

EFEITOS DA ADUBAÇÃO FOSFATADA POR VIA FOLIAR E AO SOLO NO ALGODOEIRO (*GOSSYPIUM HIRSUTUM* L.) AVALIADA PELA PRODUÇÃO E DIAGNOSE FOLIAR*

F.J.A. DE SOUZA**
L.A. CRISÓSTOMO**

INTRODUÇÃO

A adubação é uma das práticas agrícolas indispensáveis ao aumento da produção das culturas estabelecidas em condições de baixa disponibilidade de nutrientes. No caso particular do fósforo, segundo JORGE (1975), ocorre que, quando aplicado ao solo, somente cerca de 20% é aproveitado pelas plantas devido a fixação. A absorção deste elemento pela maioria das plantas cultivadas não excede a 20 kg/ha de P_2O_5 , todavia é necessário adicionar 4 a 5 vezes esta quantidade para se obter boa produção.

Como as necessidades quantitativas para fósforo são inferiores aos outros macronutrientes, o seu fornecimento às plantas através da folhagem oferece alguma esperança (ASEN *et alii*, 1954) e poderia solucionar o problema da sua fixação no solo. Nos últimos anos, os estudos sobre adubação foliar foram in-

tensificados em quase todas as culturas (BOYTON, 1954), graças ao emprego de isótopos radioativos, que facilitou intensamente as pesquisas.

No caso do algodoeiro, a literatura disponível é ainda bastante escassa. MACCHIAVELLO & ESTRADA (1962) verificaram num ensaio de aplicação foliar de fertilizantes fosfatados em socas de algodão, na época da floração, usando fosfatos monopotássico e bicálcico, nas doses de 20, 30 e 50 kg/ha de P_2O_5 , que as três doses proporcionaram aumento de produção e precocidade de aproximadamente 20 dias em relação ao controle. De acordo com estudos de BURKALOV (1964), a adubação com fósforo por via foliar aumentou a atividade fotossintética e a produção de algodão em rama de 2 a 9%, dependendo do número de aplicações e concentração da solução. TOOMEY (1967) aplicou fósforo junto com inseticida em pulverizações no algodoeiro, cultivado em solo arenoso. Os resultados obtidos demonstraram que houve maior fixação dos botões florais durante a seca, maturação mais precoce dos frutos e maior produção do que a testemunha.

SILVA (1969) relata os resultados de estudo comparativo da adubação foliar com a convencional do algodoeiro. O produto Fertilim, adubo misto (N, P,

* Parte da Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia Agrícola e Edafologia da Universidade Federal do Ceará, pelo primeiro autor, para obtenção do Grau de "Mestre em Ciência do Solo".

** Técnico da EMATER-RN e Prof. Adjunto do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, respectivamente.

K, Ca e Mg) foi usado em pulverizações, nos três primeiros meses do ciclo das plantas. A produção média de três ensaios não indicou efeito do Fertilim na produção. Resultados semelhantes foram obtidos por BUENDIA (1969) e BUENDIA & NEPTUNE (1971), testando quatro níveis de N, P e K, isoladamente (uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio), aplicados por via foliar aos 51, 76 e 97 dias após a germinação.

A diagnose foliar é uma técnica nova no Brasil, datando de 1954 o seu início no Instituto Agrônomo de Campinas (GALLO, 1961). Dados de estudo com várias culturas envolvendo análise foliar já existem no Estado de São Paulo, destacando-se cana-de-açúcar, batata, milho, citros e café (SALLES JÚNIOR, 1970). Quanto ao algodoeiro, as pesquisas sobre o assunto são também escassas.

Estudos da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro foram realizados por MELLO (1958) e MELLO *et alii* (1970), em amostras provenientes de ensaio fatorial NPK "3x3x3", conduzido em solos pobres em K e bem suprido de N e P. Os resultados das análises dos limbos de folhas localizadas em ramos produtivos situados no terço médio das plantas e de folhas nascidas diretamente do caule e coletadas no início da floração e do aparecimento das primeiras maçãs revelaram a existência de correlações significativas entre os teores de K e a produção de algodão em caroço. Resultados semelhantes foram obtidos por MELLO *et alii* (1959), para os pecíolos.

BUENDIA (1969) e BUENDIA & NEPTUNE (1971) analisaram pecíolos dos mesmos tipos de folhas estudados por MELLO (1958), coletadas aos 86 e 116 dias após a germinação, em um experimento de adubação foliar NPK. Estes autores encontraram relação estreita entre a produção e os teores de fósforo e potássio. Maior sensibilidade do pecíolo em relação ao limbo para determinação de potássio foi observado por SILVA *et alii* (1971), em folhas coletadas no período de máximo desenvolvi-

mento do algodoeiro adubado com dois níveis de fósforo (45 e 90 kg/ha de P_2O_5), quatro de potássio (40, 80, 120 e 160 kg/ha de K_2O) e dose única de nitrogênio (30 kg/ha de N). HIROCE *et alii* (1976), relatando os resultados de 13 ensaios de adubação NK num esquema fatorial 3x4, confirmam a maior sensibilidade dos pecíolos na diagnose da nutrição potássica e também nitrogenada.

Levando em conta os poucos dados disponíveis no Brasil sobre adubação foliar do algodoeiro e diagnose foliar, foi conduzido o presente trabalho visando aos seguintes objetivos:

- a) Comparar o efeito da adubação foliar fosfatada com a tradicional no aumento da produção.
- b) Avaliar o efeito da adubação fosfatada pela diagnose foliar.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado no presente trabalho foi um Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abrupático plintico, com proeminente textura arenosa/média (JACOMINE *et alii*, 1973), encontrado na Fazenda Raposa, Município de Maranguape, Ceará, Brasil.

Amostras do solo foram retiradas da camada arável (0-25 cm) e transferidas para casa de vegetação, onde foram secas em estufa a 40°C. Posteriormente, o solo foi destorroado e peneirado, usando-se tamis de 3 mm de abertura de malha. A análise efetuada sobre uma amostra do mesmo revelou os seguintes resultados: pH, 5, 1; P, 2,5 ppm; K, 97 ppm; Ca + Mg; 5,0 mE/100g; H + A1, 3,13 mE/100g e 0,13 mE/100g de A1.

Instalação e condução do experimento

Calcário dolomítico na base de 1 ton/ha foi misturado mecanicamente com o solo visando neutralizar o alumínio trocável. Porções de 10 kg do solo tratado com calcário foram transferidas para vasos de polietileno e irrigadas com

água comum. Após um período de incubação de 15 dias, mantendo-se a umidade próxima à capacidade de campo, procedeu-se em cada vaso a sementeira de 7 sementes de algodão herbáceo, cultivar SU-0450/8909. As sementes foram previamente tratadas com ácido sulfúrico concentrado (PONTE, 1960). Uma adubação básica com 20 e 60 kg/ha de N e K_2O , respectivamente, foi realizada, logo após o plantio, e 30 dias depois procedeu-se a adição de mais 30 kg/ha de N.

Quatro doses de fósforo (30, 60, 90 e 120 kg/ha de P_2O_5) e três métodos de aplicação do referido elemento (M_1 , todo ao solo; M_2 , 1/2 ao solo + 1/2 nas folhas e M_3 , 1/4 ao solo + 3/4 nas folhas) foram testados. Os 12 tratamentos com fósforo mais um controle foram distribuídos em blocos ao acaso com três repetições. Como fontes de fósforo foram usados superfosfatos simples aplicados ao solo juntamente com os adubos nitrogenado e potássico e ácido ortofosfórico por via foliar. Um total de oito pulverizações iguais foram realizadas em intervalos semanais iniciando-se 44 dias após a germinação. A aplicação do fertilizante fosfatado por via foliar seguiu o esquema contido no Quadro 1.

Foram realizadas regas diárias e os tratamentos fitossanitários necessários ao desenvolvimento normal da cultura.

O desbaste foi efetuado em duas etapas, aos 8 e 15 dias após o plantio, deixando-se duas plantas por vaso.

Coleta de folhas e análise química

A coleta das folhas foi efetuada aos 80 dias após a germinação adotando-se dois critérios. O primeiro consistiu em coletar na haste principal do algodoeiro a quarta folha bem formada, contada a partir do ápice (GALLO, 1961 e SILVA, 1969). O segundo em coletar folhas de ramos frutíferos, localizadas na axila de uma flor ou de uma maçã em formação (MELLO, 1958). Foram colhidas 18 folhas por parcela, sendo 6 de haste principal, coletadas ao acaso, e 12 de ramos

produtivos, coletadas 1 de cada planta.

Os limbos foliares destacados dos pecíolos foram lavados com água destilada, enxugados com papel de filtro, acondicionados em sacos de papel e postos para secar em estufa a 65°C até peso constante. Em seguida, procedeu-se a digestão nitro-perclórica de 0,5 g do material triturado em moinho, e no estrato determinou-se o fósforo, pelo método vanadato-molibdato amarelo, descrito por CHAPMAN & PRATT (1961).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios da produção de algodão em rama e dos teores de fósforo dos limbos das folhas da haste principal e dos ramos frutíferos, bem como os quadrados médios das análises de variância, encontram-se nos Quadros 2 e 3, respectivamente.

Produção de algodão em rama

O exame dos dados (Quadro 2) mostrou que a adubação fosfatada, independentemente dos métodos usados, incrementou o rendimento de algodão em caroço, exceto no método M_2 , onde a dose 4 produziu menos do que a imediatamente inferior. Os aumentos médios de produção nos métodos M_1 , M_2 e M_3 foram de 345, 361 e 328%, respectivamente, em relação ao controle.

Os quadrados médios (Quadro 3) mostram, além de significância estatística entre tratamentos, que a aplicação do fósforo tanto nas folhas como ao solo foi altamente significativa, bem como a diferença entre dose da aplicação por via foliar. A interação folhas x solo não significativa evidencia que não houve diferença estatística na produção de algodão em caroço nos três métodos estudados. Resultados semelhantes foram obtidos por MACCHIAVELLO & ESTRADA (1962), BURKALOV (1964), TOOMEY (1967). Por outro lado, SILVA (1969), BUENDIA (1969) e BUENDIA & NEPTUNE (1971), não en-

contraram aumento significativo na produção com aplicação de fertilizantes por via foliar.

Diagnose Foliar

Analisando os resultados médios obtidos (Quadro 2), observa-se que os tratamentos relacionados com a aplicação total do fósforo no solo, os teores deste elemento nos limbos colhidos da haste principal mostraram-se ligeiramente inferiores aos valores determinados nos limbos dos ramos frutíferos.

Os quadrados médios (Quadro 3) mostraram para ambos os tipos de folhas diferença significativa no teor de fósforo do limbo, ao nível de 1%, somente para aplicação do adubo fosfatado através das folhas, como, também, entre doses e métodos de aplicação por via foliar. Estes resultados diferem dos encontrados por MELLO (1958), MELLO *et alii* (1970), bem como, de MELLO *et alii* (1959), BUENDIA (1969) e BUENDIA & NEPTUNE (1971), em pecíolos de folhas produtivas e não produtivas.

Confrontando os teores de fósforo das folhas com os dados de produção, encontraram-se os seguintes coeficientes de correlação:

- Folhas de haste principal:
 $r = 0,88^{**}$
- Folhas de ramos frutíferos:
 $r = 0,96^{**}$

Verificaram-se, portanto, correlações significativas entre os teores de fósforo de ambos os tipos de folhas e a produção de algodão em caroço, concordando assim com BUENDIA (1969) e BUENDIA & NEPTUNE (1971). Entretanto, MELLO (1958), MELLO *et alii* (1959) e MELLO *et alii* (1970), constataram em experimento fatorial NPK "3x3x3" cor-

relação significativa da produção somente com os teores de potássio da folha, como também SILVA *et alii* (1971), num ensaio fatorial PK, 2x4.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que:

Os métodos de aplicação de fósforo não exerceram efeitos significativos na produção.

A adubação fosfatada por via foliar aumentou o suprimento de fósforo dos limbos das folhas estudadas.

Foi obtida correlação significativa entre a produção e os teores de fósforo dos limbos das folhas da haste principal ($r = 0,88^{**}$) e dos ramos frutíferos ($r = 0,96^{**}$).

SUMMARY

The effects of phosphorus application by foliar spraying or by soil fertilization on cotton plants were investigated in order to observe its influence on cotton production and phosphorus content of the leaves.

The experiment was conducted in greenhouse using four phosphorus levels and three methods of fertilizer application, on soil of low fertility. Twelve treatments were distributed in a randomized blocks design, with three replications. Simple superphosphate and orthophosphoric acid solutions were used as phosphorus sources.

The phosphorus content of the leaves was higher on plants where phosphorus was sprayed than those where the fertilizer was applied to the soil.

The content of phosphorus in the leaves was highly correlated with cotton production.

There was no statistical difference between the three application methods and the cotton production.

QUADRO I

Quantidade de adubos aplicados ao solo e por via foliar, concentração e volumes das soluções por parcela e aplicação.

Tratamento	P ₂ O ₅ /ha (kg)	Sup. simples p/ parcela (g)	H ₃ PO ₄ p/ parcela (ml)	Concentração da solução em H ₃ PO ₄ (%)	Volume de solução aplicada p/parcela (ml)	Vol. de solução p/aplicação (ml)
Controle	0	0,00	—	—	—	—
P ₁ M ₁	30	18,00	—	—	—	—
P ₂ M ₁	60	36,00	—	—	—	—
P ₃ M ₁	90	54,00	—	—	—	—
P ₄ M ₁	120	72,00	—	—	—	—
P ₁ M ₂	30	9,00	1,710	0,150	1140	142,5
P ₂ M ₂	60	18,00	3,420	0,300	1140	142,5
P ₃ M ₂	90	27,00	5,130	0,450	1140	142,5
P ₄ M ₂	120	36,00	6,840	0,600	1140	142,5
P ₁ M ₃	30	4,50	2,565	0,225	1140	142,5
P ₂ M ₃	60	9,00	5,130	0,450	1140	142,5
P ₃ M ₃	90	13,50	7,895	0,675	1140	142,5
P ₄ M ₃	120	18,00	10,260	0,900	1140	142,5

QUADRO 2

Resultados médios da produção de algodão em rama (g/parcela) e dos teores de fósforo dos límbos de folhas da haste principal e de ramos frutíferos

Tratamento	Produção	P%	
		Haste Principal	Ramos Frutíferos
Controle	42	0,074	0,158
P ₁ M ₁	155	0,157	0,245
P ₂ M ₁	186	0,163	0,208
P ₃ M ₁	192	0,128	0,189
P ₄ M ₁	215	0,201	0,237
P ₁ M ₂	144	0,284	0,195
P ₂ M ₂	194	0,285	0,265
P ₃ M ₂	227	0,399	0,337
P ₄ M ₂	209	0,511	0,365
P ₁ M ₃	137	0,255	0,224
P ₂ M ₃	181	0,399	0,345
P ₃ M ₃	193	0,547	0,413
P ₄ M ₃	208	0,651	0,458

QUADRO 3

Quadrados médios da análise de variância da produção de algodão em rama e dos teores de fósforo dos limbos de folhas da haste principal e de ramos frutíferos

Causas de variação	Produção	P%	
		Haste Principal	Ramos Frutíferos
Nas folhas	3.028,95 **	0,061 **	0,025 **
Doses	6.398,11 **	0,115 **	0,047 **
Métodos	1.120,67 NS	0,052 **	0,029 **
D x M	295,89 NS	0,010 NS	0,001 NS
No solo	1.871,67 **	0,003 NS	0,002 NS
Folhas x Solo	0,23 NS	0,517 **	0,089 **
Tratamentos	2.438,00 **	0,087 **	0,025 **
Blocos			
Resíduo	320,93	0,004	0,002
	CV = 9,6%	CV = 19,1%	CV = 15,4%

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

NS — Não significativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASEN, S.; WITWER, S. H. & TEUBNER, F. G. — Factors affecting the accumulation of foliar applied phosphorus in roots of *Chrysanthemum morifolium*. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 64: 417-22, 1954.
- BOYTON, D. — Nutrition by foliar application. *Amm. rev. plant. physiol.*, 5: 31-54, 1954.
- BUENDIA, J. P. L. — Adubação foliar do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L., var. IAC 12) com nitrogênio, fósforo e potássio. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1969. 94 fl. (Tese de M.S.).
- & NEPTUNE, A.M.L. — Adubação foliar do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L., var. IAC 12) com nitrogênio, fósforo e potássio avaliado pela produção e diagnose foliar. In *Anais da Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"*, 28: 5-30, 1971.
- BURKALOV, N. — Cotton leaf dressing with phosphorus. *Rastemievadmi Nauki*, Sofia, 7: 41-49, 1964.
- CHAPMAN, H.D. & PRATT, P.F. — *Methods of analysis for soils, plants and waters*. University of California, Division of Agriculture Sciences. 150 — 74 p., 1961.
- GALLO, J.R. — *A análise foliar aplicada às culturas econômicas do Estado de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônomo, 1961. 15 fl. (mimeografado).
- HIROCE, R.; SILVA, N.M.; NEGAI, V.; BATAGLIA, O.C. & GALLO, J.R. — Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica do algodoeiro. (*Gossypium hirsutum* IAC 13-1) pela análise química foliar. *Ciência e Cultura*, 28 (1): 51-56, jan., 1976.
- JACOMINE, P.K.T.; ALMEIDA, J.C. & MEDEIROS, L.A.R. — *Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará*. DNPEA: Div. Pesq. Pedológica, 1973. V. 2, Série Pedologia, n. 16, 502 p.
- JORGE, J.A. — Fósforo. In *Elementos de pedologia*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975, p. 191-7.
- MACHIAVELLO, J.V. & ESTRADA, A.J. — Ensayo de aplicación foliar de fertilizantes fosforados en socas de algodón. *Agronomía. La Molina*, 29 (1): 36-7, 1962.
- MELLO, F.A.F. — Contribuição ao estudo da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro *Gossypium hirsutum* L., var. IAC-817. Piracicaba, "ESALQ", 1958. 57 fl. (Tese de doutoramento).
- , COURY, T.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. & MALAVOLTA, E. Contribuição ao estudo da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro. *Fertilidade* 9:3-10 jan./fev., 1970.
- , BRASIL SOBRINHO, M.O.C. & HAAG, H. P. Contribuição ao estudo da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L., var. IAC — 817. Separata de An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 16: 123-33, 1959.
- PONTE, J.J. — Influência do ácido sulfúrico concentrado (densidade 1,81, sobre a germinação das sementes do algodão mocó, *Gossypium hirsutum marie galante* Hutch, *Bol. Soc. Cear. Agron.*, Fortaleza, 1, 67-72, jun. 1960.
- SALLES JÚNIOR, J. — Análise foliar baixa o custo da adubação. In *Cerrado* 2 (9): 4-7, 1970.

SILVA, N.M. — Estudo comparativo da adubação foliar com a convencional do algodoeiro. *Bragantia* 28 (5): 47-64, 1969.

———, HIROCE, R. & FUZATTO, M.G. — Efeito da adubação sobre o desenvolvimento e a produção de duas variedades paulistas de algodoeiro,

em latossolo roxo intensamente cultivado. Campinas, Instituto Agronômico, 1971, p. 8 (Projeto BNDE/ANDA/CIA. Publicação, 5).

TOOMEY, W.C. — The troubleshooter. Cotton. Meister Publishing Corp, Willough, Ohio, 3 (1): 28, 1967.