

Contribuição ao estudo da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L., var. I. A. C. 817) II.

FRANCISCO DE A. F. DE MELLO

MOACYR DE O. C. DO BRASIL SOBR<sup>o</sup>

HENRIQUE PAULO HAAG

E. S. A. "Luiz de Queiroz"

## 1. INTRODUÇÃO.

Para fornecer uma contribuição ao estudo da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro, foi instalado um ensaio fatorial NPK em condições de campo. Fôlhas previamente selecionadas foram colhidas e os seus limbos analisados quimicamente, tendo-se observado correlações muito estreitas entre os seus teores em K e as produções de algodão em carôço (MELLO, 1958). A fim de se conhecer o comportamento dos pecíolos frente à diagnose foliar eles foram também analisados. Os resultados são apresentados no presente trabalho.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA.

A literatura sôbre o assunto, bastante escassa, foi resumida recentemente por MELLO (1958). Junta-se a ela o trabalho de MELLO e colaboradores (1959).

## 3. MATERIAL E MÉTODOS.

Este capítulo já foi descrito com detalhes em trabalho anterior (MELLO, 1958). Contudo, o essencial para a bôa compreensão dêste será resumido a seguir.

### 3.1. *Característica do ensaio*

O experimento foi conduzido numa área do campo experimental da Secção Técnica "Química Agrícola", da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, cujo solo, arenoso e profundo (RANZANI, 1956) foi por nós analisado revelando-se pobre em K e bem suprido com N e P.

O delineamento experimental foi o fatorial NPK  $3 \times 3 \times 3$ , com sub-blocos incompletos com confundimento. Os tratamentos, em número de 27, foram feitos em duplicata (Blocos A e B). Portanto, ao todo, o ensaio constou de 54 canteiros de  $4,5 \times 10$  m. O espaçamento usado foi de  $0,9 \times 0,2$  m e o algodoeiro o *Gossypium hirsutum* L., var. IAC 817.

Os adubos empregados foram o salitre do Chile, superfosfato simples e sulfato de potássio nas proporções indicadas no Quadro I.

## ADUBOS E QUANTIDADES APLICADAS

Adubo empregado	Nível	Elemento kg/ha
Salitre do Chile (15,5% N)* . . . .	0	0 de N
Salitre do Chile (15,5% N) . . . .	1	50 de N
Salitre do Chile (15,5% N) . . . .	2	100 de N
Superfosfato (18-20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . .	0	0 de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Superfosfato (18-20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . .	1	75 de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Superfosfato (18-20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . .	2	150 de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Sulfato de potássio (48-50% K <sub>2</sub> O) . . . .	0	0 de K <sub>2</sub> O
Sulfato de potássio (48-50% K <sub>2</sub> O) . . . .	1	75 de K <sub>2</sub> O
Sulfato de potássio (48-50% K <sub>2</sub> O) . . . .	2	150 de K <sub>2</sub> O

(\*) Dois terços da quantidade total de salitre do Chile foram aplicados na adubação fundamental; o restante, em cobertura, cerca de 50 dias após a semeadura.

## QUADRO I

## 3.2. Coleta e preparo das folhas para diagnose.

A coleta de folhas para as análises químicas foi feita quando os algodoeiros começaram a florescer (PREVOT, 1953). Nessa ocasião, dois tipos de folhas, segundo as suas posições na planta, recém amadurecidas (PREVOT & OLLAGNIER, 1956), foram tomadas, separadamente, a saber: folhas localizadas sobre ramos produtivos situados no terço médio do algodoeiro, que chamamos "folhas produtivas" e folhas nascidas diretamente do caule, que denominamos folhas "não produtivas". Limbos e pecíolos foram separados, postos a secar em estufa a 70-80°C e moídos em um micro-moinho WILLEY com peneira de malha 30. Neste trabalho são feitas referências em relação ao pecíolo foliar.

## 3.3. Colheita.

Registrou-se neste trabalho apenas o produto colhido nas três linhas centrais de cada parcela sendo as laterais uma de cada lado, dispensadas como bordaduras.

## 3.4. Métodos químicos empregados.

O K<sup>+</sup> trocável foi extraído por percolação segundo PAIVA NETO (1942), empregando-se 10 g de terra e 100 ml de HNO<sub>3</sub>

0,05 N (CATANI e colaboradores, 1955). A dosagem foi feita pelo método de fotometria de chama, conforme adaptação de MALAVOLTA (não publicado), para o fotometro Beckman, modelo B, série 93980.

O K dos pecíolos foi extraído pelo método de TOTH e colaboradores (1948) e sua dosagem feita no espectrofotometro acima referido.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

##### 4.1. Produção.

No Quadro II apresentamos as produções de algodão em carôco obtidas por canteiro.

##### PRODUÇÃO EM kg POR CANTEIRO (3 LINHAS CENTRAIS)

Tratamento	Bloco A	Bloco B
$N_0 P_0 K_0$	1,071	0,758
$N_1 P_0 K_1$	4,895	2,812
$N_2 P_0 K_2$	4,071	3,061
$N_0 P_1 K_2$	4,678	3,316
$N_1 P_1 K_0$	3,057	1,557
$N_2 P_1 K_1$	5,949	3,545
$N_0 P_2 K_1$	4,610	3,014
$N_1 P_2 K_1$	5,578	3,238
$N_2 P_2 K_0$	2,009	1,341
$N_0 P_0 K_1$	4,458	2,183
$N_1 P_0 K_2$	4,077	3,356
$N_2 P_0 K_0$	2,826	2,745
$N_0 P_1 K_0$	2,515	1,868
$N_1 P_1 K_1$	4,001	3,492
$N_2 P_1 K_2$	5,412	3,780
$N_0 P_2 K_2$	5,025	4,125
$N_1 P_2 K_0$	2,397	1,482
$N_2 P_2 K_1$	5,719	3,305
$N_0 P_0 K_2$	3,783	3,706
$N_1 P_0 K_0$	3,675	2,850
$N_2 P_0 K_1$	3,348	3,196
$N_0 P_1 K_1$	3,708	2,661
$N_1 P_1 K_2$	4,860	3,804
$N_2 P_1 K_0$	2,533	1,426
$N_0 P_2 K_0$	2,382	1,667
$N_1 P_2 K_1$	5,108	3,126
$N_2 P_2 K_2$	4,815	3,545

QUADRO II

A análise estatística desses dados revelou um efeito da adubação potássica altamente significativo. As adubações nitrogenada e fosfatada não afetaram a produção.

A análise da variância das regressões linear e quadrática mostraram-nas significativas ao nível de 0,1%. A equação encontrada para a componente de 2º grau foi a seguinte:

$$Y = 0,000123 X^2 + 0,0315 X + 2,156$$

Por meio dessa equação calculou-se a produção máxima, 4,173 kg por parcela (correspondente a 349,36 arroba/alqueire paulista) seria obtida com a aplicação de 128,05 kg de  $K_2O$  por hectare.

A marcha da análise estatística dos dados de produção encontram-se em MELLO (1958).

#### 4.2. *Diagnose foliar.*

Na ocasião da coleta de amostras de folhas já se observavam sinais de carência de K nas plantas dos canteiros que não receberam esse elemento. Tais sintomas apareciam nas plantas mais velhas como áreas de coloração bronzeada nas proximidades das margens. Na ocasião do aparecimento das primeiras maçãs a carência era patente nesses tratamentos. As folhas mais afetadas tinham os bordos necróticos e torcidos para baixo e áreas de tecidos também mortos apareciam entre as nervuras. A partir dessa época, a medida que os algodoeiros envelheciam as folhas severamente atacadas iam caindo enquanto que os sintomas se propagavam pelas folhas situadas acima. Durante o último repasse constatou-se um número relativamente grande de maçãs que não se abriram nos canteiros que não receberam K, o que contribuiu sem dúvida para reduzir as suas produções. Os sintomas observados concordam com os descritos por CAMARGO & MARTINS (1935, cit. por ANÔNIMO, s/data), COOPER (1939, 1944) e COWIG (1951). Não foram observados sinais de carência de N nem de P.

Os teores de K encontrados nos pecíolos das folhas aparecem no Quadro III:

K% NOS PECÍOLOS DAS FÓLHAS

Tratamento	Bloco A		Bloco B	
	F. prod.	F. não prod.	F. prod.	F. não prod.
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,96	0,89	1,46	1,10
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	1,77	1,52	1,85	1,62
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,00	2,02	2,08	2,31
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2,04	1,93	1,58	1,52
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	1,62	1,21	1,27	1,10
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,98	1,85	1,75	1,39
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1,93	1,44	1,93	2,25
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2,02	2,23	1,98	2,35
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	1,50	0,67	1,08	0,81
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	1,77	1,14	1,79	1,58
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,04	1,71	1,79	2,08
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1,31	1,00	1,71	1,73
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	1,71	1,48	1,12	0,96
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,93	1,64	1,83	1,46
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1,85	2,04	1,87	1,83
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2,06	1,79	1,77	1,77
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	1,17	1,25	1,14	1,33
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1,96	2,08	1,98	2,12
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,18	1,12	1,77	1,73
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1,37	1,39	1,69	1,35
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	2,16	1,81	1,83	1,64
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,98	1,81	1,79	2,16
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1,96	1,98	1,73	1,60
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	1,64	1,39	0,94	0,79
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	1,37	0,87	1,35	0,81
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1,81	1,58	1,93	1,91
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2,04	2,16	2,08	2,16

QUADRO III

Os coeficientes de correlação entre os valores dos Quadros II e III foram calculados e aparecem no Quadro IV.

COEF. DE CORRELAÇÃO K% NOS PECIOLOS  $\times$  PRODUÇÃO

Pecíolo das fôlhas	Coef. de correlação
Produtivas .....	$r_1 = 0,72$ ***
Não produtivas .....	$r_2 = 0,60$ ***

QUADRO IV

Pelos valores expostos neste último Quadro (IV) observa-se a existência de correlações muito estreitas, acima do nível de 1% de probabilidade (SNEDECOR, cit. por GRANER, 1952), entre as percentagens de K nos pecíolos e as produções obtidas. A comparação entre esses coeficientes, feitas segundo GRANER (1952) não revelou diferença significativa.

4.3. *Teores de K nos pecíolos correspondentes à produção máxima.*

Conforme aparece em 4.1., a produção máxima de algodão em carôço, nas condições do ensaio, seria obtida com a aplicação de 128,05 kg de  $K_2O$  por hectare. Pode-se, pois, admitir que a dose de 150 kg/ha aplicada foi algo excessiva e que as plantas, nessas condições, estavam em regime de alimentação de luxo sendo os teores de K encontrados nos pecíolos superiores àqueles necessários para se obter o máximo de produção. Estes teores, correspondentes à produção máxima — níveis críticos, foram calculados aproximadamente por um processo gráfico do seguinte modo: em um sistema de coordenadas retangulares (Gráfico 1) marcaram-se sobre o eixo Y, as médias das produções dos canteiros que receberam 0, 75 e 150 kg/ha de  $K_2O$  (deduzidas do Quadro II) e a produção máxima calculada (4.1.). Sobre o eixo X colocaram-se as quantidades de  $K_2O$  correspondentes em kg por hectare.

Por meio dessas ordenadas e abcissas marcaram-se os pontos A, B, M e C e traçou-se a curva, apenas para ilustra-

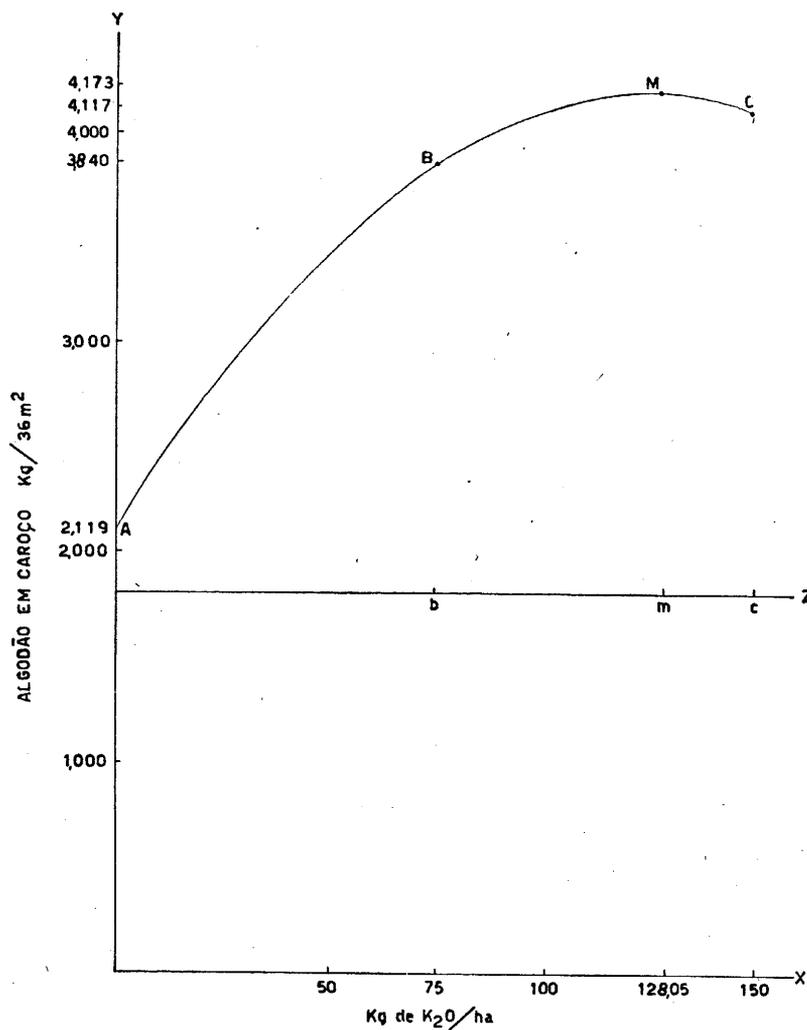


GRÁFICO 1

ção. Os pontos B, M e C foram projetados sobre o eixo Z, paralelo ao X, sendo suas projeções representadas respectivamente por *b*, *m* e *c*.

Atribuíram-se a *b* e *c* valores representados pelas médias dos teores em K dos pecíolos das folhas dos tratamentos que receberam 75 e 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O (produtivas e não produtivas, respectivamente). Esses valores médios e os correspondentes aos tratamentos que não receberam K foram calculados a partir dos dados do Quadro III. No Quadro V aparecem resumidos as médias das produções e os teores médios de K encontrados nos pecíolos.

QUANTIDADES APLICADAS DE K<sub>2</sub>O, PRODUÇÕES MÉDIAS E K% MÉDIO NOS PECÍOLOS

Quantidade aplicada de K <sub>2</sub> O em kg/ha	Produção média	Teor percentual médio de K nos pecíolos	
		F. prod.	F. não prod.
0,00	2,119	1,36	1,12
75,00	3,840	1,89 (b)	1,72 (b)
150,00	4,117	1,94 (c)	1,90 (c)
128,05	4,173	—	—

QUADRO V

Calculou-se, a seguir, o valor de *m* (percentagem de K nas folhas correspondentes à produção máxima) para cada caso, por interpolação entre dois valores correspondentes de *b* e *c*. Os resultados são apresentados no Quadro VI.

K% NO PECÍOLO CORRESPONDENTE A PRODUÇÃO MÁXIMA

Fôlhas produtivas .....	1,93
Fôlhas não produtivas .....	1,85

QUADRO VI

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES.

No presente trabalho procurou-se estudar o comportamento do pecíolo de folhas de algodoeiro frente à diagnose foliar dessa malvácea. Para isso, de um ensaio fatorial NPK  $3 \times 3 \times 3$  na ocasião do início do florescimento das plantas foram tomadas amostras de folhas, recém maduras, situadas em ramos produtivos do terço médio das plantas ("folhas produtivas" e de folhas nascidas diretamente do caule ("folhas não produtivas")). Os pecíolos foram destacados, sécos e analisados para K.

No final do ensaio notou-se uma forte reação à adubação potássica (N e P não tiveram efeito) e a existência de correlações muito estreitas entre os teores de K nos pecíolos e as produções de algodão em carôço, não havendo diferença significativa entre as correlações para pecíolos de "folhas produtivas" e de "folhas não produtivas".

Verificou-se também que, nas condições do ensaio, à produção máxima calculada (4,173 kg/parcela ou 249,36 arroba/alq. paulista que seria obtida com a aplicação de 128,05 kg/ha de  $K_2O$ ), corresponderiam os teores aproximados de 1,93 e 1,85% de K nos pecíolos das "folhas produtivas" e "não produtivas", respectivamente.

## 6. SUMMARY

This paper deal with one experiment carried out in order to study the correlation between petioles analysis and seed cotton yield.

A  $3 \times 3 \times 3$  factorial with respect to N,  $P_2O_5$  and  $K_2O$  was installed in a sandy soil with low potash content and medium amounts of total N and easily extractable P. Two kinds of petioles, newly mature were collected for analysis: those attached to fruit hearing branches, and petioles located on the stem; the first group is conventionally named "productive petioles"; The second one is called "not productive petioles". Petioles sampling was done when the first blossoms appeared.

Yield date showed a marked response to potash, both nitrogen and phosphorus having no effect. Very good correlation was found between petioles potash and yield. Both types of petioles samples were equally good indicators of the potash status of the plants.

By mathematical treatment of the date it follows that the highed yield which was possible under experimental con-

ditions, 1.562 kg of seed cotton per hectare would be reached by using 128 kg of  $K_2O$  per hectare. With this amount of potash supplied to the plants the following K levels would be expected in the petioles:

“productive petioles”                      “not productive petioles”

1,93 % K

1,85 % K

## 7. LITERATURA CITADA

- ANÔNIMO — Sem data — A adubação racional do algodoeiro no Brasil, Boletim distribuído pelo Serviço Técnico da Companhia Brasileira de Potassa e Adubos, Indústria e Comércio, São Paulo.
- CATANI, R. A., J. ROMANO GALLO & H. GARGANTINI, 1955 — Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade, Boletim n.º 69 do Instituto Agrônomo, Campinas.
- COOPER, H. P., 1939 — Nutritional deficiency symptoms in cotton, Soil Sci. Soc. Amer., Proceedings 4: 322-324.
- COOPER, H. P., 1944 — Plant-nutrient deficiency symptoms in cotton, Hunger Signs in Crops, The American Society of Agronomy and The National Fertilizer Association, Washington, D. C., 125-149.
- COWIE, G. A., 1951 — Potash, Edward Arnold & Co., London.
- GRANER, E. A., 1952 — Como aprender estatística, Biblioteca Agrônoma Melhoramentos, n.º 13, Cia. Melhoramentos de S. Paulo.
- MELLO, F. A. F., 1958 — Contribuição ao estudo da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L., var. I. A. C. 817), tese mimeografada, Piracicaba, E. S. Paulo, Brasil.
- MELLO, F. A. T., T. COURY, M. O. C. BRASIL SOBR. & E. MALAVOLTA, 1959 — Contribuição ao estudo da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L., var. I. A. C. 817). Tese aprovada no VII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Julho de 1959, Piracicaba, Brasil.
- PAIVA NETO, J. E., 1949 — Percolação ou agitação, na química dos complexos sortivos do solo, Bragantia 2 (3): 93-99.
- PREVOT, P., 1953 — Les bases du diagnostic foliaire: applications à l'arachide, Oléagineux, 8ème année, n.º 2.
- PREVOT, P. & M. OLLAGNIER, 1956 — Méthode d'utilisation du diagnostic foliaire, Analyse des Plantes et Problèmes des Fumures Minérales, Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux, Paris.
- RANZANI, G., 1956 — Levantamento da carta de solos da Seção Técnica “Química Agrícola”, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Tese, Piracicaba, E. S. Paulo, Brasil.
- TOTH, S. J., A. L. PRINCE, A. WALLACE & D. S. MIKKELSEN, 1948 — Rapid quantitative determination of eight mineral elements in plant tissue by a systematic procedure involving use of a flame photometer, Soil Sci., 66: 459-466.

