression equation. The coefficients of determination were 0.76 and 0.81 for soil type I and II, respectively. The response surface was calculated and isoquant maps were drawn. The maximum yields attained were 1,519 and 3,197 kg/ha by adjusting groups I and II, respectively. Based on the price of Cr\$ 43.00 per kg of the cotton-in-seed the economic level of fertilizing the soil would be 40 kg/ha of N and 181 kg/ha of P for type II soil. For type I soil, the maximum economic level would be 20 kg/ha of N and 70 kg/ha of P. An economic study is also estimated for these levels of inputs.

Index terms: cotton, levels of nitrogen and phosphorus, fertilization.

INTRODUÇÃO

A resposta do algodoeiro à adubação depende, sobretudo, do método de exploração dos solos. As áreas que continuamente são exploradas com culturas anuais, sem a necessária reposição de nu-

trientes, esgotam-se mais rapidamente do que aquelas ocupadas com culturas perenes ou pastos. Solos cultivados com algodão requerem mais adubação de reposição do que os cultivados em rotação de culturas. Por sua natureza física e química, os solos arenosos e de cerrado se esgotam mais depressa do que os argilosos.

De um modo geral, o fósforo (P) foi o primeiro elemento a demonstrar efeito sobre a produção do algodoeiro, quando aplicado no sulco de semeadura sob a forma de adubos minerais solúveis. Os efeitos do nitrogênio (N) e do potássio (K) só aparecem mais tarde, após vários anos de cultivo.

¹ Aceito para publicação em 7 de junho de 1982

² Eng.^o Agr.^o, M.S., Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária - EMGOPA, Estação Experimental de Goiânia, Caixa Postal 49, CEP 74000 - Goiânia, GO.

³ Eng.^o Agr.^o, M.S., em Fitotecnia, EMGOPA/Estação Experimental de Goiânia.

O fósforo é um elemento de elevado efeito residual, por isso deve ser aplicado sistematicamente, em áreas originalmente pobres desse elemento, como as de Cerrado, visando o aumento do potencial da produção. Fuzatto et al. (1970) constataram, através de 172 experimentos, no Estado de São Paulo, vantagens econômicas na aplicação de fertilizantes na cultura algodoeira; as estimativas de retorno de capital investido em fertilizantes foram de 19 a 317% para o fósforo e de 47 a 960% para o potássio.

O fósforo é conhecido como o elemento da produção, pois influencia o desenvolvimento do sistema radicular e a frutificação. Já o nitrogênio estimula o crescimento geral e o potássio concorre para a perfeita formação dos frutos.

As pesquisas têm revelado, principalmente, para o caso do algodoeiro, que o efeito da adubação fosfatada se acentua consideravelmente quando na presença do nitrogênio e do potássio; há um perfeito interrelacionamento desses nutrientes, conforme Schmidt et al. (1962) e Silva et al. (1971).

O algodoeiro cultivado em solos com excesso de fósforo residual tende a revelar uma certa necessidade de nitrogênio e potássio (Silva et al. 1971), afetando significativamente o peso de capulho e de 100 sementes e o índice de fibras (Schmidt et al. 1962).

Em determinados solos do Estado de São Paulo, originalmente pobres em potássio, o acúmulo progressivo de fósforo, associado a calagem inadequada, tem promovido certa inversão na resposta do algodoeiro (Silva et al. 1971); em solos continuamente cultivados e adubados, as plantas respondem mais destacadamente à aplicação de nitrogênio (N), e os sintomas de fome de potássio vão se agravando.

Ramos et al. (1960) e Silva et al. (1974) sugerem, para o caso do algodoeiro, a conveniência de uma progressiva diminuição dos totais de adubos fosfatos a serem utilizados, em função do elevado efeito residual do fósforo.

Verdade et al. (1965), em 216 experiências com adubação, verificaram dois tipos de respostas para fósforo solúvel em H_2SO_4 a 0,05 N, uma para solos arenosos e outra para solos argilosos. Há uma relação entre o pH do solo e a adubação fosfatada, diminuindo a ação desta com a elevação do pH;

isto ocorre, provavelmente, pelo aumento da disponibilidade de fósforo na solução do solo para a planta, contribuindo para que não haja resposta para esse elemento (Mikkelsen et al. 1963, Verdade et al. 1965). Por exemplo, Silva et al. (1971), estudando o comportamento de duas cultivares paulistas de algodoeiro (IAC-13 e RM-3), em diferentes níveis de adubação fosfatada e potássica, em Latossolo Roxo, deficiente em potássio e intensamente cultivado, verificaram que a resposta das cultivares à aplicação de 90 kg/ha de P_2O_5 foi nula, ou até negativa em alguns casos. Ficou constatado que a aplicação de fósforo nesse tipo de solo aumentou a necessidade das plantas em potássio, principalmente para a cultivar IAC-RM3, e que a dose mais adequada para o fósforo estaria pouco acima da fornecida pela adubação básica (40 kg/ha). Já se verificou que, em solos arenosos, a produção do algodoeiro é pouco influenciada pela adubação fosfatada e potássica (Silva et al. 1970 e 1971). Em dez experimentos de adubação do algodoeiro, em diversos tipos de solos do Estado de São Paulo, Silva et al. (1970) comprovaram efeito positivo da adubação fosfatada apenas para os solos argilosos, quer na produção, quer em certas características do produto algodoeiro como, por exemplo, peso de capulho, peso de 100 sementes, percentagem de fibra e índice de fibra. Por outro lado, Venturini et al. (1966), na tentativa de determinar níveis de fertilidade para a cultura algodoeira (solos de arenito de Bauru), constataram que somente o fósforo apresentava reações susceptíveis de estudo de correlação; o nitrogênio e o potássio, somente em níveis baixos (30 kg/ha), dão melhor consistência à ação do fósforo. Também, Verdade et al. (1965), em experiência com adubação do algodoeiro no Estado de São Paulo, obtiveram maior resposta para o elemento fósforo, pequena para o nitrogênio e casual para o potássio.

Tem-se verificado, em regiões de alta temperatura e precipitação pluviométrica média anual elevada, uma rápida mineralização da matéria orgânica, acompanhada de uma lixiviação profunda dos nutrientes mais solúveis, principalmente do nitrogênio. Em algumas experiências realizadas por Mikkelsen et al. (1963), no Estado de São Paulo, foram detectadas respostas significativas à adubação nitrogenada somente para solos arenosos cor-

rigidos na sua acidez; os incrementos na produção de algodão em caroço foram da ordem de 18 e 24%, respectivamente, em Matão e Pirassununga, SP, com doses não superiores a 60 kg/ha de N; todavia, houve resposta linear à nitrogênio até o nível máximo de 240 kg/ha, em Pirassununga. Esses mesmos pesquisadores ainda relataram que, em determinados tipos de solo, onde não se aplicou nitrogênio, mas houve uma rápida mineralização da matéria orgânica devido à calagem, não houve redução nos rendimentos do algodoeiro. Em resumo, só houve resposta a nitrogênio onde o teor de matéria orgânica do solo era significativamente mais baixo.

As primeiras pesquisas a campo com o algodoeiro em Goiás iniciaram-se em 1967, com ensaios de época de semeadura, competição de variedades e exploratórios de adubação para determinar efeitos de N, P e K, nos municípios de Santa Helena de Goiás (sudoeste), Itumbiara (sul) e Goianésia (meio-norte). Santos et al. (1969) verificaram para o solo de cerrado de Itumbiara (LVE), corrigido com 2 t de calcário e 600 kg de fosfato-de-ará-xá/ha, cultivado anteriormente com soja, aumentou na produção de algodão em caroço, quando aplicaram até 30 kg/ha de N, 1/3 na semeadura e 2/3 em cobertura aos 40-50 dias. Todavia, para o fósforo até 60 kg/ha de P_2O_5 não foi observado efeito positivo na produção. Os mesmos autores recomendaram a realização de ensaios de níveis de N para determinar doses econômicas. Também Silva et al. (1969), em experimentos realizados no sudoeste goiano (Santa Helena de Goiás), em solo (LR) basáltico de elevada fertilidade (33 ppm de P, 123 ppm de K e 8,13 meq Ca + Mg/100 ml solo e de pH em água 5,05), cultivado nos três anos anteriormente com algodão, sem o uso de adubos, concluíram que tanto o nitrogênio como o fósforo provocaram aumento significativo na produção, e a interação NP foi significativa. Em função destes ensaios preliminares, com respostas apenas para o nitrogênio e o fósforo, é que se idealizou o experimento NP em quatro níveis, conduzido através de 17 ensaios nas principais microrregiões produtoras de algodão do estado, visando a determinação de níveis econômicos de adubação para o nitrogênio e o fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

Usou-se a cultivar IAC-13-1 em todos os ensaios, com exceção apenas do campo de Itumbiara, onde foi usada a IAC-12-2, no ano de 1969 (exploratório).

Os trabalhos foram conduzidos nas seguintes localidades: Santa Helena de Goiás, nos anos de 1970/71, 1971/72 - dois ensaios - e 1972/73, todos em solos de cultura; Anicus, Inhumas (em solos de cerrado), Piracanjuba (solo de cerrado), Itumbiara, Pontalina (solo de cultura), no ano de 1971/72; Goianésia, com dois ensaios em 1971/72, um em solo de cultura e outro no cerrado, e, em 1972/73, em solo de cultura; Quirinópolis, Itauçu (em solos de cultura), Rio Verde (em solo de cerrado, no ano de 1972/73; Arraias e Itauçu (em solo de cultura), no ano de 1973/74; consolidando um total de 17 ensaios, conduzidos com recursos financeiros oriundos da PL-480 do EPE/Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária - DNPEA - do Ministério da Agricultura e Secretaria da Agricultura de Goiás.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com arranjo fatorial 4 x 4, com 16 tratamentos em blocos incompletos de oito tratamentos, com a interação NP confundida e três repetições, num total de 48 unidades experimentais, segundo Cochran & Cox (1957). Na Tabela 1, estão os tratamentos e as doses usadas de N e de P_2O_5 em kg/ha. A fonte de nitrogênio foi o sulfato de amônio (20% de N) e de fósforo, o superfosfato triplo granulado (45% de P_2O_5).

TABELA 1. Tratamentos e doses de N e P_2O_5 testadas nos 17 ensaios de adubação NP em quatro níveis de algodão IAC-13-1, no Estado de Goiás, de 1970/71 a 1973/74.

Tratamentos	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)
N_0P_0	0	0
N_1P_0	20	0
N_2P_0	40	0
N_3P_0	60	0
N_0P_1	0	30
N_1P_1	20	30
N_2P_1	40	30
N_3P_1	60	30
N_0P_2	0	60
N_1P_2	20	60
N_2P_2	40	60
N_3P_2	60	60
N_0P_3	0	90
N_1P_3	20	90
N_2P_3	40	90
N_3P_3	60	90

A distribuição do adubo fosfatado foi feita nos sulcos, momentos antes da semeadura. Simultaneamente, foi aplicado, em todas as parcelas com os tratamentos N1, N2 e N3, o correspondente a 10 kg/ha de N, deixando-se o restante das doses para posterior aplicação em cobertura.

Todas as unidades experimentais com P1, P2 e P3 receberam 50 kg/ha de cloreto de potássio (60% de K_2O) nos sulcos.

A semeadura foi realizada em sulcos espaçados em 1 m, com 30 a 40 sementes por metro linear, sendo o tamanho da unidade experimental de 5 m de comprimento por 5 m de largura ($25 m^2$). A área útil de $12 m^2$ (4 m x 3 m) foi obtida pela eliminação das duas fileiras laterais e de 0,50 m nas extremidades das três fileiras centrais.

Fez-se o desbaste deixando, em média, cinco plantas por metro nas fileiras, sendo a população da área útil em torno de 60 plantas.

Nos ensaios de Goianésia e de Inhumas, no ano de 1971/72, foram colhidas as três fileiras centrais integralmente, sem a eliminação dos 50 cm nas extremidades. Para esses três ensaios obteve-se uma área útil de $15 m^2$; para os demais a área útil foi de $12 m^2$. A área total de cada um foi de $12 m^2$.

Na escolha de cada local foi levado em consideração, não só o aspecto de homogeneidade do solo, como também a declividade, o preparo do solo e a tomada de amostras para análise química em cada uma das três repetições. Na Tabela 2 encontram-se todas as análises químicas de solos por localidade, em todos os anos. Efeito residual mais reaplicação - Apenas um dos ensaios, o de Santa Helena (1971/72) foi repetido nas mesmas unidades experimentais do ano anterior, recebendo os mesmos níveis de N e P. Os outros ensaios foram sempre instalados em áreas novas.

Foram semeadas três fileiras de algodão da mesma cultivar em volta de todo o ensaio para eliminar os efeitos de bordadura.

Tratos culturais: a) Controle de pragas - foi adotado na época, o critério preventivo de controle, através da aplicação semanal de uma mistura de inseticidas sistêmicos e clorados, desde a data do desbaste até a abertura dos capulhos de todos os tratamentos. b) Capinas - foram executadas de acordo com a ocorrência de ervas daninhas em cada localidade, sendo mantidos os ensaios totalmente limpos, durante todo o ciclo da cultura.

Tomada de dados: Foram anotados: datas de semeadura e emergência; de práticas culturais executadas, como desbaste, capinas, cultivos, aplicações de defensivos, adubação em cobertura e colheitas; stand inicial após o desbaste e final após a colheita; a altura média das plantas na colheita; e produção total de algodão em caroço.

Para a avaliação dos efeitos de N e P foram analisados estatisticamente, apenas os dados de produção de algodão em caroço em kg/ha. Foi feita a análise de variância dos dados e ajustada uma equação de regressão múltipla, utilizando-se os programas GE-52 e GE-54, desenvolvidos pelo Núcleo de Estatística da EMGOPA, adaptáveis ao

microcomputador Texas TI-59 acoplado ao conjunto impressor PC-100C. As matrizes obtidas através dos somatórios calculados pelo GE-52 foram invertidas e o sistema resolvido pelo programa ML-02 da biblioteca geral da TI-59. As isoquantas foram calculadas pelo programa GE-54, acima mencionado. A equação obtida foi uma superfície de resposta quadrática ou função de produção quadrática, tomando-se a produção como variável dependente de nitrogênio e de fósforo, para cada grupo de ensaios analisados em conjunto. Destas superfícies de respostas foram obtidos os mapas de isoquantas de produção, como função de dois elementos considerados, para cada grupo de ensaios.

Para diferentes relações de preços do produto e dos dois elementos fertilizantes, foram construídos os price map (Tabelas 4b e 4c), nos quais, para todas as relações de preços utilizadas, aparecem os níveis ótimos de dois elementos que maximizarão os lucros e a produção econômica correspondente. Estes níveis ótimos de maximização dos lucros foram determinados, resolvendo-se os sistemas de equações lineares (derivadas primeiras em relação a N e em relação a P da equação de regressão múltipla):

$$b_1 + 2b_2N + b_5P = PN/PY$$

$$b_3 + 2b_4P + b_5N = P P_2O_5/PY$$

Os valores dos "b" são aqueles dos coeficientes de regressão, obtidos para as equações ajustadas de fórmula geral:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1N + b_2N^2 + b_3P + b_4P^2 + b_5NP$$

P N é o preço do quilograma de N; P P_2O_5 , preço do quilograma de P_2O_5 ; e P Y, preço do quilograma do produto, ou seja, do algodão em caroço.

Dos 17 ensaios analisados estatisticamente, foram aproveitados oito e eliminados nove para os objetivos do presente trabalho. Dos oito ensaios aproveitados foi possível obter três grupos. Verificou-se que quatro dos ensaios, instalados em solos com teor de fósforo inferior a 5 ppm, responderam apenas a P. Daí resolveu-se reuni-los no Grupo I. Três ensaios instalados em solos com mais de 10 ppm responderam a N e a P. Estes compõem o Grupo II. Um ensaio, apesar de instalado em solo com P abaixo de 5 ppm, respondeu tanto a N como a P, aumentando a produção. Foi estudado e apresentado separadamente, constituindo o Grupo III.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos foram caracterizados quimicamente, de acordo com as análises feitas nos laboratórios do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste (IPEACO) e da Secretaria da Agricultura de Goiás. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Análises químicas dos solos por experimento e a média por grupo durante os anos de 1970 a 1973.

Resultados das características químicas						
	pH em água (1:1)	Fósforo P (ppm)	Potássio K (ppm)	Ca - Mg	Alumínio meq/100 ml	Matéria orgânica %
Grupo I						
. Inhumas	5,80	1	30	1,90	0,14	n.d.
	5,90	1	42	3,10	0,00	n.d.
	5,70	1	59	2,58	0,06	n.d.
. Anicuns	5,80	1	84	3,30	0,00	n.d.
	5,70	1	48	3,10	0,00	n.d.
	5,80	1	41	3,30	0,00	n.d.
. Piracanjuba	4,30	1	100	3,50	0,00	n.d.
	6,00	1	28	3,30	0,00	n.d.
	6,10	1	101	4,00	0,00	n.d.
. Rio Verde	6,30	3	115	7,70	0,00	n.d.
	6,40	5	150	6,80	0,00	n.d.
	6,40	4	139	8,00	0,00	n.d.
Média	5,93	1,7	78	4,21	0,02	n.d.
Grupo II						
. Santa Helena	6,40	18	150	7,10	0,00	n.d.
	6,20	6	150	5,70	0,00	n.d.
	6,20	6	150	6,40	0,00	n.d.
. Quirinópolis	5,70	30	55	2,60	0,00	n.d.
	5,90	22	56	3,10	0,00	n.d.
	5,80	29	73	3,30	0,00	n.d.
. Arraias	6,70	16	87	7,90	0,00	n.d.
Média	6,13	18,1	103	5,16	0,00	n.d.
Grupo III						
. Goianésia	6,30	1	66	8,50	0,00	n.d.

. Extrator: Carolina do Norte

n.d. não determinada

Foram feitas três análises por experimento, exceto para Arraias onde foi realizada apenas a análise de uma amostra média.

Grupo I. O resultado médio dos quatro ensaios que compõem este grupo, em kg de algodão em caroço/ha, é apresentado na Tabela 3, e a análise de variância da média por repetição é apresentada na Tabela 4.

As interações obtidas foram as seguintes:

P	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	Média
P ₀	805	894	906	720	831
P ₁	1.186	1.374	1.215	1.338	1.278

P	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	Média
P ₂	1.420	1.422	1.566	1.293	1.425
P ₃	1.410	1.599	1.594	1.569	1.543

1.205 1.322 1.320 1.230 1.269

Pelos dados de produção para os dois elementos e pela análise de variância destes dados (Tabela 4), verifica-se uma resposta altamente significativa à aplicação de fósforo um aumento da produção de

9,7% em resposta à aplicação de nitrogênio embora não seja significativa.

Esta resposta muito positiva para fósforo está, de modo geral, coerente com os resultados obtidos pelos diversos pesquisadores, em seus trabalhos com algodoeiro herbáceo, citados anteriormente.

Era esperada grande resposta a fósforo em virtude do baixo nível deste elemento nos ensaios des-

te grupo (1.7 ppm, variando de 1 a 5 ppm - média de doze determinações), revelado pela análise química dos solos (Tabela 2), bem como a pequena resposta a nitrogênio é justificada provavelmente pelo baixo nível de fósforo. Todavia, Mikkelsen et al. (1963) detectaram respostas significativas à adubação nitrogenada da ordem de 16 a 24% e observaram que só houve resposta onde o teor de matéria orgânica do solo era significativamente mais baixo, e nos solos arenosos corrigidos na sua acidez. No caso do Grupo I, os solos eram todos de textura média e acidez com pH variando de 5,30 a 6,40, com média de 5,93. Ressalta-se ainda que os teores de potássio, em média de doze determinações (três em cada local), alcançaram 78 ppm. Sabe-se que, acima de 60 ppm, o solo deve ser considerado bem suprido. Do exposto poder-se-ia admitir que a baixa resposta a nitrogênio seria atribuída ao baixo teor de matéria orgânica (não determinada no presente trabalho) e ao baixo teor de fósforo. O suprimento em cálcio + magnésio do Grupo I é considerado bom. A média das análises foi de 4,21; o valor mais baixo foi encontrado em Inhumas (190 meq Ca + Mg/100 ml solo) e o mais alto em Rio Verde (8,00 meq Ca + Mg/100 ml so-

TABELA 3. Produção de algodão em caroço em kg/ha em resposta à aplicação de NP em quatro níveis (0, 20, 40 e 60; 0, 30, 60 e 90 kg/ha) para cada elemento, relativa ao Grupo I.

Tratamento	Produção (kg/ha)	Tratamento	Produção (kg/ha)
N ₀ P ₀	805	N ₂ P ₀	906
N ₀ P ₁	1.186	N ₂ P ₁	1.215
N ₀ P ₂	1.420	N ₂ P ₂	1.566
N ₀ P ₃	1.410	N ₂ P ₃	1.594
N ₁ P ₀	894	N ₃ P ₀	720
N ₁ P ₁	1.374	N ₃ P ₁	1.338
N ₁ P ₂	1.422	N ₃ P ₂	1.293
N ₁ P ₃	1.599	N ₃ P ₃	1.569

TABELA 4. Análise de variância dos dados de produção, média por repetição, em kg/ha, relativa ao Grupo I.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Nitrogênio	3	132.381	44.127	2,09
N linear	1	3.132	3.132	0,15
N quadrático	1	128.651	128.651	6,08*
N cúbico	1	598	598	0,03
Fósforo	3	3.494.035	1.164.678	55,07**
P linear	1	3.125.656	3.125.656	147,80**
P quadrático	1	324.558	324.558	15,35**
P cúbico	1	43.821	43.821	2,07
Interação N x P	9	194.729	21.637	1,02
Interação N' x P'	1	19.643	19.643	.
Blocos	2	277.706	138.853	6,57**
Resíduo	30	634.426	21.148	.
Total	47	4.733.278	.	.

C.V. = 11,46%

Média = 1.269 kg/ha

* Excede o nível de probabilidade de 5%.

** Excede o nível de probabilidade de 1%.

lo). O teor de alumínio foi praticamente nulo (meq Al/100 ml solo).

A adoção de um adequado critério prévio de agrupamento, como no presente trabalho, dos ensaios de campo, para obtenção de efeitos discriminados de nutrientes que, na média geral dos ensaios, poderiam anular-se ou ficar diminuídos a ponto de não merecerem destaque, fica bem evidenciada como no comportamento do Grupo I em discussão, Silva et al. (1974).

A produção foi considerada, para efeito de ajustamento da equação de regressão múltipla, como uma função da adição do fertilizante fosfatado e nitrogenado. Este último foi considerado, visto ter apresentado pequeno aumento de produção, embora não significativo (Tabela 4a).

A equação de regressão múltipla ajustada foi a seguinte:

$$\hat{Y} = 818,675 + 15,0228P + 6,9168N - 0,0913P^2 - 0,1295N^2 + 0,0269NP$$

Coefficiente de determinação = 0,76**

Somente os coeficientes de regressão de P, P² e N² mostraram-se significativos.

Pela equação de regressão múltipla ajustada pode-se verificar, quantitativamente, a resposta à aplicação de fósforo e de nitrogênio. Observa-se, teoricamente que, para o primeiro tratamento de P₂O₅ adicionado ao solo, há um aumento de 15, kg/ha na produção, enquanto que, para a mesma quantidade de N, haverá um aumento de apenas 6,9 kg/ha.

Desta equação de regressão múltipla (superfície de resposta), foi calculado e desenhado o mapa de isoquantas (Figura 1), que apresenta uma visão

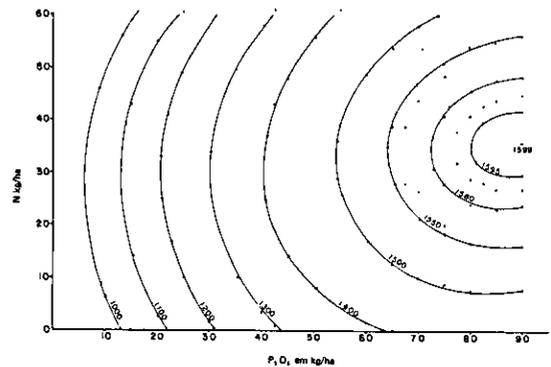


FIG. 1. Mapa das isoquantas da produção de algodão em caroço, em kg/ha, relativo à análise conjunta do Grupo I (teor de P < 5 ppm na análise de solo).

gráfica dos resultados médios dos ensaios componentes do Grupo I, mostrando como as curvas de mesma produção (isoquantas) são afetadas com a aplicação de fósforo e/ou nitrogênio.

Pelo ajustamento, a produção física máxima para as condições da média dos ensaios do Grupo I está em 1.519 kg/ha de algodão em caroço, que é obtida com a aplicação de 90 kg de P₂O₅/ha, na forma de 200 kg de superfosfato triplo e de 36 kg de N/ha, na forma de 180 kg de sulfato de amônio (Tabelas 4b e 4c).

Verifica-se, pelo mapa de isoquantas, a grande resposta a fósforo, principalmente até 60 kg de P₂O₅/ha.

Grupo II. O resultado médio dos três ensaios que constituem este grupo, em kg/ha de algodão em caroço, é apresentado na Tabela 5, e a análise

TABELA 4a. Análise de variância da regressão múltipla ajustada, relativa ao Grupo I.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Devido à regressão	5	3.601.640	720.328	26,73**
Desvio da regressão	42	1.131.638	26.944	-
Total	47	4.733.278	-	-

** Excede o nível de probabilidade de 1%.

R² = 0,76**

TABELA 4b. Price map: relações de preços de kg de P_2O_5 para preço de kg de algodão em caroço $\frac{(P_2O_5)}{PY}$, em combinação com as relações de preços de kg de N para preço de kg de algodão em caroço $\frac{(PN)}{PY}$, que determinam um consumo de P_2O_5 em kg/ha e N em kg/ha, que proporcionam uma produção econômica. Grupo I.

Preço (P_2O_5) Preço Produto	PN PY	Níveis ótimos em kg/ha		Produção econômica kg/ha
		P_2O_5	N	
1	1	81	31	1.594
2	1	76	31	1.586
3	1	70	30	1.570
4	1	65	30	1.553
5	1	59	29	1.525
1	2	81	27	1.588
2	2	75	27	1.579
3	2	70	26	1.564
4	2	64	26	1.543
5	2	59	25	1.519
1	3	80	23	1.576
2	3	75	23	1.569
3	3	69	29	1.566
4	3	64	22	1.534
5	3	58	21	1.504
1	4	80	20	1.566
2	4	74	19	1.553
3	4	69	18	1.537
4	4	63	18	1.516
5	4	57	17	1.485
1	5	79	16	1.547
2	5	74	15	1.535
3	5	68	14	1.515
4	5	62	14	1.494
5	5	57	13	1.466

TABELA 4c. Produção, custos dos fatores (P_2O_5 e N) e lucros estimados para algodão em caroço para os preços de: superfosfato triplo a Cr\$ 51,76/kg, sulfato de amônio a Cr\$ 30,00/kg e o produto a Cr\$ 43,00/kg. Convertendo, temos: P_2O_5 a Cr\$ 115,00/kg e N a Cr\$ 150,00/kg. Grupo I.

	Produção *	Custos dos fatores Cr\$/ha	Lucros** Cr\$/ha
Níveis ótimos para os preços dados (70 kg/ha de P_2O_5 e 20 kg/ha de N)	66.521,00	11.050,00	55.471,00
Metade dos níveis ótimos para os preços dados (35 kg/ha de P_2O_5 e 10 kg/ha de N)	55.814,00	5.525,00	50.289,00
Sem adubação	35.217,00		35.217,00

* Dividindo-se o valor da produção em Cr\$/ha por Cr\$ 43,00, tem-se a produtividade de algodão em caroço em kg/ha, respectivamente: 1.547, 1.298 e 819/ha.

** Lucros em função dos preços de fósforo e de nitrogênio.

TABELA 5. Produção de algodão em caroço em kg/ha, em resposta à aplicação de NP em quatro níveis (0, 20, 40 e 60; 0, 30, 60 e 90 kg/ha) para cada elemento, relativa ao Grupo II.

Tratamento	Produção (kg/ha)	Tratamento	Produção (kg/ha)
N ₀ P ₀	1.468	N ₂ P ₀	1.994
N ₀ P ₁	1.699	N ₂ P ₁	2.292
N ₀ P ₂	1.894	N ₂ P ₂	2.560
N ₀ P ₃	2.107	N ₂ P ₃	2.736
N ₁ P ₀	1.880	N ₃ P ₀	1.889
N ₁ P ₁	2.125	N ₃ P ₁	2.143
N ₁ P ₂	2.236	N ₃ P ₂	2.338
N ₁ P ₃	2.412	N ₃ P ₃	2.565

de variância da média por repetição é mostrada na Tabela 6.

As interações obtidas foram as seguintes:

	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	Média
P ₀	1.468	1.880	1.994	1.889	1.808
P ₁	1.699	2.125	2.292	2.143	2.065
P ₂	1.894	2.236	2.560	2.338	2.257
P ₃	2.107	2.412	2.736	2.565	2.455
	1.792	2.163	2.395	2.234	2.146

Observando-se os dados de produção para os dois elementos e a análise de variância destes dados (Tabela 6), verifica-se uma resposta altamente significativa à aplicação de nitrogênio, com um aumento da produção de 20,7%, de forma quadrática. Esta resposta foi de apenas 9,7% no Grupo I, visto anteriormente.

Houve também resposta altamente significativa para a aplicação do fósforo (Tabela 6), incoerente com os resultados obtidos pelos diversos pesquisadores, em seus trabalhos com algodoeiro herbáceo, citados na revisão bibliográfica.

Aqui não era esperada nenhuma resposta a fósforo em virtude do nível médio para alto deste elemento nos solos dos ensaios deste grupo (18,1 ppm, variando de 6 a 30 ppm; média de sete determinações), revelado pela análise química dos solos (Tabela 2), equanto que a boa resposta a nitrogênio é justificada talvez pelo nível de médio para alto de

fósforo natural destes solos. Observa-se, na Tabela 2, que nem pH, nem Ca + Mg e nem K, todos em nível de médio para alto, explicam a excelente resposta a nitrogênio registrada no Grupo II, assim como não podem explicar a falta de resposta do Grupo I.

Novais et al. (1972), em experimentos com arroz irrigado, verificaram que solos de três locais, com níveis de fósforo disponível acima do nível crítico estabelecido para o extrator usado (Carolina do Norte), apresentaram respostas significativas da cultura à aplicação da adubação fosfatada. Diferentemente, não obtiveram respostas significativas à aplicação de fósforo em solos de outros três locais onde os níveis encontrados estavam abaixo do nível crítico. Estes mesmos fenômenos bem contraditórios, à primeira vista, ocorreram nos Grupos I e II que estamos discutindo.

Esta falta de correlação para o fósforo se deve, segundo Novais et al. (1972), possivelmente, à heterogeneidade dos solos de um grupo em relação ao outro ou mesmo à necessidade de escolher outro extrator para estes tipos de solos. Trabalho do Instituto Agrônomo de Campinas mostrou que a fração extratável de P de solos arenosos ou argilosos - terra roxa pelo método Carolina do Norte apresentou boa correlação com o grau de disponibilidade de P para o algodoeiro. O método de determinação do fósforo através do ácido oxálico e oxalato de potássio não se mostrou conveniente por extrair formas de fósforo não disponíveis às plantas, conforme Fuzatto et al. (1966).

E a eficiência de um definido extrator para determinar realmente o fósforo disponível irá depender das formas de adsorção deste elemento predominante no solo (Novais et al. 1972).

Almeida Neto (1980), em seu amplo trabalho de caracterização das formas de fósforo e de emprego de dez diferentes extractores para avaliar o P disponível em solos de Goiás, evidenciou que os dez solos estudados não apresentavam fósforo nativo solúvel e quanto ao fósforo disponível, através dos vários extractores, também mostraram poucas diferenças de um solo para outro; entretanto, quando se considera o fósforo a ser adicionado para se obter um crescimento relativo de 50% ou de 75% da produção máxima, observa-se uma diferença marcante entre estes solos. Em vista deste

fato, os solos podem ser separados quanto às suas necessidades de correção, para 75% da produtividade máxima, em: muito alta, maior do que 500 kg de P_2O_5 ; alta, de 350 a 500 kg de P_2O_5 ; média, de 200 a 350 de P_2O_5 /ha; baixa, menor do que 200 kg de P_2O_5 . As unidades de solo estudadas classificam-se, assim, quanto à necessidade de fosfato: muito alta: Campo Limpo e Nova Veneza; alta: Goiânia e Goianira; média: Agronomia, Jaraguá, Morro Agudo, Rialma e Sanclerlândia; baixa: São Luiz.

Adaptando as conclusões de Almeida Neto (1980) ao presente trabalho, propõe-se o seguinte: Grupo I: solos de baixa necessidade e média, talvez; aqui observa-se efeito quadrático para fósforo, fato bem coerente com o exposto anterior-

mente. Grupo II: solos de alta para muito alta necessidade; verifica-se, pelo exame da Tabela 6, efeito altamente significativo para o componente linear, sem nenhum indício de quadrático.

A produção foi considerada, para efeito de ajustamento da equação de regressão múltipla, como uma função de adição dos fertilizantes fosfatado e nitrogenado. Ambos por terem apresentado efeito altamente significante. A interação não foi significativa.

A equação de regressão múltipla ajustada foi a seguinte:

$$\hat{Y} = 1468,989 + 8,060P + 26,897N - 0,0167P^2 - 0,3326N^2 + 0,0189NP$$

Coefficiente de determinação = 0,81 ** (Tabela 6a)

TABELA 6. Análise de variância dos dados de produção, média por repetição, em kg/ha, relativa ao Grupo II.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Nitrogênio	3	2.348.324	782.775	21,89**
N linear	1	1.457.042	1.457.042	40,75**
N quadrático	1	852.267	852.267	23,84**
N cúbico	1	39.015	39.015	1,09
Fósforo	3	2.745.473	915.158	25,60**
P linear	1	2.731.946	2.731.946	76,41**
P quadrático	1	10.502	10.502	0,29
P cúbico	1	3.025	3.025	0,08
Interação N x P	9	58.089	6.454	0,18
Interação N' x P'	1	9.346	9.346	0,26
Blocos	2	19.297	9.648	0,27
Resíduo	30	1.072.556	35.752	-
Total	47	6.243.740	-	-

C.V. = 8,81%

Média = 2.146 kg/ha

* Excede o nível de probabilidade de 5%.

** Excede o nível de probabilidade de 1%.

TABELA 6a. Análise de variância da regressão múltipla ajustada, relativa ao Grupo II.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Devido à regressão	5	5.061.103	1.012.221	35,95**
Desvio da regressão	42	1.182.637	28.158	-
Total	47	6.243.740	-	-

** Excede o nível de probabilidade de 1%.

$R^2 = 0,81$ **

Os coeficientes de regressão de P, N e N^2 mostraram-se significativos.

Pela equação de regressão múltipla ajustada pode-se verificar, quantitativamente, a resposta à aplicação de fósforo e de nitrogênio. Observa-se, teoricamente, que, para o primeiro quilograma de P_2O_5 adicionado ao solo, há um aumento de 8,06 kg/ha na produção, enquanto que, para a mesma quantidade de N, haverá um aumento de 26,89 kg/ha.

Desta equação de regressão múltipla (superfície de resposta), foi calculado e desenhado o mapa de isoquantas (Fig. 2), que apresenta uma visão gráfica dos resultados médios dos ensaios componentes do Grupo II, mostrando que as curvas de mesma produção (isoquantas) são afetadas com a aplicação de fósforo e/ou nitrogênio ao solo.

Pelo ajustamento, a produção física máxima para as condições da média dos ensaios do Grupo II está em 3.197 kg/ha de algodão em caroço, que é obtida com a aplicação de 264 kg/ha de P_2O_5 , na forma de 587 kg de superfosfato triplo e de 48 kg de N/ha, na forma de 240 kg de sulfato de amônio.

Verifica-se que, pelo mapa de isoquantas, diferentemente do Grupo I, este Grupo II mostra res-

posta a nitrogênio e que produções acima de 2.100 kg/ha somente podem ser alcançadas com o emprego de P e de N. Produções inferiores a 2.100 kg/ha de algodão em caroço podem ser conseguidas adubando apenas com P, apenas com N ou com diversas combinações dos dois elementos.

Com a aplicação de nitrogênio, a resposta da cultura a fósforo é diminuída. A isoquanta de 2.000 kg/ha, por exemplo, com o nível zero de nitrogênio, é obtida com 78 kg de P_2O_5 /ha; quando se aplicam 20 kg de N/ha para atingir esta mesma produção de 2.000 kg/ha, serão necessários, somente, 15 kg de P_2O_5 /ha. A combinação ideal entre os dois elementos fertilizantes, quanto ao ponto de vista de produção econômica, ficará na dependência de seus preços e do preço do produto.

Na Tabela 7, é apresentado o price map, para uma razoável faixa de variação de preços do produto e dos fertilizantes, de onde se pode tirar os níveis ótimos de fósforo (P_2O_5) e de nitrogênio (N), que darão uma produção econômica, para as relações de preços obtidas a partir de todas as combinações possíveis de 1 a 5.

Pela Tabela 7, verifica-se que, dependendo do preço de P_2O_5 ($P(P_2O_5)$), do preço de N (PN) e do

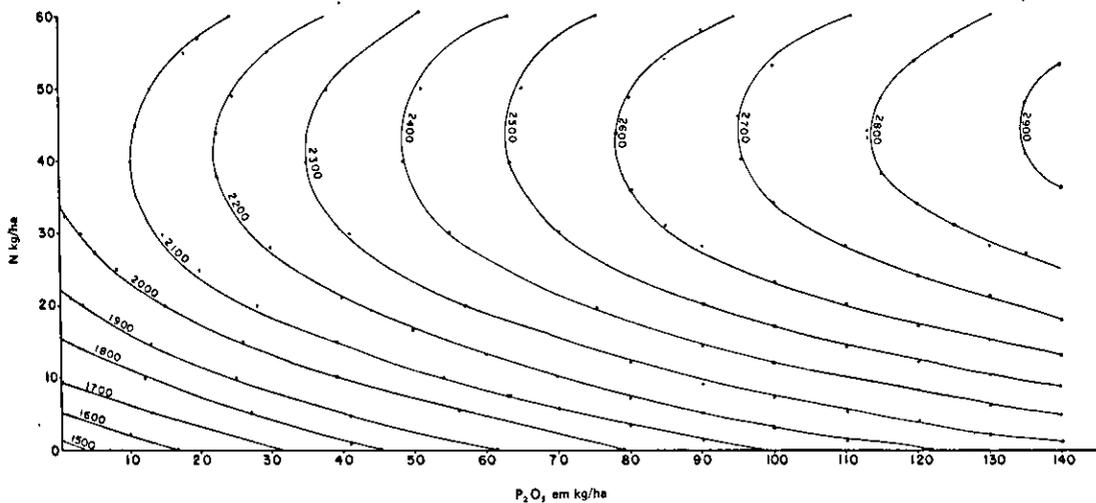


FIG. 2. Mapa das isoquantas da produção de algodão em caroço em kg/ha, relativo à análise conjunta do Grupo II (teor de P < 10 ppm na análise de solo).

TABELA 7. Price map: relações de preços de kg de P_2O_5 para preço de kg de algodão em caroço $\frac{(PP_2O_5)}{PY}$, em combinação com as relações de preços de kg de N para preço de kg de algodão em caroço $\frac{(PN)}{PY}$, que determinam um consumo de P_2O_5 , em kg/ha e N em kg/ha, que proporcionam uma produção econômica. Grupo II.

PP_2O_5 PY	PN PY	Níveis ótimos em kg/ha		Produção econômica kg/ha
		P_2O_5	N	
1	1	233	46	3.176
2	1	203	45	3.126
3	1	173	44	3.047
4	1	143	43	2.938
5	1	114	42	2.804
1	2	232	44	3.173
2	2	202	43	3.121
3	2	172	42	3.041
4	2	143	41	2.935
5	2	113	41	2.798
1	3	231	42	3.166
2	3	201	42	3.117
3	3	172	41	3.038
4	3	142	40	2.928
5	3	112	39	2.788
1	4	231	41	3.162
2	4	201	40	3.110
3	4	171	39	3.028
4	4	141	38	2.917
5	4	111	38	2.779
1	5	230	39	3.152
2	5	200	39	3.104
3	5	170	38	3.020
4	5	140	37	2.908
5	5	110	36	2.766

preço do produto (PY), encontram-se os níveis ótimos dos dois elementos que maximizam os lucros ou, em outras palavras, possibilitam uma produção máxima econômica.

Havendo grande resposta à aplicação de determinado elemento, o seu preço não limita muito o seu uso, ao contrário do que acontece com o elemento que apresenta pequenos aumentos na produção.

Para um preço do algodão em caroço a Cr\$ 43,00/kg, as relações seriam para N (3,49:1) e para P_2O_5 (2,67:1). Neste caso, a adubação eco-

nômica será constituída da aplicação de 40 kg de N/ha e de 181 kg de P_2O_5 /ha.

Do mesmo modo, para um menor preço do produto, para os mesmos preços de N e P_2O_5 , deverá haver menores aplicações dos dois fertilizantes, para que a produção continue econômica.

Na Tabela 8, encontram-se os lucros em função dos preços encontrados no mercado, de sulfato de amônio, superfosfato triplo e do produto (algodão em caroço), aplicando-se ao solo os níveis ótimos de N e de P_2O_5 obtidos no price map (Tabela 7) para estes preços.

TABELA 8. Produção, custos dos fatores (P_2O_5 e N) e lucros estimados para algodão em caroço para os preços de: superfosfato triplo a Cr\$ 51,76/kg, sulfato de amônio a Cr\$ 30,00/kg e o produto a Cr\$ 43,00/kg. Convertendo, temos: P_2O_5 a Cr\$ 115,00/kg e N a Cr\$ 150,00/kg. Grupo II.

	Produção* Cr\$/ha	Custos dos fatores Cr\$/ha	Lucros** Cr\$/ha
Níveis ótimos para os preços dados (181 kg/ha de P_2O_5 e 40 kg/ha de N)	131.623,00	26.815,00	104.808,00
Metade dos níveis ótimos para os preços dados (90,5 kg/ha de P_2O_5 e 20 kg/ha de N)	107.543,00	13.407,50	94.135,50
Sem adubação	63.166,53	-	63.166,53

* Dividindo-se o valor da produção em Cr\$/ha por Cr\$ 43,00, tem-se a produtividade de algodão em caroço em kg/ha, respectivamente, 3.061, 2.501 e 1.469 kg/ha.

** Lucros em função dos preços de fósforo e de nitrogênio.

O lucro obtido em função destes preços, não se considerando os custos dos fatores fixos de produção, para uma cultura onde se aplicam os níveis ótimos para os preços considerados (sulfato de amônio a Cr\$ 150,00/kg, superfosfato triplo a Cr\$ 115,00/kg e o algodão em caroço a Cr\$ 43,00), seria de Cr\$ 104.808,00/ha.

Para um plantio sem adubação o lucro cairia para Cr\$ 63.163,53/ha.

A utilização da metade dos níveis ótimos para aqueles preços trouxe um lucro 1,49 vez maior que o do plantio sem adubação e um pouco inferior ao da aplicação total dos níveis ótimos (1,66 vez).

A recomendação de níveis um pouco inferiores àqueles ótimos seria viável, embora com a certeza de não se obter o lucro máximo possível.

CONCLUSÕES

Grupo I. Houve grande resposta à aplicação de fósforo (componente linear e quadrático), altamente significativa. Houve pequena resposta à aplicação de nitrogênio, não significativa (9,7%).

Poderiam ser indicados como níveis econômicos 70 kg de P_2O_5 /ha para uma razoável variação de preços do produto e de fertilizante fosfatado e

20 kg de N/ha (algodão em caroço a Cr\$ 43,00/kg, P_2O_5 a Cr\$ 115,00/kg e N a Cr\$ 150,00/kg).

A resposta a fósforo foi esperada e está coerente com os baixos níveis de P encontrados em todos os ensaios deste grupo.

Grupo II. Houve grande resposta à aplicação de fósforo (de forma linear, sem nenhum indício de significância para o componente quadrático), altamente significativa.

Houve, também, resposta para nitrogênio (componente linear e quadrático), altamente significativa (20,7%).

A resposta positiva a fósforo foi surpreendente porque o seu teor neste grupo apresenta-se acima dos níveis críticos então estabelecidos em Goiás.

Provavelmente, a resposta positiva a nitrogênio está relacionada com o bom suprimento de fósforo no solo, ou com o tipo de solo.

Poderiam ser indicados como níveis econômicos 181 kg de P_2O_5 /ha para uma razoável variação de preços do produto e do fertilizante fosfatado e 40 kg/ha de N (algodão em caroço a Cr\$ 43,00/kg, P_2O_5 a Cr\$ 115,00/kg e N a Cr\$ 150,00/kg).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem, pela colaboração presta-

da, aos Engenheiros Agrônomos Nautir David Amaral, Mauro Araújo e Romero Teodoro de Souza, em Inhumas; Floriano Corrêa Freire, em Anicuns; Jarbas Campos Arantes, em Piracanjuba; Antônio Arzílio Neto, em Rio Verde; Abrahão Pereira Bandeira, Tarciso Filgueira e Durval Alves Pamplona, em Santa Helena de Goiás; Luiz Braz, em Quirinópolis; Reynaldo Carvalho Ferreira, em Goianésia; Gildo Augusto de Moraes, Helio Afonso de Meneses e Airton de Lara, em Pontalina; Raul Adão Duarte, em Itumbiara; Ednan Araújo Moraes, João Pereira e Abelardo Silva Rego, da Estação Experimental de Anápolis/IPEACO; Joel Fallieri, da Estação Experimental de Sete Lagoas, do IPEACO, em Minas Gerais.

Aos Técnicos Agrícolas, David Assis Moraes, José Eustáquio de Carvalho, Alei Santana Vasconcelos, da Secretaria da Agricultura e Elio Alves de Souza, da Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária - EMGOPA.

À Bibliotecária Dalila Tauil Pinto pela ajuda, ordenação bibliográfica e adaptação às normas da PAB.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETO, J.X. de. Caracterização das formas de fósforo e emprego de diferentes extratores para avaliar o P disponível em solos de Goiás. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 1980. 149p. (Coleção Teses Universitárias, 7).
- COCHRAN, W. & COX, G. Experimental designs. 2.ed., New York, John Wiley e Sons, 1957. 517p.
- FUZATTO, M.G.; CAVALERI, P.A. & SILVA, N.M. da. 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 (37):407-20, 1966.
- FUZATTO, M.G.; VENTURINI, W.R. & CAVALERI, P. A. Estudo técnico-econômico da adubação do algodoeiro no Estado de São Paulo. Campinas, Inst. Agron. de Campinas, 1970. 15p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA, 1).
- MIKKELSEN, D.S.; FREITAS, L.M.M. de & MCCLUNG, A.C. Efeitos da calagem e adubação na produção de algodão, milho e soja em três solos de campo-cerrado. Matão, São Paulo, 1963. 48p. (Inst. de Pesq. IRI, 29).
- NOVAIS, R.F. de.; BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V.; FAJARDO, C.M. & AMARAL, F.A.L. Níveis ótimos de NPK na adubação de arroz irrigado, em solos de várzea da zona da Mata. Minas Gerais. *Ceres*, Viçosa, 101(19):63-77, 1972.
- RAMOS, I.; SCHMIDT, W.; CAVALERI, P.A. & NEVES, O.S. Adubação do algodoeiro. IX. Ensaio com diversos adubos fosfatados (3ª série). *Bragantia*, Campinas, 19(9):101-27, 1960.
- SANTOS, G.; SILVA, R.J.M. da & PEREIRA, J. Exploratório de NPK em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) para um solo de cerrado de Itumbiara, Goiás. 1969.
- SCHMIDT, W.; FUZATTO, M.G. & FREIRE, E.S. Adubação do algodoeiro. XII. Quatro experiências com N, P e K em terra roxa. *Bragantia*, Campinas, 21(47): 827-40, 1962.
- SILVA, N.M. da.; FUZATTO, M.G. & FERRAZ, C.A.M. Efeito da aplicação de misturas moídas e granuladas de adubos sobre o desenvolvimento e produção do algodoeiro em diferentes unidades de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 29(3): 23-44, 1970.
- SILVA, N.M. da.; 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, Inst. Agron. de Campinas, 1971. 11p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA, 7).
- SILVA, N.M. da.; FERRAZ, C.A.M.; GRIDI-PAPP, I.L.; CIA, E. & SABINO, N.P. Efeitos da aplicação de N e de K sobre características gerais do algodoeiro cultivado em latossolos não deficientes em potássio. *Bragantia*, Campinas, 33(13):129-38, 1974.
- SILVA, N.M. da.; FUZATTO, M.G. & SABINO, N.P. Adubação do algodoeiro em latossolos roxos altamente deficientes em potássio. Campinas, Inst. Agron. de Campinas, 1971. 15p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA, 6).
- SILVA, R.J.M. da.; SANTOS, G. & PEREIRA, J. Exploratórios de NPK em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) para dois solos de Santa Helena de Goiás, 1969.
- 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(4):41-55, 1966.
- VERDADE, F.C.; WUTKE, A.C.P.; AMARAL, A.Z. do.; IGUE, E. & CAVALERI, P.A. 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(6) 55-74, 1965.