

NÍVEL CRÍTICO DE FÓSFORO EM CULTIVARES DE ALGODÃO. II.
ESCOLHA DO ÓRGÃO ADEQUADO PARA DETERMINAÇÃO DO
NÍVEL CRÍTICO

A.A. de Medeiros*

H.P. Haag**

RESUMO: Com o intuito de se obter o nível crítico de fósforo para as cultivares de ciclo anual, IAC-20, IAC-19, IAC-17 e CNPA 78/SME₄ e para as de ciclo perene CNPA 2M e CNPA 3M foi conduzido experimento em casa-de-vegetação com solução nutritiva. As plantas foram cultivadas em quatro níveis de fósforo, sendo: 1,14ppm, 3,42ppm, 10,26ppm e 30,78ppm. Em plantas com 44 dias, 59 dias e 74 dias foi coletada a 5^a folha situada no caule principal, a partir do ápice, e dividida em limbo, o pecíolo para a determinação de fósforo. Os níveis críticos internos de fósforo no limbo e pecíolo que correspondem à produção máxima de matéria seca em cada cultivar, foram determinados. Os autores concluem: - O limbo e/ou o pecíolo são adequados para a determinação do nível crítico de fósforo de todas as cultivares.

Termos para indexação: algodão, cultivares, nível crítico, fósforo.

* Pesquisador - Empresa de Pesquisa do Rio Grande do Norte (EMPARN). Natal-RN.

** Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP.

CRITICAL PHOSPHORUS LEVEL IN COTTON PLANTS. II. CHOICE OF THE BEST ORGAN FOR CRITICAL LEVEL

ABSTRACT: In order to establish the critical level of phosphorus in annual varieties IAC-20, IAC-19, IAC-17, CNPA 78/SME-4 and in perennial varieties CNPA 2M and CNPA 3M young cotton plants were grown in nutrient solutions containing the following phosphorus concentrations: 0.38ppm, 1.14ppm, 3.42ppm, 10.26ppm and 30.78ppm. The solutions were replaced every seven days. From plants at the age of 44 days, 59 days and 74 days, the 5th leaf from the apex of the plants were collected and separated into petioles and leave blades and the phosphorus content was determined. The authors concluded: - The petioles or leave blades are adequate for the determination of the critical level of phosphorus.

Index terms: Cotton, varieties, critical level, phosphorus.

INTRODUÇÃO

No programa de avaliação de cultivares conduzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e instituições de pesquisa estaduais no Nordeste, várias cultivares são selecionadas visando solucionar de imediato alguns aspectos que estrangulam a produção como o zoneamento agroclimático para a cultura do algodão no Nordeste. Porém pouco tem sido estudado com respeito à adubação e à nutrição mineral.

Em algodoeiro são atribuídas a JOHAN (1951) as primeiras tentativas para identificar a parte da planta que reflete melhor seu estado nutricional. O autor, após testar várias partes da planta, verificou que a concentração do nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio determinada no pecíolo da terceira e quarta

folha do caule principal, amostrada aos 90 dias após o plantio reflete melhor a disponibilidade dos nutrientes no substrato.

No Brasil, MELLO *et alii* (1960) estudaram em ensaio fatorial N:P:K, instalado em areia quartzosa, o efeito da adubação na concentração foliar de nitrogênio, fósforo e potássio e a produção. Os autores coletaram folhas recém-maduras no início da floração e frutificação, localizadas no caule e ramos produtivos, e concluíram que o limbo das folhas mostra a necessidade de nitrogênio e potássio.

CORDEIRO E CARVAJAL (1968) por sua vez recomendam o pecíolo da segunda folha, a partir do ápice no caule principal, que indica a necessidade de nitrogênio e fósforo no algodoeiro. Segundo os autores há uma correlação linear positiva entre a quantidade de fósforo que se aplica no solo e a concentração de fósforo no pecíolo das folhas do algodoeiro. A variação cíclica da concentração de fósforo indicada pela análise do pecíolo, corresponde em média 776ppm, 510ppm, 430ppm e 910ppm nas amostras coletadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura.

O presente trabalho teve por finalidade determinar entre as cultivares perenes (CNPA 2M e CNPA 3M, e os anuais IAC-17, IAC-19, IAC-20 e CNPA 78/SME₄, no seguinte aspecto:

- 1) Escolha entre o limbo e o pecíolo para a determinação do nível interno de fósforo.
- 2) Época mais apropriada para coleta e análise das folhas.
- 3) Nível crítico interno de fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

As cultivares IAC-17, IAC-19, IAC-20, CNPA-78 SME₄, CNPA 2M, CNPA 3M, estudadas estão entre as

incluídas nos ensaios que são conduzidos pelo Centro Nacional de Pesquisas que são implantados em rede de experimentos a nível nacional e regional.

As sementes das cultivares foram colocadas em bandejas com areia lavada e peneirada e postas para germinar à luz, temperatura e umidade ambiente. Periodicamente as bandejas eram umedecidas com água destilada a fim de manter umidade suficiente à germinação. Doze dias após a sementeira, as germinadas foram transferidas para bandejas de plástico, dimensão 17x36x56cm, revestidas externamente com plástico preto para evitar a penetração da luz, contendo a solução de SARRUGE (1970) diluída a 1/5 da concentração original e arejadas por microcompressores. Em cada bandeja foram colocadas dezesseis plântulas, correspondendo igualmente a dois cultivares por bandeja. As plantas permaneceram por dez dias na solução diluída para estabelecer boa uniformidade entre as mudas. A partir deste período foram eliminadas quatro plantas por cultivar e fornecidas a cada bandeja as soluções nutritivas com os seguintes níveis de fósforo: P₁ 0,38ppm; P₂ 1,14ppm; P₃ 3,42ppm; P₄ 10,26ppm, P₅ 30,78ppm. As soluções foram renovadas quinzenalmente.

Durante o ensaio foram coletadas a quinta folha no caule principal, a partir do ápice, seguindo as recomendações de HIROCE *et alii* (1976) em três épocas do desenvolvimento das plantas. As folhas foram coletadas no período matinal e nesta ocasião foram lavadas em água natural e destilada. O limbo e pecíolo foram separados, colocados em sacos de papel e postos na estufa à 70°C até atingir o peso constante.

Por ocasião das coletas das folhas, as plantas apresentavam os seguintes estádios de desenvolvimento:

- 1^a coleta - Época 1: 44 dias - botão floral;
- 2^a coleta - Época 2: 59 dias - flor;
- 3^a coleta - Época 3: 74 dias - fruto maduro.

Os cultivares perenes não chegaram a emitir botão

floral, mas os períodos das coletas das folhas permaneceram os mesmos.

A determinação de fósforo contido no limbo e pecíolo foi feita seguindo as recomendações contidas em SARRUGE e HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concentração de fósforo no pecíolo e limbo das folhas da concentração de fósforo na solução nutritiva

Nas Tabelas 1 e 2 verifica-se que as concentrações do fósforo no limbo são superiores as determinadas no pecíolo, o que concorda com os dados de SAMUEL *et alii* (1959). Comparando-se os dados das concentrações de fósforo no limbo e no pecíolo, vê-se que os teores de fósforo nas cultivares perenes são superiores aos observados nas cultivares de ciclo anual. Este fato é justificado pelo período do crescimento vegetativo mais prolongado das cultivares perenes. No algodoeiro a absorção de fósforo, segundo ERGLE e EATON (1957), é contínua durante o período do desenvolvimento da planta, mas a maior parte do absorvido é translocado para os órgãos reprodutivos. No ensaio verificou-se que a partir da segunda coleta das folhas, as cultivares de ciclo anual emitiram flores e frutos, enquanto as cultivares perenes não emitiram botões florais durante o período da condução do ensaio, o que justifica a maior concentração percentual de fósforo nas folhas destes cultivares.

Pelos dados das Tabelas 1 e 2 verifica-se que as concentrações de fósforo no limbo e no pecíolo são menores nas plantas cultivadas com 1,14ppm de fósforo na solução nutritiva. As plantas cultivadas nesta concentração de fósforo apresentaram um crescimento menor do que o observado nas plantas das outras concentrações maiores de fósforo na solução nutritiva. A partir da segunda época da coleta das folhas, observou-se nas plantas, independente das cultivares, sintomas

Tabela 1. Concentração de fósforo, em porcentagem, no limbo de acordo com a época da coleta das folhas em soluções nutritivas, com diferentes níveis de fósforo. Média de 4 repetições

Cultivar		Soluções nutritivas com			
		1,14ppm de P	3,42ppm de P	10,26ppm de P	30,78ppm de P
		----- Concentração de P (%) no limbo -----			
IAC-20	E ₁	0,12	0,21	0,40	0,44
	E ₂	0,06	0,14	0,25	0,40
	E ₃	0,07	0,14	0,23	0,31
CNPA 78/SME-4	E ₁	0,09	0,16	0,40	0,42
	E ₂	0,07	0,14	0,26	0,42
	E ₃	0,08	0,15	0,22	0,42
IAC-17	E ₁	0,11	0,19	0,39	0,40
	E ₂	0,06	0,17	0,25	0,43
	E ₃	0,07	0,16	0,21	0,35
IAC-19	E ₁	0,14	0,20	0,36	0,44
	E ₂	0,05	0,14	0,22	0,37
	E ₃	0,07	0,16	0,17	0,21
CNPA 2M	E ₁	0,13	0,28	0,58	0,85
	E ₂	0,13	0,18	0,40	0,42
	E ₃	0,15	0,29	0,45	0,62
CNPA 3M	E ₁	0,11	0,26	0,50	0,74
	E ₂	0,17	0,24	0,41	0,44
	E ₃	0,16	0,24	0,43	0,62

E₁ = Época 1 (44 dias); E₂ = Época 2 (50 dias); E₃ = Época 3 (74 dias).

Tabela 2. Concentração de fósforo, em percentagem, no pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas e em soluções nutritivas, com diferentes níveis de fósforo. Média de 4 repetições

Cultivar		Soluções nutritivas com			
		1,14ppm de P	3,42ppm de P	10,26ppm de P	30,78ppm de P
		----- Concentração de P (%) no pecíolo-----			
IAC-20	E ₁	0,10	0,13	0,26	0,36
	E ₂	0,03	0,06	0,14	0,28
	E ₃	0,04	0,07	0,15	0,26
CNPA 78/SME-4	E ₁	0,07	0,10	0,22	0,34
	E ₂	0,04	0,07	0,12	0,30
	E ₃	0,02	0,06	0,09	0,21
IAC-17	E ₁	0,06	0,11	0,25	0,34
	E ₂	0,04	0,07	0,12	0,26
	E ₃	0,04	0,05	0,07	0,19
IAC-19	E ₁	0,08	0,12	0,24	0,32
	E ₂	0,03	0,05	0,11	0,24
	E ₃	0,01	0,05	0,06	0,08
CNPA 2M	E ₁	0,07	0,14	0,32	0,42
	E ₂	0,07	0,08	0,21	0,34
	E ₃	0,08	0,13	0,27	0,44
CNPA 3M	E ₁	0,08	0,14	0,32	0,40
	E ₂	0,09	0,10	0,17	0,32
	E ₃	0,06	0,09	0,23	0,44

E₁ = Época 1 (44 dias); E₂ = Época 2 (59 dias); E₃ = Época 3 (74 dias).

semelhantes aos descritos por ROCHA FILHO (1971) para plantas de algodoeiro deficientes de fósforo. As folhas mais velhas apresentaram, inicialmente, nos bordos e no ápice pontos cloróticos que evoluíram para o interior do limbo, tornando-se as folhas quebradiças e senescentes. As folhas mais novas mostraram-se com a coloração verde pálida e tamanho reduzido. Nesta condição as plantas das cultivares de ciclo anual emitiram flores mas não formaram frutos. Plantas de algodoeiro deficientes em fósforo apresentam uma concentração de fósforo nas folhas superior a 0,12%, valor próximo ao encontrado no limbo das folhas coletadas aos 44 dias, o que corresponde na tabela 1 a época 1.

As interpretações das análises de variância apresentadas na tabela 3, para cada época da coleta das folhas, mostra um efeito significativo para todos os fatores de causa da variação, exceção do efeito bloco, para concentração de fósforo no limbo, independente da época da coleta das folhas. Em relação aos dados do pecíolo, verifica-se que além do efeito bloco, a interação cultivar versus concentração de fósforo na solução nutritiva para os dados obtidos na primeira e segunda coleta das folhas, não foi significativa.

As regressões que identificam o comportamento da concentração de fósforo no limbo e pecíolo em relação às épocas das coletas das folhas estão apontados na Tabela 4. A partir destas análises foram construídas as Figuras de 1 a 12, as quais mostram as equações que representam a variação da concentração de fósforo em percentagem (Y), em relação à concentração de fósforo em ppm na solução nutritiva (X). O exame destas figuras revela os comportamentos distintos das cultivares. Enquanto nas cultivares perenes, as equações são do segundo grau, em qualquer época, para os dados do limbo, nas cultivares de ciclo anual, as equações são do mesmo grau nas épocas 1 e 2, respectivamente, 44 e 59 dias, exceção da cultivar IAC-20, que é semelhante aos cultivares perenes.

Tabela 3. Análise da variância da concentração de fósforo no limbo e pecíolo nas diversas épocas

Causa da variância	limbo			pecíolo			
	épocas em dias	59	74	épocas em dias	44	59	74
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cultivar	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Concentração de P	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Cultivar x concentração de P	xx	x	xx	ns	ns	ns	xx

x significativo a 5%

xx significativo a 1%

ns não significativo

Tabela 4. Regressão polinomial para a concentração de fósforo das cultivares no limbo e pecíolo das folhas de acordo com a época

Causa da variação	LAC-20		CNPA 78 SME ₀		IAC-17		LAC-19		CNPA 3M		CNPA 2M	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Época 1 (44 dias - botão floral)												
Linear	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Quadrática	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Cúbica	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Época 2 (59 dias - flor)												
Linear	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Quadrática	xx	ns	xx	ns	x	ns	x	ns	xx	ns	xx	xx
Cúbica	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Época 3 (74 dias - fruto maduro)												
Linear	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Quadrática	x	xx	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	xx	xx	xx
Cúbica	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1. limbo, 2. pecíolo
 x significativo a 5%
 xx significativo a 1%

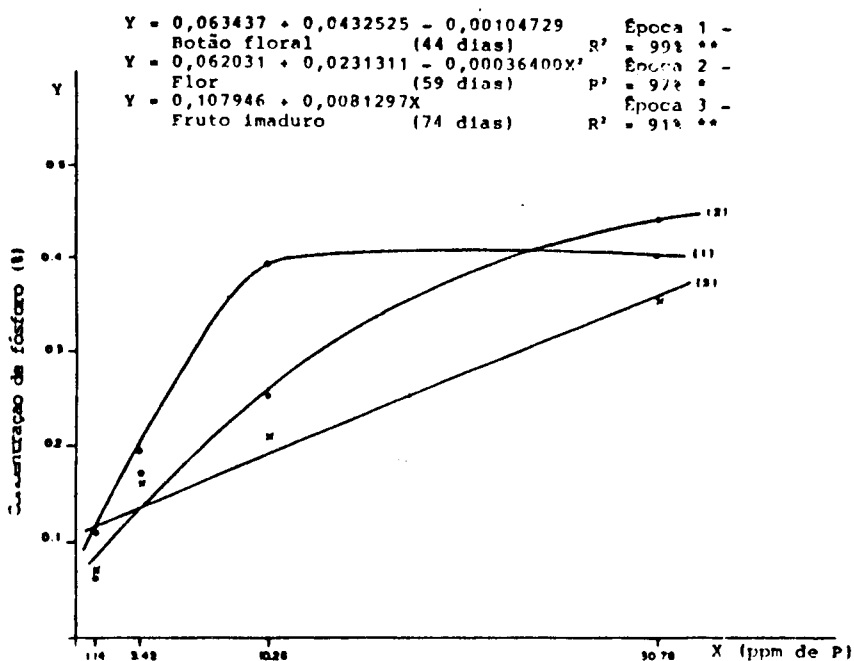


Figura 1. Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época de concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-17

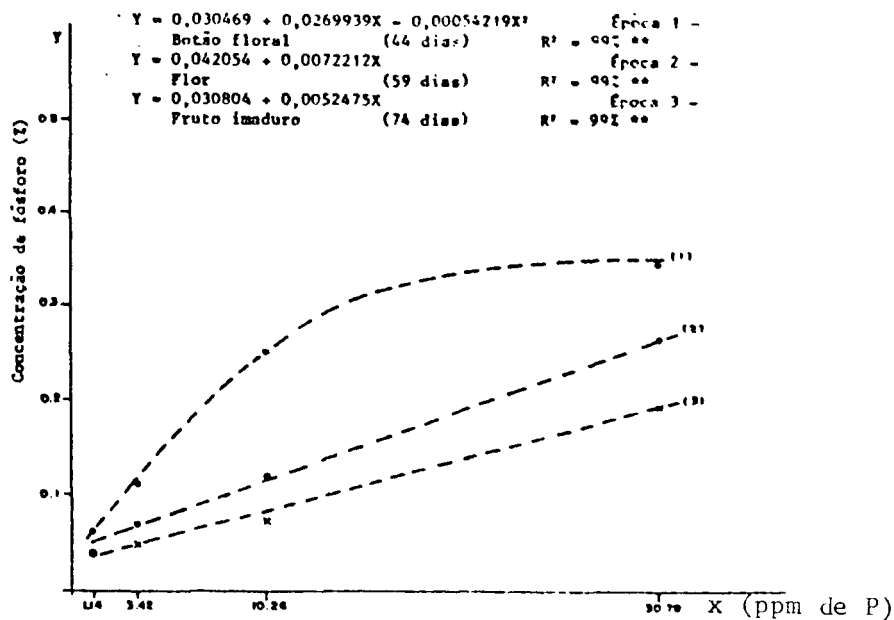


Figura 2. Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-17

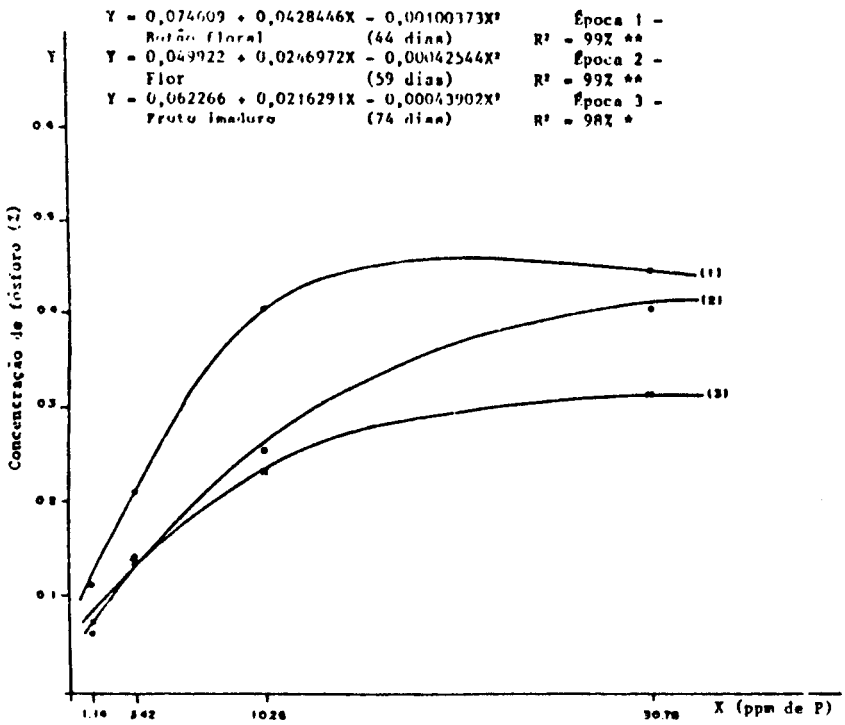


Figura 3. Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e de concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-20

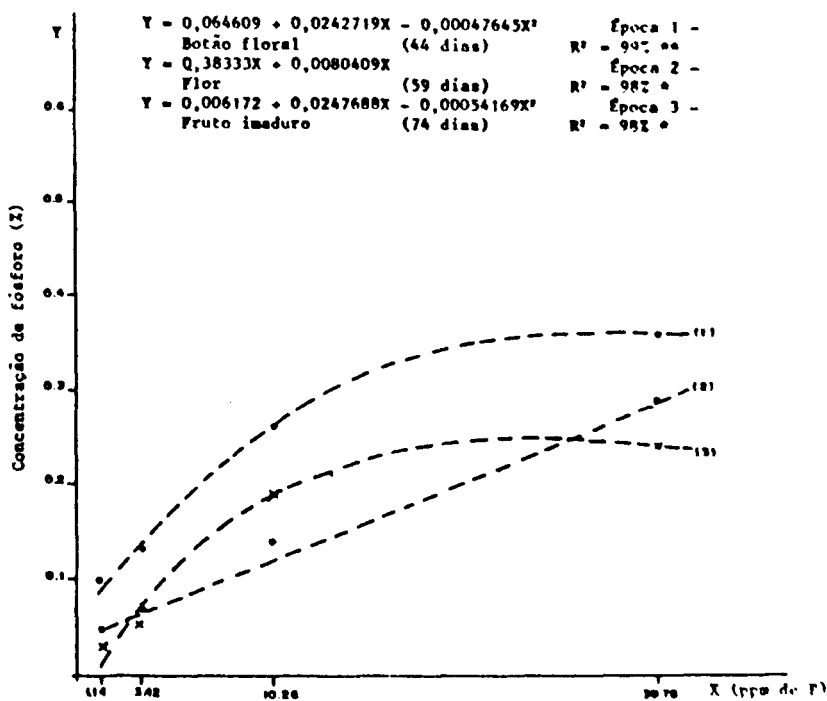


Figura 4. Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-20

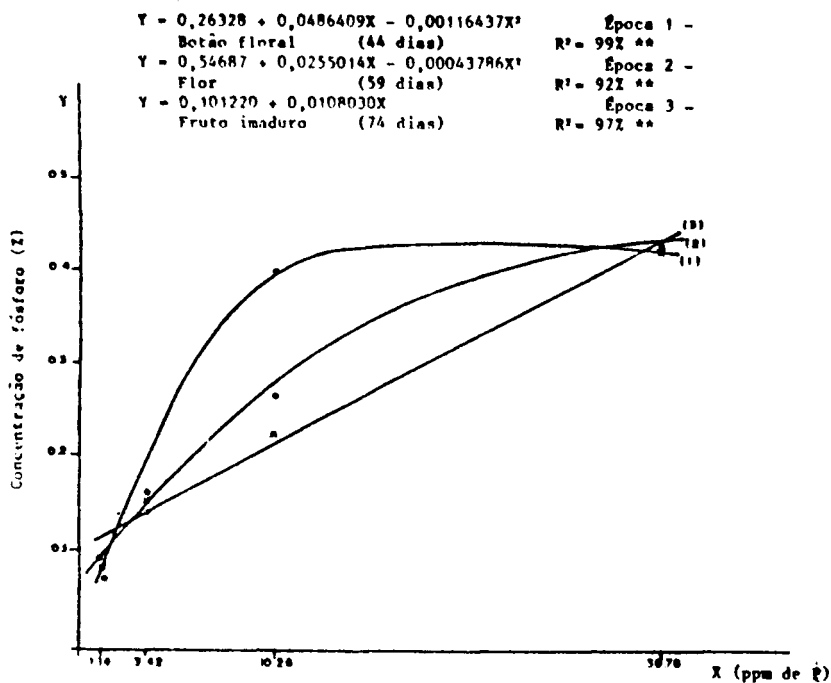


Figura 5. Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 78/SME.

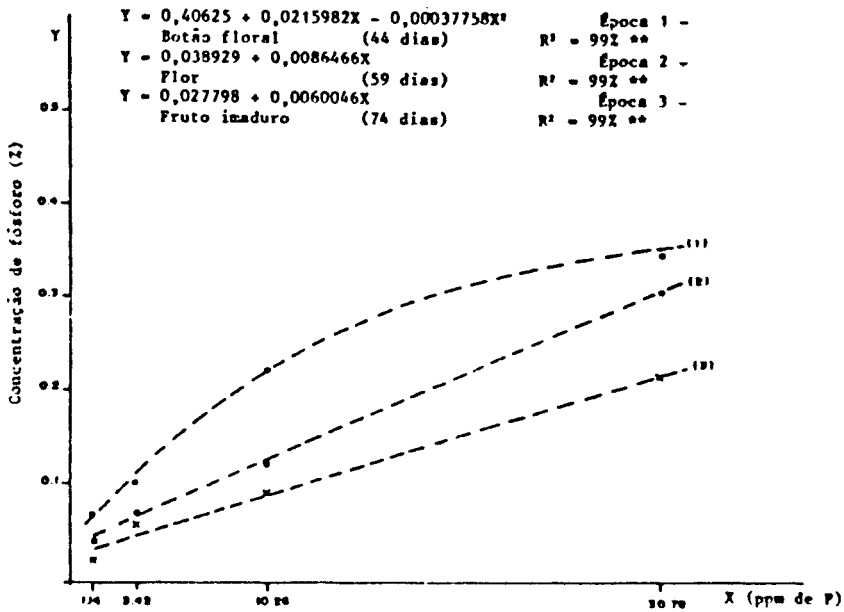


Figura 6. Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 78/SME₄.

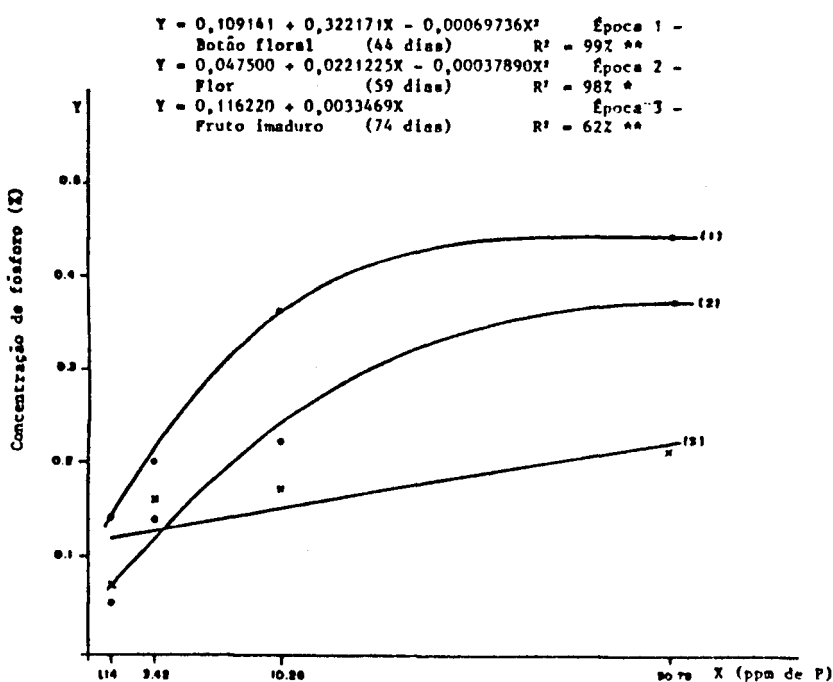


Figura 7. Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-19

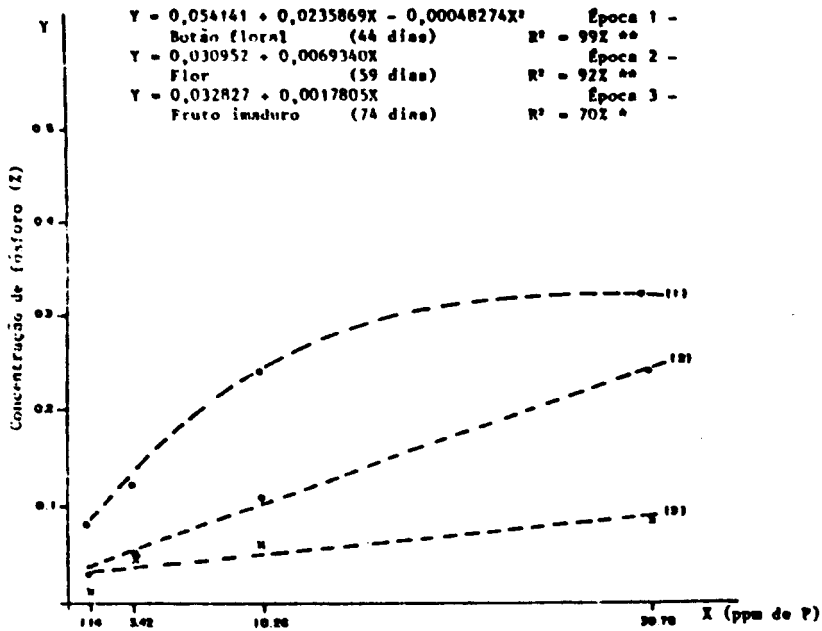


Figura 8. Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-19

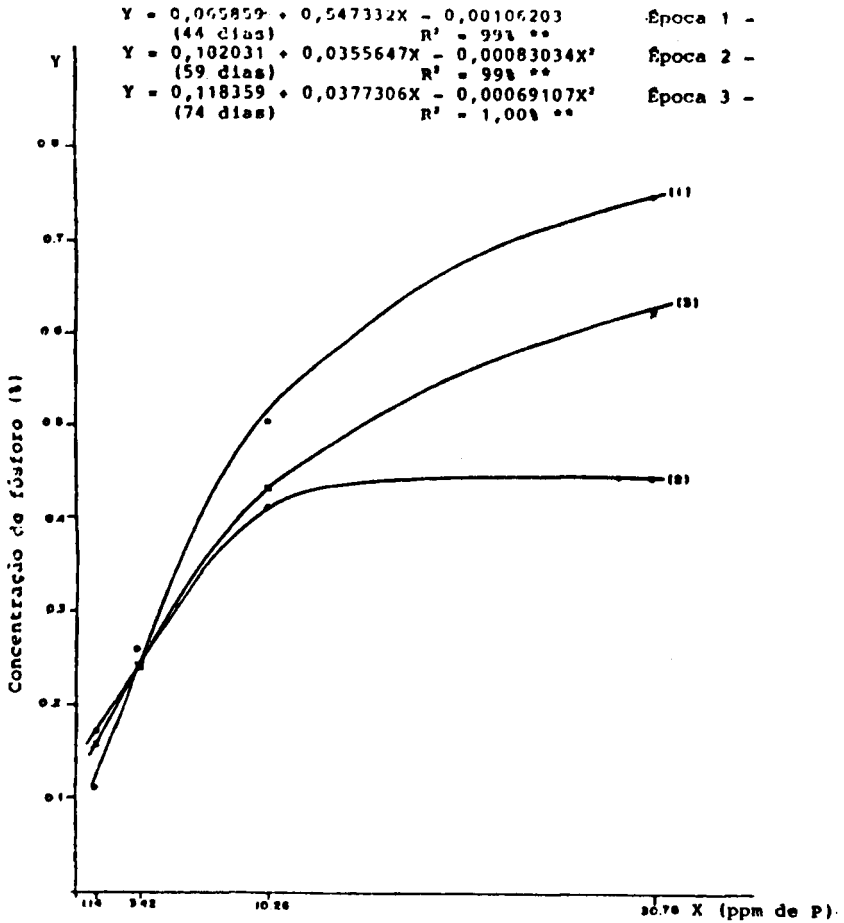


Figura 9. Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e de concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 3M

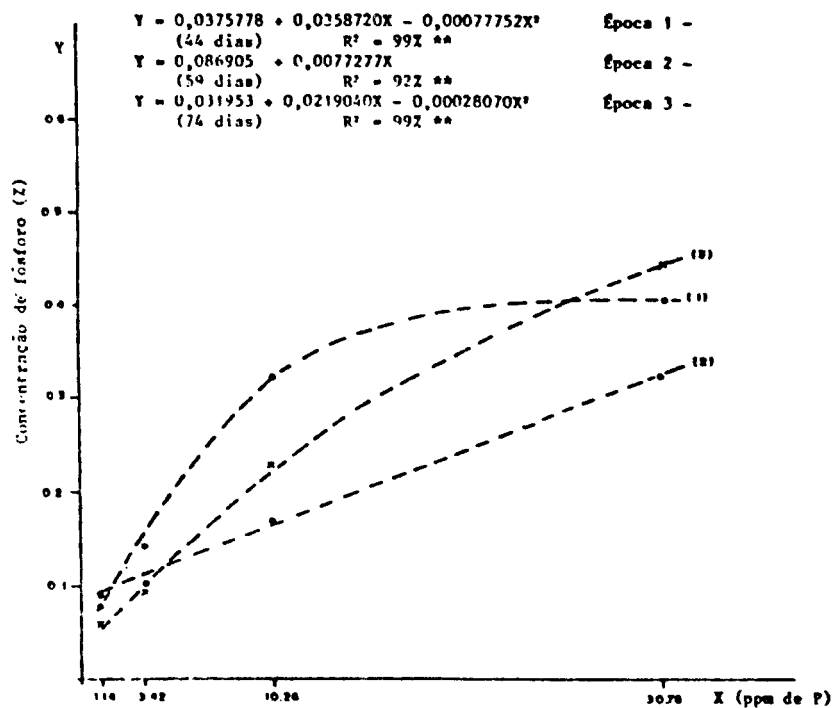


Figura 10. Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 3M

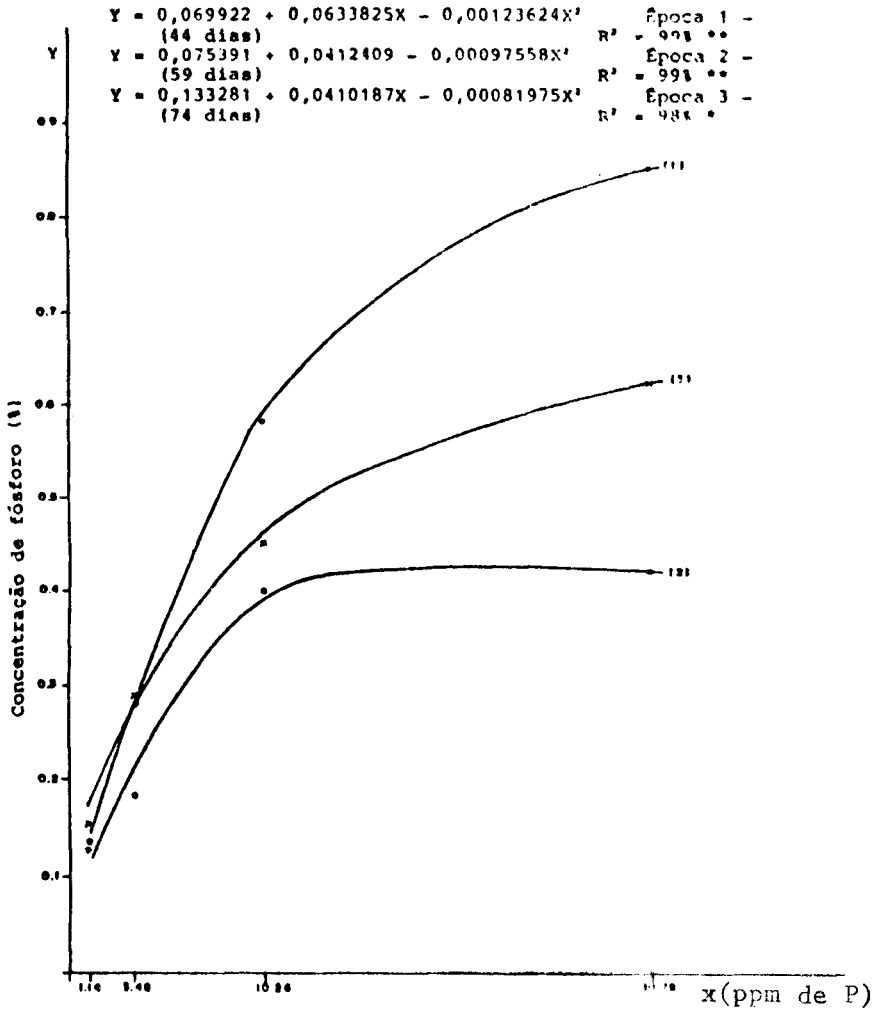


Figura 11. Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 2M

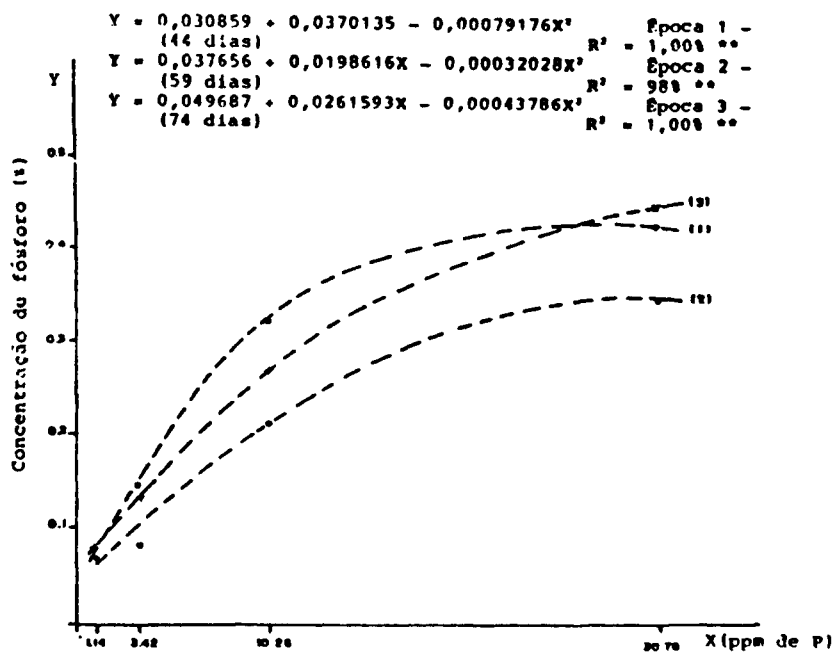


Figura 12. Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 2M

Os dados obtidos para pecíolos, também revela comportamentos distintos das cultivares. Nas cultivares de ciclo anual houve um efeito linear da concentração de fósforo no pecíolo nas épocas 2 e 3, respectivamente aos 51 e 74 dias, exceção na cultivar IAC-20 cuja equação na época 3 foi do segundo grau. Nas cultivares perenes as equações nas três épocas são do segundo grau exceto na cultivar CNPA 3M na época 2, cuja equação foi do primeiro grau.

As concentrações mais elevadas de fósforo no limbo e pecíolo foram encontradas nas plantas cultivadas na presença de 10,26 e 30,78ppm de fósforo na solução nutritiva. Os valores obtidos são superiores aos citados por SAMUELS *et alii* (1959) para o pecíolo coletado aos 45 dias e para o limbo coletado aos 45 e 73 dias após a semeadura. A variação da concentração de fósforo nas cultivares em função das épocas das coletas das folhas mostra que a partir de 10,26ppm de fósforo na solução, o decréscimo do fósforo no limbo das cultivares perenes seguindo a ordem $E_1 > E_3 > E_2$, correspondendo as folhas coletadas aos 44, 74 e 59 dias, respectivamente, enquanto no pecíolo o decréscimo ocorreu na sequência $E_3 > E_1 > E_2$, como se observa nas figuras 9 e 12. Segundo CORDEIRO e CARVAJAL (1968) no algodoeiro a variação da concentração de fósforo no pecíolo em função da época e da disponibilidade do fósforo no meio radicular é linear e decresce na sequência $E_3 > E_1 > E_2$, correspondendo aos 120, 30 e 60 dias após a semeadura. Neste aspecto as equações obtidas nas cultivares de ciclo anual nas épocas E_2 e E_3 , 44 e 59 dias, respectivamente, são lineares mas não seguem a sequência citada por CORDEIRO e CARVAJAL (1968), conforme mostram as figuras 1 a 12.

CONCLUSÃO

O limbo e/ou pecíolo são adequados para a determinação do nível crítico dos teores de fósforo em todas as cultivares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORDEIRO, A. & CARVAJAL, J.P. La fertilizacion del algodoeiro y el analisis de los peciolos. Universidade de Costa Rica. 1968. 27p. (Boletim Técnico, 1).
- ERGLE, D.R. & EATON, F.M. Aspects of phosphorus metabolism in the cotton plant. *Plant Physiology*, Lancaster, 32(2):106-13, 1957.
- HIROCE, R.; SILVA, N.M.da; MAGAI, V.; BATAGLIA, O. C.; GALLO, R. Diagnose de nutrição nitrogenada e por tássica do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* IAC 15-1) pela análise química foliar. *Ciência e Cultura*, São Paulo 28(1):51-6, 1976.
- JOHAN, H.E. The nutritional status of the cotton plant as indicated by tissue tests. *Plant Physiology*, Lancaster, 16(1):78-81, 1951.
- MELLO, F.A.F.; SOBRINHO BRASIL, M.O.C.; HAAG, H.P. & ARZOLLA, S.A. Diagnose foliar do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. IAC-817) no Brasil. *Agnos*, Lisboa, 43(4):233-9, Jul/Ag. 1960.
- ROCHA FILHO, J.V.de C. Efeitos dos sintomas de deficiência de macronutrientes no crescimento e composição do algodoeiro Mocô (*Gossypium hirsutum* L. var. Marie Galante, Hutch.). Piracicaba, 1971. 66p. (Mestre - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SAMUELS, G.; RODRIGUES, J.P.; LANDRAU, P.J. The response of cotton to fertilizers in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of Universidade of Puerto Rico*, Rio Piedras, 43(2):89-102, 1969.
- SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. *Summa Phytopathologica*, Piracicaba, 1(3):230-3, 1970.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Química, 1974. 39p.

Recebido para publicação em: 11/11/88

Aprovado para publicação em: 05/07/89