

**NIVEL CRÍTICO DE FÓSFORO EM CULTIVARES DE
ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L. VAR. LATIFOLIUM HUTCH E
Gossypium hirsutum L. VAR. MARIE GALANTE, HUTCH)**

ALDO ARNALDO DE MEDEIROS
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1987

Aos meus pais,
Severino Arnaldo de Medeiros
(in memoriam),
Maria Dantas de Medeiros,
À minha esposa,
Solange,
e ao meu filho,
Marcel,
meu oferecimento e dedicação.

AGRADECIMENTOS

- . Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag, pela orientação, incentivo e amizade durante o curso.
- . Ao Prof. Quirino A. de Camargo Carmello, do Deptº de Química Analítica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ao Engº Agrº Gabriel Abrian Farries e ao Prof. Francisco das Chagas Estevão Fonseca, do Departamento de Agropecuária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pelas sugestões e análises estatísticas.
- . Aos Professores do Curso de Solos e Nutrição de Plantas pelos conhecimentos transmitidos.
- . Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Mineral, pela amizade e convívio, especialmente à Técnica de Laboratório Lúcia Helena Spessalto Pavan, pelo serviço prestado na análise química e à funcionária Mirtes Ventura Sesso, pela ajuda na condução dos ensaios.
- . À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e à Empresa de Pesquisa do Rio Grande do Norte (EMPARN), pela oportunidade de realização do curso.
- . Ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, pela remessa das sementes (CNPQ).
- . Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela bolsa de estudo concedida no período de 1 ano.
- . À PUBLIQUE - Central de Serviços, pela produção gráfica.

ÍNDICE

	página
RESUMO	vi
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1. Cultivares	10
3.2. Local do experimento	12
3.3. Obtenção das mudas	13
3.4. Níveis de fósforo utilizados	13
3.5. Coleta das folhas e análise química	14
3.6. Coleta do ensaio	15
3.7. Delineamento experimental	15
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	18
4.1. Altura das plantas	18
4.2. Relação entre a produção da matéria seca da parte aérea e da raiz	20
4.3. Produção de matéria seca dos cultivares em função da concentração de fósforo na solução nutritiva	23
4.4. Concentração de fósforo no pecíolo e limbo das folhas da concentração de fósforo na solução nutritiva	37

4.5. Concentração de fósforo no limbo e pecíolo de acordo com a época da coleta e concentração de fósforo nas soluções nutritivas	65
4.6. Correlação entre a concentração foliar de fósforo e a produção de matéria seca	87
5. CONCLUSÕES	91
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

LISTA DE TABELAS

TABELA		página
1	Valores referentes a altura média, em centímetros, da parte aérea das plantas de acordo com os cultivares e a concentração de fósforo na solução	19
2	Valores referentes à relação de produção de matéria seca da parte aérea/raiz, em grammas, dos cultivares de acordo com as variedades e a concentração de fósforo na solução nutritiva	21
3	Produção de matéria seca, g/planta, dos cultivares de acordo com a concentração de fósforo na solução nutritiva	24
4	Análise da variância da produção de matéria seca (g/planta).....	25
5	Análise da variância da produção de matéria seca total, g/planta, entre os cultivares e a concentração de fósforo	26

6	Análise da variância das regressões de acordo com o cultivar e a concentração de fósforo na solução nutritiva	28
7	Valores estimados para a produção máxima de matéria seca, em g/planta, dos cultivares e a correspondente concentração de fósforo em ppm na solução nutritiva	29
8	Concentração de fósforo, em percentagem, no limbo de acordo com a época da coleta das folhas e a concentração de fósforo na solução nutritiva, média de quatro repetições.	38
9	Concentração de fósforo, em percentagem, no pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas e a concentração de fósforo na solução nutritiva, média de quatro repetições.	39
10	Análise da variância da concentração de fósforo no limbo das folhas coletadas aos 44 dias (Época 1)	42

11	Análise da variância da concentração de fósforo no limbo das folhas coletadas aos 59 dias (Época 2)	42
12	Análise da variância da concentração de fósforo no limbo das folhas coletadas aos 74 dias (Época 3)	43
13	Análise da variância da concentração de fósforo no limbo das folhas coletadas aos 44 dias	43
14	Análise da variância da concentração de fósforo no limbo das folhas coletadas aos 59 dias	44
15	Análise da variância da concentração de fósforo no limbo das folhas coletadas aos 74 dias	44
16	Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pecíolo do cultivar IAC-20, de acordo com a época da coleta das folhas ..	45

17	Regressão polinomial para as concentrações de fósforo no limbo do cultivar IAC-20, de acordo com a época da coleta das folhas	46
18	Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pecíolo do cultivar CNPA 78/SME ₄ de acordo com a época da coleta das folhas..	47
19	Regressão polinomial para a concentração de fósforo no limbo do cultivar CNPA 78/SME ₄ de acordo com a época da coleta das folhas	48
20	Regressão polinomial para a concentração de fósforo no limbo do cultivar IAC-17 de acordo com a época da coleta das folhas	49
21	Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pecíolo do cultivar IAC-17 de acordo com a época da coleta das folhas	50
22	Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pecíolo do cultivar IAC-17 de acordo com a época da coleta das folhas	51

23	Regressão polinomial para a concentração de fósforo no limbo do cultivar IAC-19 de acordo com a época da coleta das folhas	52
24	Regressão polinomial para a concentração de fósforo do cultivar CNPA 3M de acordo com a época da coleta das folhas	53
25	Regressão polinomial para a concentração de fósforo no limbo do cultivar CNPA 3M de acordo com a época de coleta das folhas	54
26	Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pecíolo do cultivar CNPA 3M de acordo com a época de coleta das folhas	55
27	Regressão polinomial para a concentração de fósforo no limbo do cultivar CNPA 2M de acordo com a época de coleta das folhas	56
28	Análise de variância da concentração de fósforo no limbo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva ..	73

29	Análise de variância da concentração de fósforo no pecíolo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva	74
30	Regressões polinomiais da concentração de fósforo no limbo do cultivar IAC-17 em função das épocas das amostragens das folhas e da concentração de fósforo na solução nutritiva	75
31	Regressões polinomiais da concentração de fósforo no limbo do cultivar IAC-19 em função das épocas das amostragens das folhas e da concentração de fósforo na solução nutritiva	76
32	Regressões polinomiais da concentração de fósforo no limbo do cultivar IAC-20 em função das épocas das amostragens das folhas e da concentração de fósforo na solução nutritiva	77
33	Regressões polinomiais da concentração de fósforo no limbo do cultivar CNPA 78/SME ₄ em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de fósforo na solução nutritiva	78

34	Regressões polinomiais da concentração de <u>fósforo</u> no limbo do cultivar CNPA 3M em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de <u>fósforo</u> na solução nutritiva	79
35	Regressões polinomiais da concentração de <u>fósforo</u> no limbo do cultivar CNPA 2M em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de <u>fósforo</u> na solução nutritiva	80
36	Regressões polinomiais da concentração de <u>fósforo</u> no pecíolo do cultivar IAC-17 em função das épocas das amostragens das folhas e da concentração de <u>fósforo</u> na solução nutritiva	81
37	Regressões polinomiais da concentração de <u>fósforo</u> no pecíolo do cultivar IAC-19 em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de <u>fósforo</u> na solução nutritiva.....	82
38	Regressões polinomiais da concentração de <u>fósforo</u> no pecíolo do cultivar IAC-20 em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de <u>fósforo</u> na solução nutritiva	83

39	Regressões polinomiais da concentração de fósforo no pecíolo do cultivar CNPA 78/SME ₄ em função das épocas da amostragens da folhas e de concentração de fósforo na solução nutritiva	84
40	Regressões polinomiais para os níveis de época da concentração do fósforo no pecíolo do cultivar CNPA 3M em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de fósforo na solução nutritiva	85
41	Regressões polinomiais para os níveis de época da concentração do fósforo no pecíolo de cultivar CNPA 2M em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de fósforo na solução nutritiva	86
42	Concentrações de fósforo em percentagem no pecíolo e no limbo correspondentes às produções máximas estimadas de matéria seca, em função do cultivar e da época.....	89

43	Coefficiente de correlação entre as percentagens de fósforo no pecíolo e no limbo e a produção de matéria seca, em função do cultivar e da época da coleta das folhas.....	90
----	--	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		página
1.	Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar IAC-19 em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva	30
2	Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar CNPA 78/SME ₄ em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva	31
3	Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar IAC-20 em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva	32
4	Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar IAC-17 em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva	33
5	Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar CNPA 2M em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva	34
6	Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar CNPA 3M em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva	35

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-17	59
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-17.....	59
9	Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-20	60
10	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	60
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 78/SME ₄	61

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 78/SME ₄	61
13	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	62
14	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	62
15	Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 3M	63
16	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	63

17	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	64
18	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	64
19	Concentração de fósforo no limbo e pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas. Cultivar CNPA 78/SME ₄	67
20	Concentração de fósforo no limbo e pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas. Cultivar IAC-19	67
21	Concentração de fósforo no limbo e pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas. Cultivar IAC-17	68
22	Concentração de fósforo no limbo e pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas. Cultivar IAC-20	68

NÍVEL CRÍTICO DE FÓSFORO EM CULTIVARES
DE ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L. LATIFOLIUM
HUTCH E *Gossypium hirsutum* L. VAR. MARIE
GALANTE, HUTCH)

Autor: ALDO ARNALDO DE MEDEIROS

Orientador: HENRIQUE PAULO HAAG

RESUMO

Com o intuito de se obter o nível crítico de fósforo para os cultivares de ciclo anual, IAC-17, IAC-19, IAC-20 e CNPA 78/SME₄ e para as de ciclo perene CNPA 2M e CNPA 3M foram conduzidos experimentos em casa-de-vegetação com solução nutritiva. As plantas foram cultivadas em cinco níveis de fósforo; 0,38 ppm, 1,14 ppm, 3,42 ppm, 10,26 ppm e 30,78 ppm.

Em plantas com 44 dias, 59 dias e 74 dias foi coletada a 5ª folha situada na haste principal, a partir do ápice, e dividida em limbo e pecíolo para a determinação de fósforo. As plantas foram coletadas aos 75 dias de idade após a semeadura, sendo medida a altura das plantas e determi

nado o peso de matéria seca para raiz, caule e folhas em todos os cultivares. Nos cultivares de ciclo anual houve produção de botão floral, flores e frutos imaturos que foram determinados os pesos de matéria seca.

Os níveis críticos internos de fósforo no limbo e pecíolo que correspondem à produção máxima de matéria seca em cada cultivar, foram determinadas seguindo-se a determinação de MELLO (1958).

O autor conclui:

. o nível externo de fósforo que determina a produção máxima de matéria seca, em g/planta, é de 19,2 ppm a 21,9 ppm para todos os cultivares.

. o limbo e o pecíolo são adequados para a determinação do nível crítico de todos os cultivares.

. a época mais adequada para a coleta das folhas nos cultivares de ciclo anual é aos 44 dias após a semeadura e para os cultivares perenes a melhor época corresponde aos 59 dias após a semeadura.

Os níveis críticos internos de fósforo não coincidem entre cultivares e as partes analisadas, sendo que para os cultivares de ciclo anual aos 44 dias o nível de P no limbo é de 0,40-0,42% e no pecíolo 0,28-0,30%. Para as cultivares perenes aos 59 dias o nível de P no limbo é de 0,39-0,43% e no pecíolo de 0,25-0,27%.

PHOSPHORUS CRITICAL IN COTTON VARIETIES
(*Gossypium hirsutum* L. VAR. LATIFOLIUM
HUTCH AND *Gossypium hirsutum* VAR. MARIE
GALANTE HUTCH)

Author : ALDO ARNALDO DE MEDEIROS

Adviser: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

SUMMARY

In order to establish the critical level of phosphorus in annual varieties IAC-17, IAC-19, IAC-20, 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: 0.38 ppm, 1.14 ppm, 3.42 ppm, 10.26 ppm and 30.78 ppm. The solutions were replaced every seven days. From plants with 44 days, 59 days and 74 days old the 5th leaves from the apice of the plants were collected and separated into petioles and leaf blades and the phosphorus content was determined. Plants with 75 days old were collected and separated into roots, stem,

leaves. For both varieties the dry matter weight was obtained. The critical level for phosphorus correlated with the maximum dry matter production was obtained by MELLO'S (1958) methodology.

The author conclude:

- . the external level of phosphorus for all varieties is between 19.20 ppm - 21.9 ppm.

- . the petioles or leave blades are adequate for the determination of the critical level of phosphorus.

- . for the annual varieties the most adequate time of sampling is around 44 days for annual varieties and for the perennial varieties is about 59 days.

- . the critical level of phosphorus lie between 0.40% - 0.42% in the leave blade and 0.28% - 0.30% in the petioles for the annual varieties.

- . the critical level of phosphorus for the perennial varieties lie in the leave blade between 0.39% - 0.43% and 0.25% - 0.27% in the petioles.

1. INTRODUÇÃO

A produtividade de algodão no Brasil é uma das mais baixas entre os produtores mundiais, refletida nos baixos rendimentos de algodão em rama, que são obtidos no Nordeste do Brasil, onde predomina o cultivo do algodoeiro perene (PASSOS, 1977).

Analisando os dados de produção no período de cinquenta anos do algodoeiro perene, BOULANGER et alii (1967) verificaram que o rendimento médio variou entre o mínimo de 74 kg/ha e o valor máximo de 540 kg/ha de algodão em rama. Estas variações são atribuídas à perda da fertilidade natural dos solos, devido ao uso contínuo da mesma área com a cultura sem uso de fertilizantes e sem controle de erosão, e das variações das precipitações pluviais.

A carência de fósforo nos solos do Nordeste é conhecida há muito tempo, entretanto pouco se sabe das dosagens de fertilizantes necessárias para se obter um adequado rendimento físico e/ou econômico na cultura. Os estudos de ALVES et alii (1973) e mais recentemente de GOMES et alii (1982) sobre a adubação do algodoeiro perene e de WATTS e OLIVEIRA (1971) com os cultivares de ciclo anual indicam que a aplicação de fertilizantes, principalmente fosfatados, au-

menta consideravelmente a produtividade do algodão. No entanto, não estão estabelecidos os critérios da recomendação da adubação entre os teores dos nutrientes no solo, na plane e a necessidade de fertilizantes para se obter uma produção adequada.

Na região Meridional do Brasil, os cultivares de algodão são de ciclo anual, as plantas são cultivadas das em espaçamentos pequenos e tem um potencial de produção superior às variedades perenes. A maior parte dos cultivares foram desenvolvidos no Instituto Agrônomo, Campinas, SP e estão sendo utilizados por agricultores de outros Estados e em algumas áreas do Nordeste (CRISÓSTOMO et alii, 1983).

A cotonicultura paulista apresenta uma produtividade superior a 2.000 kg/ha de algodão em rama e frequentemente surgem novos cultivares. A recomendação de adubação é baseada na disponibilidade do nutriente do solo.

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

As variações das concentrações dos nutrientes durante o ciclo das plantas de algodoeiro e

os teores adequados de fósforo nas folhas são citados nos trabalhos de HALEY (1976) e ROCHA FILHO (1971). Todavia a cultura do algodão envolve o cultivo de vários cultivares, sendo esperado que o nível de suficiência de fósforo determinado em específico genótipo não possa ser aplicado em outro. A concentração de fósforo no algodão varia de acordo com as características e crescimento das plantas (NELSON, 1980).

O presente trabalho teve por finalidade determinar entre os cultivares perenes CNPA 2M e CNPA 3M, e os anuais IAC-17, IAC-19, IAC-20 e CNPA 78/SME₄, os seguintes aspectos:

- 1) Determinação do nível externo de fósforo a fim de se obter máximo de produção de matéria seca por planta.
- 2) Escolha entre o limbo e o pecíolo para a determinação do nível interno de fósforo.
- 3) Época mais apropriada para coleta e análise das folhas.
- 4) Determinação do nível crítico de fósforo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Nos Estados Unidos da América, estudo feito por ERGLE e EATON (1957) em solução nutritiva com dois níveis de fósforo: 7,8 e 32,0 ppm, mostrou que a altura, o número de ramos frutíferos e a concentração de fósforo em vários tecidos das plantas crescidas no nível de 7,8 ppm eram inferiores aos observados nas plantas cultivadas em 32 ppm de fósforo.

No Brasil, ROCHA FILHO (1971) em solução nutritiva isenta de fósforo, descreveu os sintomas de deficiência no algodoeiro perene e verificou que as folhas superiores e inferiores das plantas deficientes apresentaram 0,12% e 0,08% de fósforo, respectivamente. Nesta condição o crescimento das plantas foi paralisado e a produção de matéria seca prejudicada em comparação com as plantas cultivadas na solução contendo todos os nutrientes.

A influência do fósforo na altura das plantas de algodoeiro foi observada por SILVA et alii (1970) em um ensaio em solo Podzólico Vermelho Amarelo - ortó. A altura média das plantas que receberam 40 e 90 kg/ha de P_2O_5 na presença de nitrogênio e potássio, era superior à altura das plantas das parcelas com os dois últimos nutrientes mas sem

fósforo e das parcelas sem adubação.

Em ensaio de longa duração instalado em Terra Roxa Estruturada, SILVA et alii (1977), verificaram que a aplicação anual de 40 e 90 kg/ha de P_2O_5 de várias fontes, incrementou a produtividade do algodão em torno de 25% a 40% em comparação com o tratamento sem adubação.

Em solo do Estado de Sergipe, FREIRE et alii (1978) observaram que a aplicação de 80 e 160 kg/ha de P_2O_5 produz um aumento de produtividade do algodão em 160% e 240%, respectivamente, sobre a produção obtida no tratamento sem aplicação de fertilizantes. Os autores observaram que a aplicação de fósforo provocou uma antecipação de floração, abertura dos frutos e aumento na altura das plantas.

A absorção e extração do nitrogênio, fósforo e potássio, nos algodoeiros é relatada por BASSETT et alii (1970) em estudo conduzido em solos da Califórnia, nos Estados Unidos da América. Os dados mostram uma contínua absorção dos nutrientes e a extensão em que são translocados das folhas e caules para a região de maior atividade metabólica, quando ocorre a formação dos frutos. No algodoeiro a concentração foliar de fósforo é maior no início do desenvolvimento da planta, em torno de 0,40%, e decresce durante a formação dos frutos para valores inferiores a 0,30%.

Estudo realizado por SARRUGE et alii (1963) sobre absorção e extração de fósforo no algodoeiro, mostra que

a metade do fósforo total extraído do solo pelas plantas é exportado pela colheita.

A variação na concentração de fósforo no pecíolo, citado na revisão de SABBE e MACKENZIE (1973) corresponde a 0,27% no estágio inicial do desenvolvimento das plantas, posteriormente decresce para 0,22%, quando surgem as primeiras flores, e no início da frutificação corresponde a 0,17%.

Segundo ULRICH e HILLS (1967) a concentração de um nutriente na planta, geralmente reflete a sua disponibilidade no meio de cultivo. Ademais, reconhece-se que quando a concentração do elemento diminui para valores inferiores a um certo nível o crescimento e a produção da planta serão restritos. Este nível específico é designado "concentração crítica ou adequada". A determinação deste nível é feita analisando folhas em vários estádios do desenvolvimento da planta para identificar com a idade fisiológica da planta e a concentração do nutriente que correlacionam com a produção máxima.

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

trada aos 90 dias após o plantio reflete melhor a disponibilidade dos nutrientes no substrato.

Estudo conduzido por JEWITT (1951) no Sudão durante três anos consecutivos em solos de reação alcalina, indicou que a concentração foliar do nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio estava inversamente correlacionada com a produção de rama do algodoeiro quando as plantas tinham pouco mais de um mês de idade.

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 haste e ramos produtivos, e concluíram que o limbo das folhas reflete a necessidade de nitrogênio e potássio.

Estudos de SAMUELS et alii (1959) com adubação do algodoeiro mostraram que a concentração de fósforo no limbo da quarta e quinta folha, a partir do ápice na haste principal, foi maior do que no pecíolo das mesmas folhas e que o limbo é mais indicado para a determinação da necessidade de fósforo na planta do que o pecíolo. O nível adequado de fósforo no limbo das folhas amostradas aos 45 dias após o plantio, correspondeu a 0,40% de fósforo.

CORDEIRO e CARVAJAL (1968) por sua vez recomendam o pecíolo da segunda folha, a partir do ápice na has-

te principal, que reflete 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 776 ppm, 510 ppm, 430 ppm e 910 ppm nas amostras coletadas aos 30, 60, 90 e 120 dias após a sementeira.

No Estado de São Paulo, HIROCE et alii (1976) afirmam que o pecíolo e o limbo da quinta folha localizada na haste principal, a partir do ápice, são sensíveis à diagnose foliar da nutrição nitrogenada e potássica, sendo que o pecíolo apresenta maior sensibilidade.

No algodoeiro perene SOUSA e CRISÓSTOMO (1980) encontraram correlações significativas entre os teores de fósforo no limbo das folhas da haste principal e dos ramos frutíferos com a produção.

Em ensaio de adubação N P K com algodoeiro perene, GOMES et alii (1982) verificaram que adubação fosfatada aumentam a capacidade produtiva da planta em cerca de 94% em relação ao tratamento sem adubo e cerca de 61% quando comparada com o tratamento N.K. No mesmo ensaio foram coletadas folhas localizadas no caule principal, na axila das flores e nos ramos vegetativos e determinados os teores dos macronutrientes. Em relação à concentração foliar do fósforo, não

foram observadas diferenças entre as amostras, mas a concentração das folhas da haste principal foi superior às outras amostras.

No algodoeiro perene, o número de pesquisas com adubação e nutrição mineral é insuficiente e os dados disponíveis não permitem estabelecer interpretações consistentes entre a análise foliar e a produção. Os sintomas das deficiências dos macronutrientes e as concentrações das carências foram determinadas por ROCHA FILHO (1971), em casa-de-vegetação.

Os cultivares de algodão utilizados no Estado de São Paulo, PASSOS (1977) considera adequados os teores de 0,25% a 0,40% de fósforo, indicados pela análise do limbo da quinta folha na haste principal nas plantas em floração. Valores semelhantes foram encontrados por COPE (1984) em vários ensaios conduzidos nos Estados Unidos da América, na análise do limbo das folhas superiores das plantas em floração.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CULTIVARES

Os cultivares estudados estão entre as incluídos nos ensaios que são conduzidos pelo Centro Nacional de Pesquisa de Algodão e instituições estaduais de pesquisas que são implantados em rede de experimentos a nível nacional e regional.

. IAC-17*

Origem: obtida na re-seleção do IAC RM₃, que tem como genótipo original de seleção genealógica a variedade Auburn 56.

Ciclo: anual.

Cultivo: região Meridional do país.

Produtividade média: 3.180 kg/ha de algodão em caroço.

* GRIDI-PAPP, I.L. (Instituto Agronômico, Campinas, SP), Comunicação Pesoal, 1987.

. IAC-19*

Origem: descendente da linhagem IAC-74/221 selecionada numa população híbrida de *Gossypium hirsutum* var. Yucatanense - material selvagem da América Central - versus "Tni-Hoa" - material introduzido da Indochina e IAC RM₃.

Ciclo: anual.

Produtividade média: 2.600 kg/ha de algodão em caroço.

. IAC-20*

Origem: é originária da linhagem IAC-17.727 obtida por seleção genealógica a partir da cultivar IAC-17.

Ciclo: anual.

Cultivo: região Meridional do país.

Produtividade média: 3.360 kg/ha de algodão em caroço.

. CNPA-78/SME₄**

Origem: obtido no programa de melhoramento genético do algodoeiro Acala del Cerro.

Ciclo: anual.

Cultivo: região do Nordeste do país.

** BARREIRO NETO, M. (EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Algodão - Campina Grande, PB) - Comunicação Pessoal, 1987.

. **CNPA 2M****

Origem: obtido pela formação de composto de quatro genótipos, no qual os 23 genótipos entre bulks e linhagem mais promissora e precoce foram reunidos com esta denominação.

Ciclo: perene.

Cultivo: região semi-árida do país.

Produtividade média: 378 kg/ha de algodão em caroço, correspondente à média de três ciclos consecutivos.

. **CNPA 3M****

Origem: formado na população do Bulk C-75 com seleção massal para precocidade, produtividade e característica de fibra.

Cultivo: região semi-árida do país.

Produtividade média: 690 kg/ha de algodão em caroço, correspondente à média de cinco ciclos consecutivos.

3.2. LOCAL DO EXPERIMENTO

O estudo foi conduzido na casa-de-vegetação pertencente ao Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP.

3.3. OBTENÇÃO DAS PLANTAS

As sementes dos 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 semeadura, as nascediças foram transferidas para bandejas de plástico, dimensão 56x36x17 cm, 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 a dois cultivares por bandeja.

3.4. NÍVEIS DE FÓSFORO UTILIZADOS

As plantas permaneceram por dez dias na solução diluída para que se estabelecesse uma uniformidade entre elas. A partir deste período foram eliminadas quatro plantas por cultivar em cada bandeja e fornecidas as soluções nutritivas com os seguintes níveis de fósforo: P₁ 0,38 ppm; P₂ 1,14 ppm; P₃ 3,42 ppm; P₄ 10,26 ppm; P₅ 30,78 ppm. As soluções foram renovadas quinzenalmente.

3.5. COLETA DAS FOLHAS E ANÁLISE QUÍMICA

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 corrente 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:

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

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).

3.6. COLETA DO ENSAIO

As plantas foram coletadas após a 3ª coleta das folhas. Nesta ocasião foram anotados a altura da parte aérea das plantas, em centímetros, compreendendo o colo da raiz a gema terminal do caule. As folhas, raízes e caule com flores e frutos foram separadas e colocadas em sacos de papel, postos na estufa à 70°C e determinado o peso da matéria seca.

Durante o ensaio foram feitas três aplicações do inseticida piretróide concentrado emulsionável alfa ciano-3 fenoxibenzil-2.2-dimetil-3.4.2.2-diclorovenil ciclopropano carboxilato*, na dosagem de 3 ml/5 litros de água.

3.7. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para as análises de variância foram utilizados modelos matemáticos distintos de acordo com a variável a ser analisada. A produção da matéria seca, altura das plantas e a relação da produção da matéria seca na parte aérea e na raiz foram analisadas considerando o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 6 (cultivar) x 5 (con-

* Nurelle 250 CE - Dow Química S/A, São Paulo, SP.

centração de fósforo). As variáveis concentração de fósforo no limbo e pecíolo foliar foram analisadas em blocos ao a caso com parcelas subdivididas em que as parcelas eram constituídas pelos cultivares e as subparcelas formadas pels com binações dos níveis de fósforo com épocas de coleta. Na análise das concentrações de fósforo no pecíolo e no limbo foram eliminados os dados obtidos nas plantas cultivadas com 0,38 ppm de fósforo na solução, devido os cultivares de ciclo anual não apresentarem na época 3 da coleta das folhas material suficiente para análise química.

A determinação das concentrações de fósforo no limbo e pecíolo que indicam o nível de suficiência nutricional para cada cultivar foi calculada segundo a metodologia utilizada por MELLO (1958), a qual consta de: no eixo da ordenada (Y), foram colocadas as produções de matéria seca de acordo com a concentração de fósforo na solução nutritiva em ppm e a produção máxima calculada. No eixo da abscissa (X), as doses de fósforo na solução nutritiva. Na curva que representa a produção de matéria seca com a concentração de fósforo na solução foram marcados os pontos das ordenadas e abscissas, correspondente a produção obtida com 10,26 e 30,78 ppm de fósforo e a produção máxima calculada. Os pontos marcados foram projetados em um eixo, traçado paralelo ao eixo X. Os teores de fósforo no limbo e pecíolo obtidos, em cada época da coleta das folhas, correspondem aos

dados das Tabelas 8 e 9 para as concentrações de 10,26 e 30,78 ppm de fósforo na solução nutritiva. O valor de fósforo no limbo e no pecíolo correspondente à produção máxima para cada época, foi calculado para cada época por interpolação entre os dois valores de fósforo no limbo e no pecíolo encontrados nas Tabelas 8 e 9.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. ALTURA DAS PLANTAS

As alturas das plantas, médias de quatro repetições, encontram-se na Tabela 1. Pelo exame dos dados vê-se que, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, há diferenças nas alturas das plantas entre os níveis de fósforo na solução independente do cultivar. As alturas máximas foram atingidas a partir de 10,26 ppm de fósforo na solução nutritiva e, entre os cultivares, a CNPA 78/SME₄ e IAC-19 foram as que apresentaram maiores crescimentos.

As alturas máximas verificadas nos cultivares de ciclo anual são superiores às alturas médias das mesmas cultivares citadas por GRIDI-PAPP* e BARREIRO NETO et alii (1983). Nas cultivares de ciclo perene, as alturas máximas observadas são inferiores aos dados obtidos por BELTRÃO e AZEVEDO (1983) para cultivares perenes.

A participação do fósforo no crescimento vertical das plantas é bem conhecida e em relação ao algodoeiro

* GRIDI-PAPP, I.L. (Instituto Agronômico, Campinas, SP). Comunicação Pessoal, 1987.

Tabela 1 - Valores referentes a altura média, em centímetros, da parte aérea das plantas de acordo com os cultivares e a concentração de fósforo na solução.

Níveis de P ppm	CULTIVARES					
	IAC-20	CNPA-78/SME ₄	IAC-17	IAC-19	CNPA 3M	CNPA 2M
0,38	52,75AC	49,25AC	51,00AC	60,75AC	42,00AC	43,00Ab
1,14	60,00AC	57,75AC	56,75Abc	65,25AC	75,75Ab	63,50Ab
3,42	91,75ABCb	119,75Ab	83,25Cb	113,00ABb	91,00BCb	97,25ABCa
10,26	128,25BCa	168,25Aa	137,25BCa	150,25ABA	123,50BCa	120,25Ca
30,78	121,50Ca	167,75Az	139,00BCa	155,00ABA	121,00Ca	116,25Ca

Coefficiente de variação (%): 14,09

Os números seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Letras maiúsculas determinam comparações entre V dentro de Px. DMS 27,24

Letras minúsculas determinam comparações entre P dentro de Vx. DMS 28,49.

foi verificado por ERGLE e EATON (1957) e ROCHA FILHO (1971). Além de que, as plantas foram cultivadas na presença de outros nutrientes, estimuladores do crescimento em concentração favorável, o que justifica os dados obtidos nas cultivares de ciclo anual. Os cultivares perenes, as medidas das alturas das plantas foram feitas quando não havia sido completado o ciclo vegetativo, diferindo das observações de BELTRÃO e AZEVEDO (1983).

4.2. RELAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA E DA RAIZ

Os dados da relação entre a produção da matéria seca da parte aérea e da raiz encontram-se na Tabela 2. Verifica-se que houve incremento na relação com a maior disponibilidade de fósforo na solução nutritiva. Os valores mais altos da relação foram obtidos nos cultivares de ciclo anual, os quais emitiram flores e frutos que contribuíram na produção de matéria seca na parte aérea, enquanto as cultivares perenes não chegaram a emitir flores.

Observa-se também na Tabela 2, que nas concentrações mais baixas de fósforo na solução, não há diferenças entre cultivares. Entretanto, a partir de 10,26 ppm de fósforo os valores obtidos nos cultivares perenes foram inferior-

Tabela 2 - Valores referentes a relação de produção de matéria seca da parte aérea/raiz, em gramas, dos cultivares de acordo com as variedades e a concentração de fósforo na solução nutritiva.

Níveis de P ppm	CULTIVARES						
	IAC-20	CNPA 78/SME ₄	IAC-17	IAC-19	CNPA 3M	CNPA 2M	
0,38	2,40Ab	2,45AC	2,08Ad	2,10AC	1,98Ab	2,23AC	
1,14	3,43Ab	3,38AC	2,85Ad	3,13AC	2,65Ab	2,70Abc	
3,42	5,33ABa	6,33Ab	4,75ABCc	5,88Ab	3,58BCab	3,00Cbc	
10,26	6,78Aa	7,20Ab	7,33Ab	7,05Aab	4,68Ba	4,93Ba	
30,78	7,03Ca	10,03Aa	9,17ABa	7,65BCa	4,63Da	4,28Dab	

Coefficiente de variação (%): 19,33.

Os números seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si do nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Letras maiúsculas determinam comparações entre V dentro Px. DMS 1,71

Letras minúsculas determinam comparações entre P de Vx. DMS 1,79

res e estatisticamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, dos cultivares anuais. Os valores mais altos da relação foram obtidos nos cultivares CNPA 78/SME₄ e IAC-17, respectivamente 10,03 e 9,17, na concentração de 30,78 ppm de fósforo na solução nutritiva.

Segundo MENCEL e KIRKBY (1982) plantas mal supridas em fósforo apresentam uma relação entre a produção de matéria seca da parte aérea e da raiz usualmente baixa. Para os autores, valores mais altos desta relação são obtidos em concentrações mais elevadas de fósforo no meio de cultivo, devido este nutriente não estimular o crescimento radicular da mesma forma que promove o crescimento da parte aérea da planta.

SOMMER (1936) verificou no algodoeiro que aumentando a disponibilidade de fósforo para as plantas, havia um respectivo incremento na relação entre produção de matéria seca de parte aérea e raiz, o que concorda com os dados obtidos com os cultivares anuais no presente trabalho. Nos cultivares perenes observa-se que os valores mais altos da relação foram obtidos com 10,26 ppm de fósforo na solução. Como as plantas destes cultivares não iniciaram a fase de frutificação provavelmente as diferenças na relação fossem causadas pela emissão de flores e frutos.

4.3. PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DOS CULTIVARES EM FUNÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO NA SOLUÇÃO NUTRITIVA

Na Tabela 3 observa-se que a disponibilidade de fósforo na solução nutritiva teve efeito na produção de matéria seca em g/planta dos cultivares. A análise de variância de produção de matéria seca, mostra efeito significativo de concentração de fósforo na solução nutritiva, do cultivar e da interação concentração de fósforo versus cultivar, conforme os dados da Tabela 4. A partir desta análise, foi realizada outra avaliação da produção da matéria seca, considerando o desempenho dos cultivares perenes e anuais e a interação perene versus anual em cada concentração de fósforo. Verifica-se pela Tabela 5 que nas concentrações 0,38 e 1,14 ppm de fósforo, respectivamente P I e P II, não há diferenças na produção de matéria seca dos cultivares. No entanto, a partir de 3,42 ppm de fósforo correspondendo a P III, ocorrem diferenças entre os cultivares de ciclo anual e na interação anual versus perene, não tendo sido verificada diferença entre cultivares perenes.

Todos os cultivares vegetando em solução nutritiva com 0,38 a 1,14 ppm de fósforo se apresentavam com poucas folhas, com pouca ramificação, diâmetro de haste principal reduzido e as raízes pouco desenvolvidas. Estes sintomas

Tabela 3 - Produção de matéria seca, g/planta, dos cultivares de acordo com a concentração de fósforo na solução nutritiva.

Cultivar	Concentração de fósforo (ppm)				
	0,38	1,14	3,42	10,26	30,78
IAC-20	17,3	25,7	40,1	50,2	44,2
	17,6	22,1	36,5	45,3	56,3
	20,5	23,3	41,5	56,1	47,2
	13,8	21,4	38,0	58,1	59,9
	\bar{X}	17,3	23,1	39,0	54,6
CNPA 78/SME ₄	14,8	26,4	38,2	69,1	68,3
	17,1	26,8	52,2	124,3	70,5
	18,4	29,7	27,2	73,7	60,5
	18,9	26,4	44,4	65,1	83,3
	\bar{X}	17,3	27,3	43,0	83,0
IAC-17	13,3	22,5	31,3	70,7	88,1
	12,8	17,8	31,2	81,6	72,0
	13,0	30,2	37,2	67,8	59,7
	14,2	20,6	31,4	62,7	80,9
	\bar{X}	13,2	22,7	32,7	70,7
IAC-19	13,9	28,4	49,2	74,2	101,2
	12,3	24,6	57,1	84,0	87,1
	13,9	24,8	55,5	59,2	69,5
	14,2	33,0	55,0	69,5	58,7
	\bar{X}	13,5	27,7	54,2	71,7
CNPA 2M	15,0	22,8	31,8	55,8	33,6
	11,0	20,0	28,5	40,0	28,4
	12,7	19,9	30,9	31,8	36,3
	10,7	18,8	30,9	43,6	61,4
	\bar{X}	12,4	20,3	30,5	42,8
CNPA 3M	13,6	15,6	36,1	32,2	44,1
	11,5	13,1	32,5	42,7	44,3
	14,9	20,7	23,0	24,3	42,0
	14,5	18,8	35,5	37,5	32,8
	\bar{X}	13,6	17,0	31,7	34,1

Tabela 4 - Análise da variância da produção de matéria seca (g/planta).

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	199,54	66,51	0,90 ns
Fósforo (P)	4	41.132,63	10.283,16	140,50**
Cultivares (C)	5	9.213,90	1.842,78	25,18**
P x C	20	7.047,36	352,37	4,81**
Resíduo	87	6.367,25	73,19	
Total	119	63.960,68	537,48	

C.V. 21,9%

** Significativo ao nível de 1%

ns: não significativo

Tabela 5 - Análise da variância da produção de matéria seca total, g/planta, entre os cultivares e a concentração de fósforo.

Causa da Variação	GL	QM	F
Cultivar dentro de P I (0,38 ppm)	5	18.4527	0,25 ns
Anual x Perene	1	29.1408	0,40 ns
Anual	3	20.0808	0,27 ns
Perene	1	2.8800	0,04 ns
Cultivar dentro de P II (1,14 ppm)	5	66.5077	0,91 ns
Anual x Perene	1	266.6352	3,09 ns
Anual	3	27.9305	0,38 ns
Perene	1	22.1112	0,30 ns
Cultivar dentro de P III (3,42 ppm)	5	327.0604	4,47**
Anual x Perene	1	657.8601	8,89**
Anual	3	324.7723	4,44**
Perene	1	3.1250	0,04 ns
Cultivar dentro de P IV (10,26 ppm)	5	1.439.2334	19,67**
Anual x Perene	1	5.121.2003	69,97**
Anual	3	642.0617	8,77**
Perene	1	148.7813	2,03 ns
Cultivar dentro de P V (30,78 ppm)	5	1.400.9987	19,14**
Anual x Perene	1	4.814.0102	65,78**
Anual	3	729.8173	9,97**
Perene	1	1.5313	0,02 ns
Resíduo	87	73.1867	

** Significativo ao nível de 1%
ns: não significativo

são idênticos aos descritos por ROCHA FILHO (1971) para plantas de algodoeiro perene deficientes em fósforo.

A relação entre o crescimento e a produção em genótipos de algodoeiro é uma combinação complexa que é afetada por fatores externos e pela estrutura vegetativa da planta. Plantas de algodoeiro mais precoces, com ramos curtos e arquitetura mais compacta possuem uma capacidade de utilizar e distribuir mais eficientemente dos nutrientes entre as partes vegetativa e frutífera, segundo PONDARIKAKSHUDU et alii (1972) e BHATT e APPUKUTTAN (1971).

Os cultivares apresentam contrastes morfológicos que, de acordo com BHATT e APPUKUTTAN (1971), justificam as diferenças na produção de matéria seca entre os cultivares de ciclo anual e perene. As plantas perenes apresentam um período vegetativo mais longo e com maior número de ramos vegetativos. Os cultivares de ciclo anual além de apresentarem uma arquitetura mais compacta, com os internódios curtos, emitiram flores e frutos.

Tendo em vista o efeito da interação "cultivar versus concentração de fósforo" na solução nutritiva, realizou-se a análise da variância desdobrando-se os graus de liberdade do efeito do fósforo e da interação, cujos resultados estão na Tabela 6. Nota-se que nas cultivares IAC-17, IAC-20, CNPA 78/SME₄ e CNPA 2M, o efeito da concentração de fósforo na solução nutritiva na produção de matéria seca são

Tabela 6 - Análise da variância das regressões de acordo com o cultivar e a concentração de fósforo na solução nutritiva.

Causa da Variação	GL	QM	F
P dentro IAC-20	4	1.044,35	14,27**
Regressão linear	1	2.328,28	21,81**
Regressão quadrática	1	1.662,48	22,71**
Regressão cúbica	1	185,20	2,53 ns
P dentro CNPA 78/SME ₄	4	3.135,86	42,85**
Regressão linear	1	6.123,28	83,66**
Regressão quadrática	1	6.395,10	87,38**
Regressão cúbica	1	0,50	0,006 ns
P dentro IAC-17	4	3.199,68	43,70**
Regressão linear	1	9.077,86	124,03**
Regressão quadrática	1	3.657,63	49,97**
Regressão cúbica	1	11,57	0,16 ns
P dentro IAC-19	4	3.462,65	47,31**
Regressão linear	1	9.432,03	128,87**
Regressão quadrática	1	3.477,98	47,52**
Regressão cúbica	1	934,60	12,77**
P dentro CNPA 2M	4	661,02	9,03**
Regressão linear	1	1.300,89	17,77**
Regressão quadrática	1	1.219,20	16,66**
Regressão cúbica	1	108,09	1,48 ns
P dentro CNPA 3 M	4	541,44	7,40**
Regressão linear	1	1.409,43	19,26**
Regressão quadrática	1	448,10	6,12*
Regressão cúbica	1	293,79	4,01*
Resíduo	87	73,19	

* Significativo a 5% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade.

ns: não significativo.

significativos nos componentes do primeiro e segundo grau. Nas cultivares CNPA 3M e IAC-19 observa-se o efeito significativo no terceiro grau. Os polinômios além do segundo grau são de difícil interpretação para os fenômenos biológicos GOMES (1984).

As Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6 apresentam as equações que representam o efeito da concentração de fósforo na solução nutritiva, na produção de matéria seca Y , para cada cultivar. Utilizando-se a equação da regressão quadrática foram calculadas as produções máximas de matéria seca \hat{Y} , grama/planta, para cada cultivar em função da concentração de fósforo na solução nutritiva x . Os resultados estão representados na Tabela 7. Verifica-se que os valores estimados para a produção máxima de matéria seca dos cultivares de ciclo anual são superiores às produções estimadas para os cultivares perenes.

Tabela 7 - Valores estimados para a produção máxima de matéria seca, em g/planta, das cultivares e a correspondente concentração de fósforo em ppm na solução nutritiva.

Cultivar	Produção máxima de matéria seca (\hat{Y}) (g/planta)	Concentração de fósforo em ppm na solução nutritiva
IAC-20	65,8	19,9
IAC-19	98,4	21,4
IAC-17	91,3	21,2
CNPA 78/SME ₄	101,9	19,2
CNPA 3M	45,4	21,9
CNPA 2M	53,0	19,4

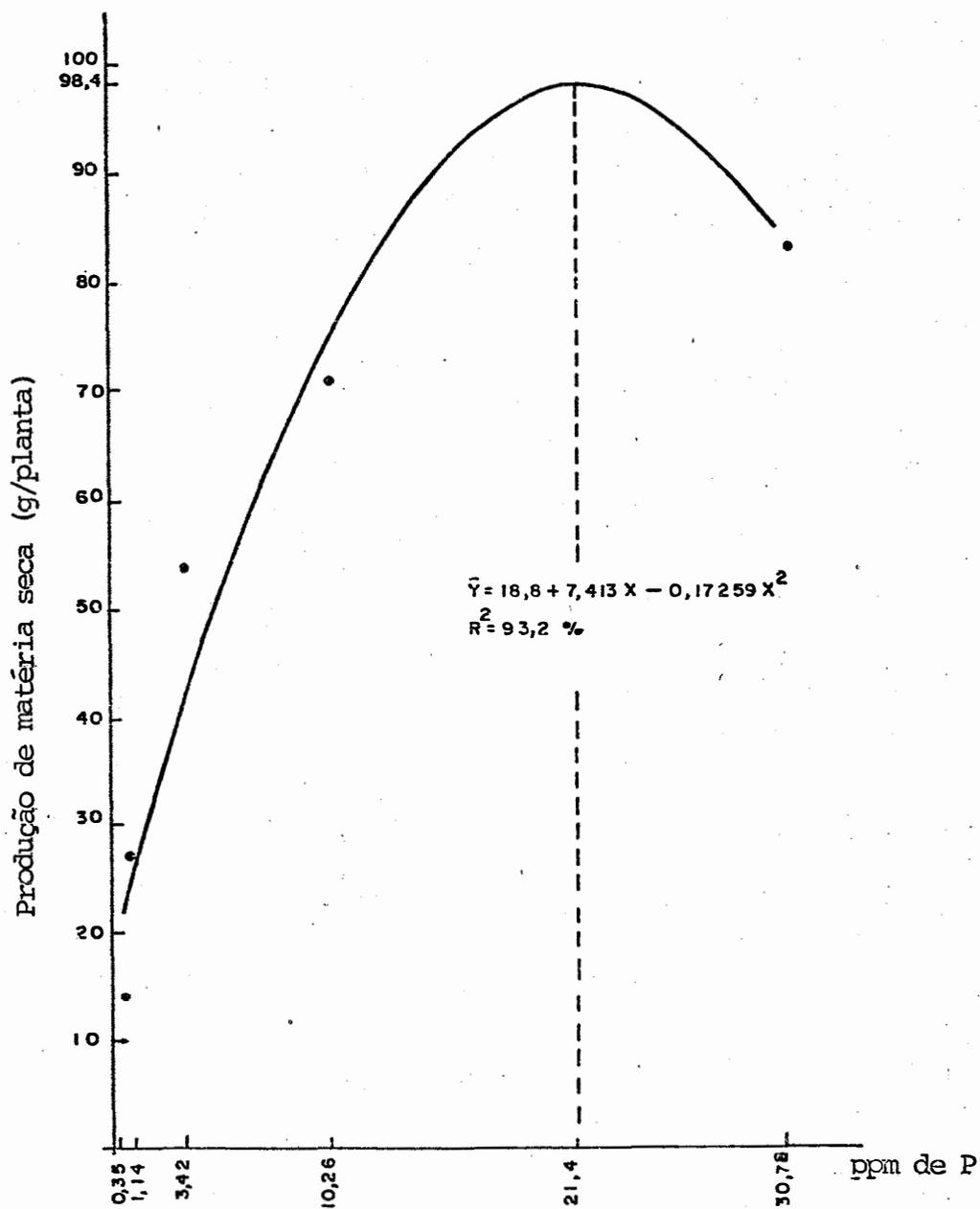


Figura 1 - Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar IAC-19 em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva.

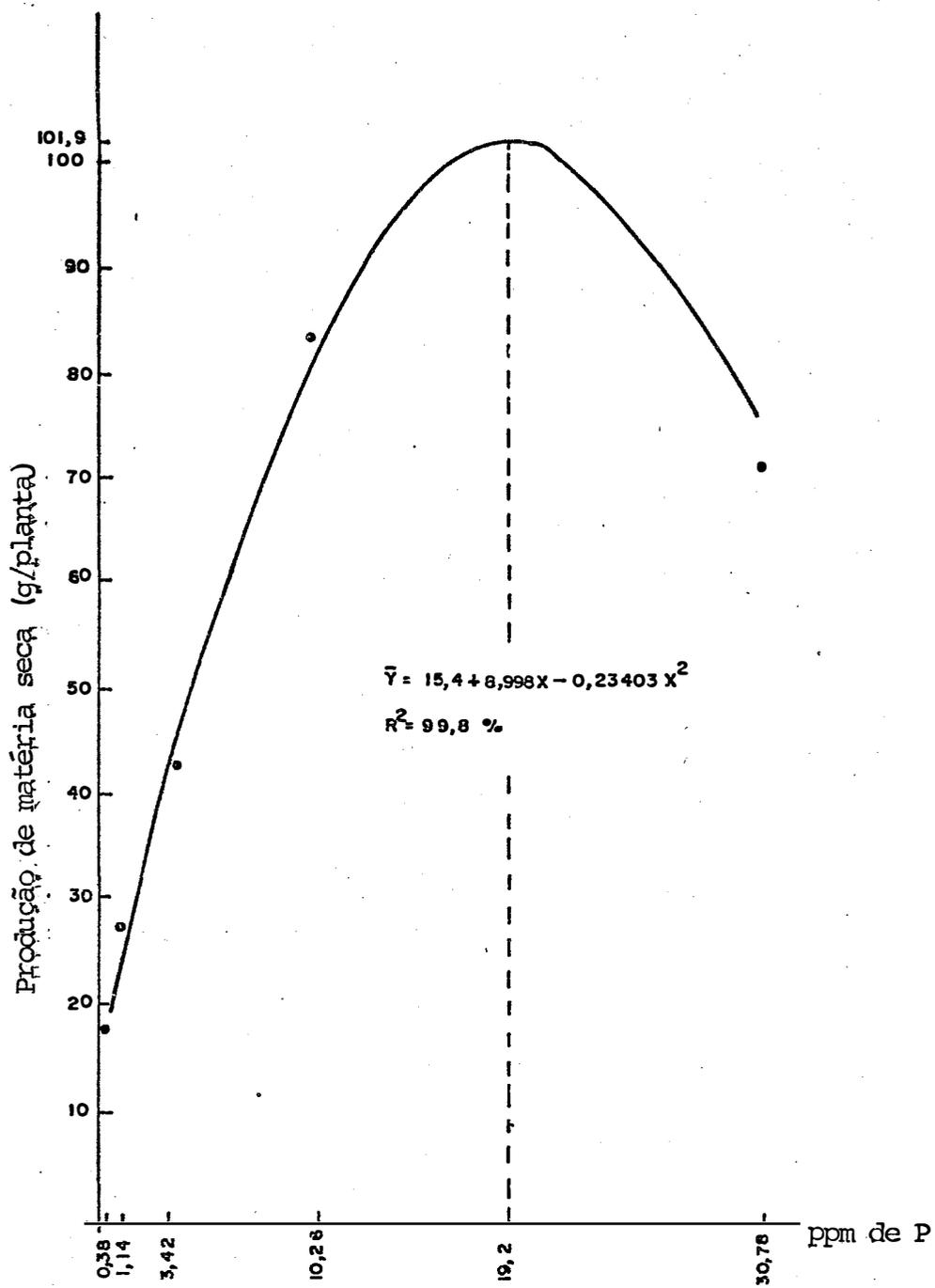


Figura 2 - Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar CNPA 78/SME₄ em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva.

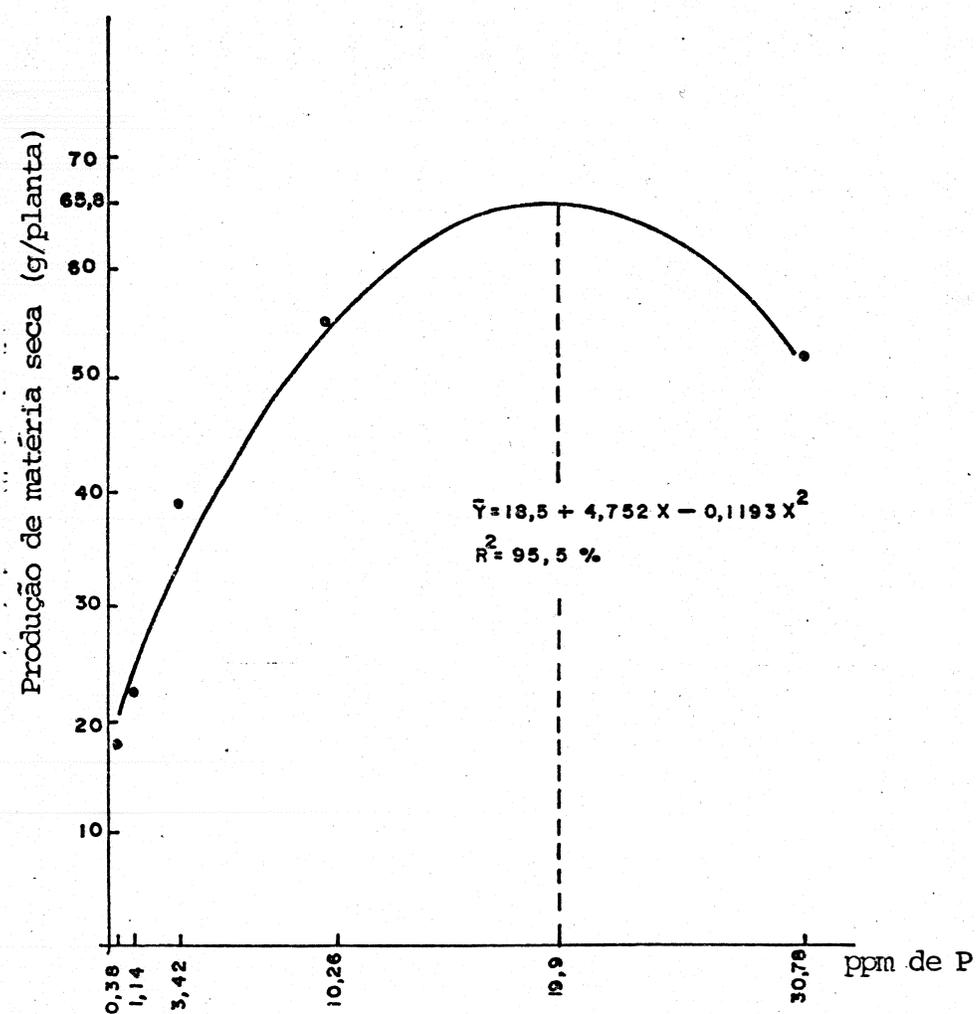


Figura 3 - Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar IAC-20 em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva.

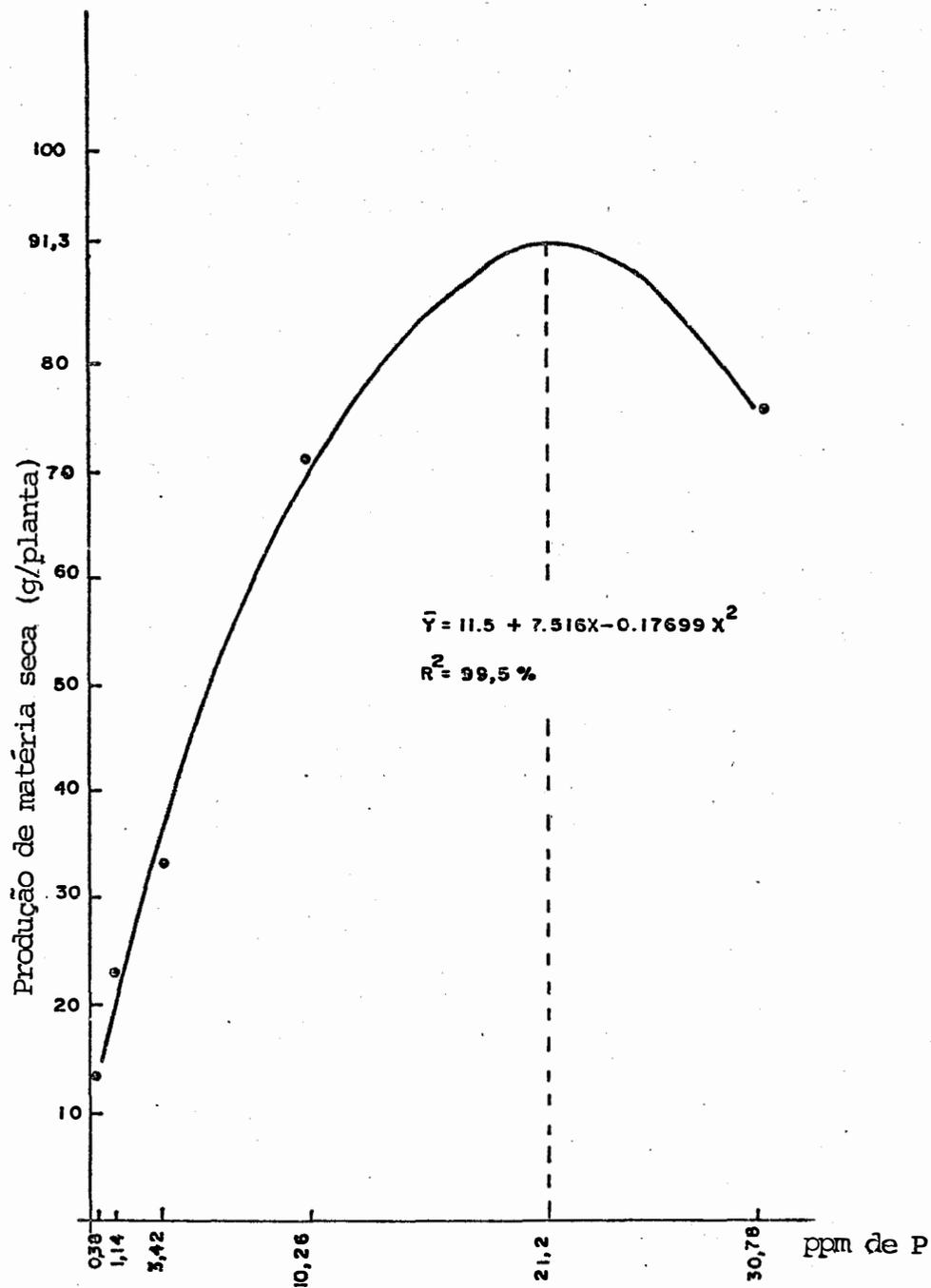


Figura 4 - Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar IAC-17 em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva.

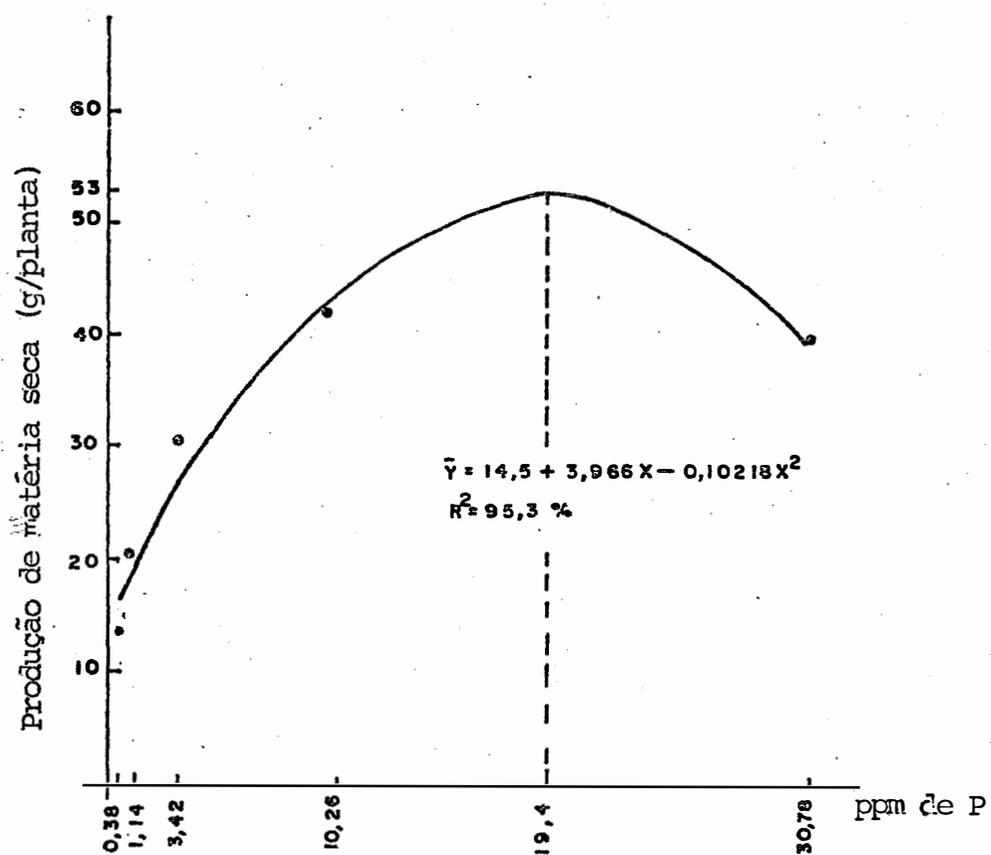


Figura 5 - Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar CNPA 2M em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva.

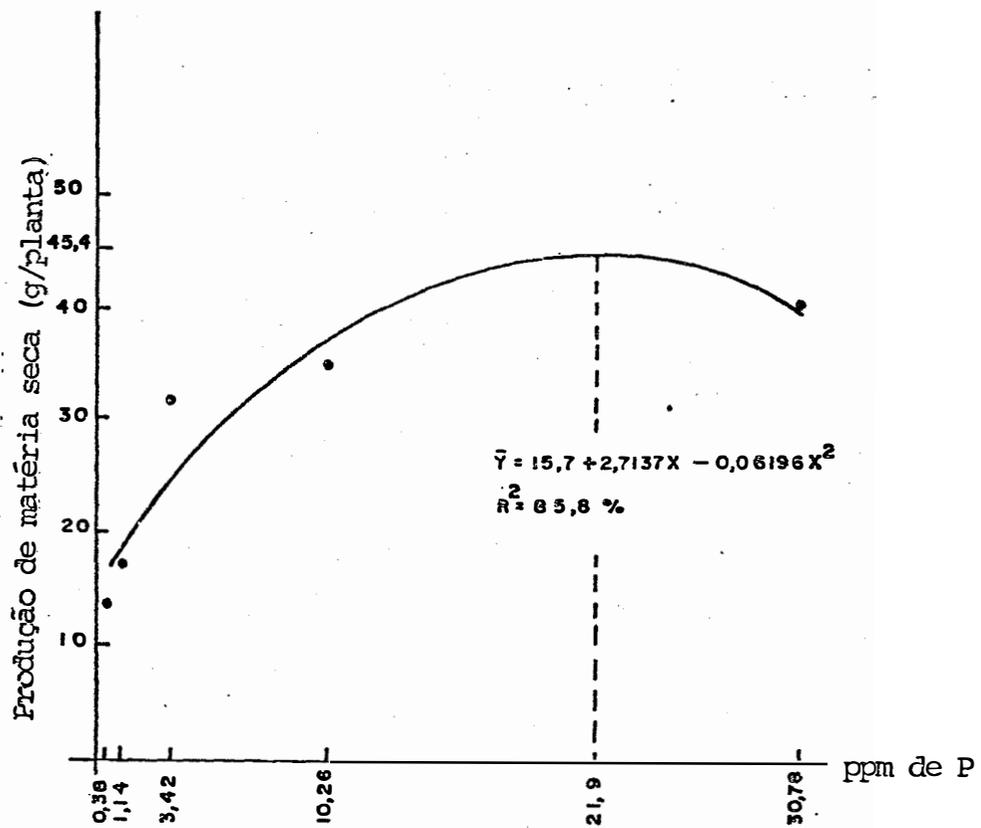


Figura 6 - Produção de matéria seca (g/planta) do cultivar CNPA 3M em relação à concentração de fósforo na solução nutritiva.

A produção máxima estimada (\hat{Y}) decresce na seguinte ordem: CNPA 78/SME₄ > IAC-19 > IAC-17 > IAC-20 > CNPA 2M > CNPA 3M.

A diferença varietal indicada pelos dados da Tabela 7, mostra uma superioridade produtiva do cultivar anual CNPA 78/SME₄ com uma produção máxima estimada em \hat{Y} 101,9 g/planta, correspondendo a 19,2 ppm de fósforo na solução nutritiva, inferior aos valores de fósforo dos demais cultivares. Segundo BARREIRO NETO et alii (1982) o genótipo CNPA 78/SME₄ foi desenvolvido no plano de melhoramento genético que inclui seleções para a velocidade de crescimento do sistema radicular, capacidade de germinação e sobrevivência em ambiente de elevada pressão osmótica e resistência do protoplasma à liberação do fósforo inorgânico. Entre os cultivares perenes a CNPA 2M atingiu a maior produção estimada e com a concentração menor de fósforo na solução nutritiva do que a cultivar CNPA 3M que teve sua produção prejudicada pela queda das folhas. A diferença da produção de matéria seca das duas cultivares não diferem em nenhuma concentração de fósforo na solução, conforme mostra a Tabela 5.

Verifica-se que a produção de matéria seca é variável entre cultivares, mas mostra que as necessidades de fósforo na solução para atingir a produção máxima são idênticas entre os cultivares de ciclo anual e perene. Isso evidencia que as diferenças na produção de matéria seca decorrem da

capacidade dos cultivares em utilizar com maior eficiência o fósforo disponível no processo metabólico. A maior produção de matéria seca dos cultivares de ciclo anual em relação os cultivares perenes, que apresentam período vegetativo mais longo, deve-se a eficiência daqueles genótipos em utilizar de melhor forma os nutrientes nos períodos de crescimento vegetativo e de frutificação, segundo BHATT (1983).

4.4. CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO NO PECÍOLO E LIMBO DAS FOLHAS E DA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO NA SOLUÇÃO NUTRITIVA

Os valores da concentração de fósforo no pecíolo e limbo acham-se expostos nas Tabelas 8 e 9. Pelo exame destas tabelas verifica-se que as concentrações do fósforo no limbo são superiores as determinadas no pecíolo, no que concorda com os dados de SAMUELS et alii (1959). Comparando-se os dados das concentrações de fósforo no limbo e no pecíolo, vê-se que os teores de fósforo nos cultivares perenes são superiores as observadas nos cultivares de ciclo anual. Este fato é justificado pelo período do crescimento vegetativo mais prolongado dos 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

Tabela 8 - Concentração de fósforo, em percentagem, no limbo de acordo com a época da coleta das folhas e a concentração de fósforo na solução nutritiva, média de quatro repetições.

Cultivar		1,14 ppm de P	3,42 ppm de P	10,26 ppm de P	30,78 ppm de P
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 (59 dias);

E₃ = Época 3 (74 dias).

Tabela 9 - Concentração de fósforo, em percentagem, no pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas e a concentração de fósforo na solução nutritiva, média de quatro repetições.

Cultivar		1,14 ppm de P	3,42 ppm de P	10,26 ppm de P	30,78 ppm de P
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).

verificou-se que a partir da segunda coleta das folhas, os 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.

Pelo exame das Tabelas 8 e 9 verifica-se que as concentrações de fósforo no limbo e no pecíolo são menores nas plantas cultivadas com 1,14 ppm 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 dos cultivares sintomas semelhantes dos descritos por ROCHA NETO (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 de verde pálida e de 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 superiores de 0,12%, valor próximo ao encontrado no limbo das folhas coletadas aos 44 dias, o que corresponde nas Tabelas 8 e 9, a Época 1.

As análises de variância indicadas nas Tabelas de 10 a 15, para cada época da coleta das folhas, mostra um efeito significativo para todos os fatores da 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 nas Tabelas 16 a 27. A partir destas análises foram construídas as Figuras 7 a 18, 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 dos cultivares. Enquanto nas cultivares perenes, as equações são do segundo grau, em qualquer época, para os dados do limbo, nos 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 10 - Análise da variância da concentração de fósforo no limbo das folhas coletadas aos 44 dias (Época 1).

Causa da Variação	GL	QM	F
Bloco	3	0,0014955	0,54 ns
Cultivar	5	0,1041494	38,04**
Concentração de P	3	0,9441122	344,87**
Cultivar x concentr. de P	15	0,0285105	10,41**
Resíduo	69	0,0027375	
Total	95		

Média Geral: 0,334062

C.V. 15,66%

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 11 - Análise da variância da concentração de fósforo no limbo das folhas coletadas aos 59 dias (Época 2).

Causa da Variação	GL	QM	F
Bloco	3	0,0006625	0,34 ns
Cultivar	5	0,0323517	16,68**
Concentração de P	3	0,4800125	247,60**
Cultivar x concentr. de P	15	0,0039700	2,04*
Resíduo	69		
Total	95		

Média Geral: 0,246042

C.V. 17,89%

* significativo a 5%.

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 12 - Análise da variância da concentração de fósforo no limbo das folhas coletadas aos 74 dias (Época 3).

Causa da Variação	GL	QM	F
Bloco	3	0,0011538	0,33 ns
Cultivar	5	0,1478410	42,33**
Concentração de P	3	0,4481283	128,32**
Cultivar x Concentr. de P	15	0,0160138	4,58**
Resíduo	69		
Total	95		

Média Geral: 0,253021

C.V. 23,35%

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 13 - Análise da variância da concentração de fósforo no pecíolo das folhas coletadas aos 44 dias (Época 1).

Causa da Variação	GL	QM	F
Bloco	3	0,0026778	1,60 ns
Cultivar	5	0,0094517	5,65**
Concentração de P	3	0,4236195	253,36**
Cultivar x Concentr. de P	15	0,0018278	1,09 ns
Resíduo	69		
Total	95		

Média Geral: 0,211667

C.V. 19,31%

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 14 - Análise da variância da concentração de fósforo no pecíolo das folhas coletadas aos 59 dias (Época 2).

Causas da Variação	GL	QM	F
Bloco	3	0,0013872	2,18 ns
Cultivar	5	0,0125960	19,81**
Concentração de P	3	0,2796788	439,95**
Cultivar x Concentr. de P	15	0,0011472	1,80 ns
Resíduo	69		
Total	95		

Média Geral: 0,142604

C.V. 17,81%

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 15 - Análise da variância da concentração de fósforo no pecíolo das folhas coletadas aos 74 dias (Época 3).

Causas da Variação	GL	QM	F
Bloco	3	0,0010194	1,16 ns
Cultivar	5	0,0787650	89,62**
Concentração de P	3	0,2447750	278,51**
Cultivar x Concentr. de P	15	0,0139967	15,92**
Resíduo	69	0,0008789	
Total	95		

Média Geral: 0,135000

C.V. 21,96%

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 16 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pe
 cíolo do cultivar IAC-20, de acordo com a época da coleta
 das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias - botão floral)			
Linear	1	0,1556363	93,08**
Quadrática	1	0,0203589	12,17**
Cúbica	1	0,0009236	0,55 ns
Resíduo	69	0,0016720	
. Época 2 (59 dias - flor)			
Linear	1	0,1411667	222,06**
Quadrática	1	0,0022292	3,50 ns
Cúbica	1	0,0000041	0,00 ns
Resíduo	69	0,0006357	
. Época 3 (74 dias - fruto imaduro)			
Linear	1	0,1001315	113,93**
Quadrática	1	0,0263170	29,94**
Cúbica	1	0,0024703	2,81 ns
Resíduo	69	0,0008789	

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 17 - Regressão polinomial para as concentrações de fósforo no limbo do cultivar IAC-20 de acordo com a época da coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias - botão floral)			
Linear	1	0,196500	71,94**
Quadrática	1	0,9003575	33,00**
Cúbica	1	0,0000613	0,02 ns
Resíduo	69	0,0027375	
. Época 2 (59 dias - flor)			
Linear	1	0,2436092	125,66**
Quadrática	1	0,0162332	8,37**
Cúbica	1	0,0020827	1,04 ns
Resíduo	69	0,0019386	
. Época 3 (74 dias - fruto imaturo)			
Linear	1	0,1083215	31,01**
Quadrática	1	0,0172860	4,94*
Cúbica	1	0,0017112	0,49 ns
Resíduo	69	0,0034922	

* Significativo a 5%.

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 18 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pecíolo do cultivar CNPA 78/SME₄ de acordo com a época da coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias - botão floral)			
Linear	1	0,1789736	104,04**
Quadrática	1	0,0127863	7,64**
Cúbica	1	0,0003651	0,21 ns
Resíduo	69	0,0016720	
. Época 2 (59 dias - flor)			
Linear	1	0,1632343	256,77**
Quadrática	1	0,0000008	0,01 ns
Cúbica	1	0,0000149	0,02 ns
Resíduo	69	0,0006357	
. Época 3 (74 dias - fruto imaturo)			
Linear	1	0,0787202	89,57**
Quadrática	1	0,0005620	0,56 ns
Cúbica	1	0,0009928	1,12 ns
Resíduo	69	0,0008789	

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 19 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no limbo do cultivar CNPA 78/SME₄ de acordo com a época da coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias - botão floral)			
Linear	1	0,2164672	79,04**
Quadrática	1	0,1215933	44,41**
Cúbica	1	0,0012583	0,45 ns
Resíduo	69	0,0027375	
. Época 2 (59 dias - fruto)			
Linear	1	0,2620002	135,15**
Quadrática	1	0,0171948	8,86**
Cúbica	1	0,0004299	0,22 ns
Resíduo	69		
. Época 3 (74 dias - fruto imaturo)			
Linear	1	0,2548079	72,96**
Quadrática	1	0,0029924	0,85 ns
Cúbica	1	0,0028691	0,82 ns
Resíduo	69	0,0034922	

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 20 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no limbo do cultivar IAC-17 de acordo com a época da coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias - botão floral)			
Linear	1	0,1562143	57,06**
Quadrática	1	0,0983692	35,93**
Cúbica	1	0,0000165	0,01 ns
Resíduo	69	0,0027375	
. Época 2 (59 dias - flor)			
Linear	1	0,1984688	102,37**
Quadrática	1	0,0128762	6,64*
Cúbica	1	0,0028800	1,48 ns
Resíduo	69	0,0019386	
. Época 3 (74 dias - fruto imaturo)			
Linear	1	0,1443006	41,32**
Quadrática	1	0,0053368	1,52 ns
Cúbica	1	0,0074814	2,14 ns
Resíduo	69	0,0034922	

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 21 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pecíolo do cultivar IAC-17 de acordo com a época da coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias - botão floral)			
Linear	1	0,1760952	105,32**
Quadrática	1	0,0263653	15,76**
Cúbica	1	0,0002645	0,15 ns
Resíduo	69	0,0016720	
. Época 2 (59 dias - flor)			
Linear	1	0,1138505	179,09**
Quadrática	1	0,0002727	0,42 ns
Cúbica	1	0,0004955	0,77 ns
Resíduo	69	0,0006357	
. Época 3 (74 dias - fruto imaturo)			
Linear	1	0,0601205	68,40**
Quadrática	1	0,0004401	0,50 ns
Cúbica	1	0,0000581	0,06 ns
Resíduo	69	0,0008789	

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 22 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pecíolo do cultivar IAC-19 de acordo com a época da coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias - botão floral)			
Linear	1	0,1242872	74,33**
Quadrática	1	0,0209003	12,50**
Cúbica	1	0,0002812	0,16 ns
Resíduo	69	0,0016720	
. Época 2 (59 dias - flor)			
Linear	1	0,1049752	165,13**
Quadrática	1	0,0011984	1,88 ns
Cúbica	1	0,0000764	0,12 ns
Resíduo	69	0,0006357	
. Época 3 (74 dias - fruto imaturo)			
Linear	1	0,0069215	7,87**
Quadrática	1	0,0019352	2,20 ns
Cúbica	1	0,0010121	1,15 ns
Resíduo	69	0,0008789	

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 23 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no limbo do cultivar IAC-19 de acordo com a época da coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias - botão floral)			
Linear	1	0,1787672	65,30**
Quadrática	1	0,0436160	15,93**
Cúbica	1	0,0000855	0,03 ns
Resíduo	69	0,0027375	
. Época 2 (59 dias - flor)			
Linear	1	0,1984688	102,37**
Quadrática	1	0,0128762	6,64*
Cúbica	1	0,0028800	1,46 ns
Resíduo	69	0,0019386	
. Época 3 (74 dias - fruto imaturo)			
Linear	1	0,0069215	7,87**
Quadrática	1	0,0019352	2,20 ns
Cúbica	1	0,0010121	1,15 ns
Resíduo	69	0,0008789	

* Significativo a 5%.

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 24 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pecíolo do cultivar CNPA 3M de acordo com a época da coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias) ⁺			
Linear	1	0,2201149	131,64**
Quadrática	1	0,0542184	32,42**
Cúbica	1	0,0000855	0,05 ns
Resíduo	69	0,0016720	
. Época 2 (59 dias) ⁺			
Linear	1	0,1303810	205,09**
Quadrática	1	0,0002945	0,46 ns
Cúbica	1	0,0001746	0,27 ns
Resíduo	69	0,0006357	
. Época 3 (74 dias) ⁺			
Linear	1	0,3454334	393,04**
Quadrática	1	0,0070667	8,04**
Cúbica	1	0,0004687	0,53 ns
Resíduo	69	0,0008789	

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

+ Não houve emissão de flor e fruto.

Tabela 25 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no limbo do cultivar CNPA 3M de acordo com a época de coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias) [†]			
Linear	1	0,8259301	301,70**
Quadrática	1	0,1011574	36,95**
Cúbica	1	0,0037813	1,38 ns
Resíduo	69	0,0027375	
. Época 2 (59 dias) [†]			
Linear	1	0,1389752	71,68**
Quadrática	1	0,0618364	31,89**
Cúbica	1	0,0000134	0,006 ns
Resíduo	69	0,0019386	
. Época 3 (74 dias) [†]			
Linear	1	0,4763834	136,41**
Quadrática	1	0,0428324	12,26**
Cúbica	1	0,0000030	0,001 ns
Resíduo	69	0,0034922	

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

† Não houve emissão de flor e fruto.

Tabela 26 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no pecíolo do cultivar CNPA 2M de acordo com a época da coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias) ⁺			
Linear	1	0,2503930	149,75**
Quadrática	1	0,0562228	33,62**
Cúbica	1	0,0000030	0,001 ns
Resíduo	69	0,0016720	
. Época 2 (59 dias) ⁺			
Linear	1	0,1856403	292,02**
Quadrática	1	0,0092000	14,47**
Cúbica	1	0,0030348	4,77 ns
Resíduo	69	0,0006357	
. Época 3 (74 dias) ⁺			
Linear	1	0,2944152	334,99*
Quadrática	1	0,0171948	19,56**
Cúbica	1	0,0000149	0,01 ns
Resíduo	69	0,0008789	

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

+ Não houve emissão de flor e fruto.

Tabela 27 - Regressão polinomial para a concentração de fósforo no limbo do cultivar CNPA 2M de acordo com a época da coleta das folhas.

Causa da Variação	GL	QM	F
. Época 1 (44 dias)+			
Linear	1	1,0868173	397,00**
Quadrática	1	0,1370676	50,07**
Cúbica	1	0,0014839	0,54 ns
Resíduo	69	0,0027375	
. Época 2 (59 dias)+			
Linear	1	0,1702072	87,72**
Quadrática	1	0,0853598	44,03**
Cúbica	1	0,0025517	1,31 ns
Resíduo	69	0,0019386	
. Época 3 (74 dias)+			
Linear	1	0,4763834	118,79**
Quadrática	1	0,0602679	17,25**
Cúbica	1	0,0061250	1,75 ns
Resíduo	69	0,0034922	

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

+ Não houve emissão de flor e fruto.

Os dados obtidos para pecíolos, também revelam comportamentos distintos dos cultivares. Nos 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 no cultivar IAC-20 cuja equação na época 3 foi do segundo grau. nos cultivares perenes as equações nas três épocas são do segundo grau exceto no 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 30,78 ppm 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 nos cultivares em função das épocas das coletas das folhas mostra que a partir de 10,26 ppm de fósforo na solução, o decréscimo do fósforo no limbo dos 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 15 e 18. Segundo CORDEIRO e CARVAJAL (1968) no algodoeiro a variação da concentração de fósforo no pecíolo em função de 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 seqüência citada por CORDEIRO e CARVAJAL (1968), conforme mostram as Figuras 7 a 14.

$$Y = 0,063437 + 0,0432525X - 0,00104729 X^2 \quad \text{Época 1 - } R^2 = 99\% **$$

$$Y = 0,062031 + 0,0231311X - 0,00036400X^2 \quad \text{Época 2 - } R^2 = 97\% *$$

$$Y = 0,107946 + 0,0081297X \quad \text{Época 3 - } R^2 = 91\% **$$

$$Y = 0,030469 + 0,0269939X - 0,00054219X^2 \quad \text{Época 1 - } R^2 = 99\% **$$

$$Y = 0,042054 + 0,0072212X \quad \text{Época 2 - } R^2 = 99\% **$$

$$Y = 0,030804 + 0,0052475X \quad \text{Época 3 - } R^2 = 99\% **$$

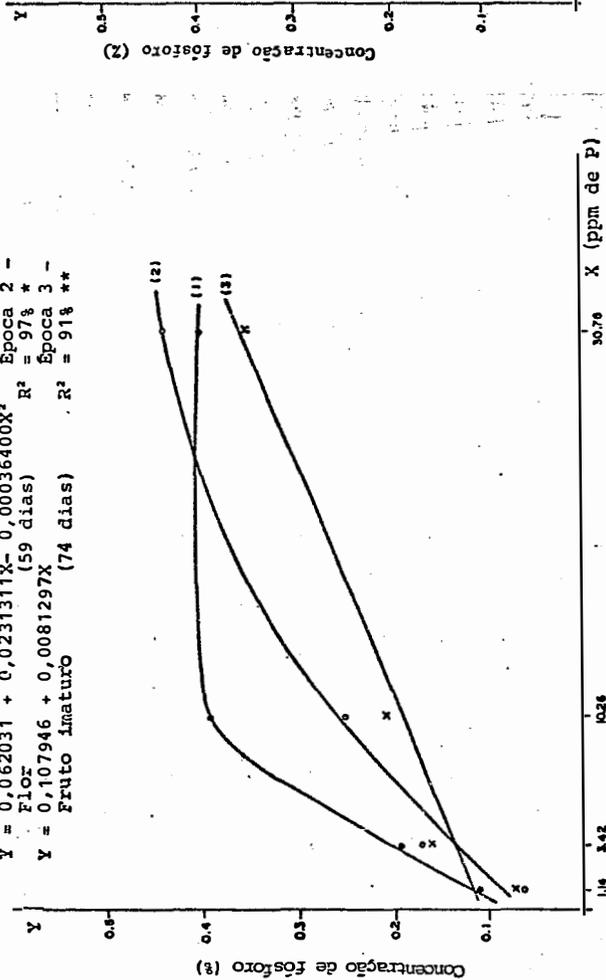


Figura 7 - Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época de concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-17.

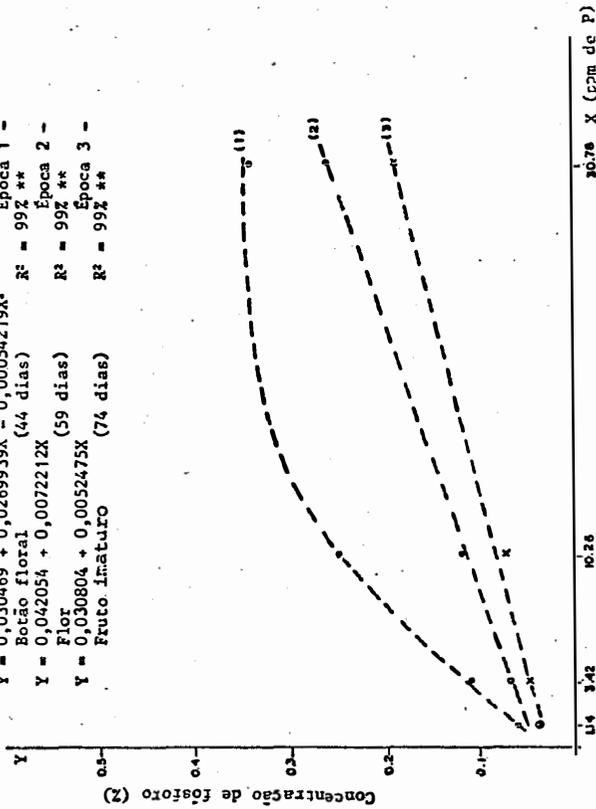


Figura 8 - Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-17.

$Y = 0,074609 + 0,0428446X - 0,00100373X^2$ Época 1 -
 Botão floral (44 dias) $R^2 = 99\% **$
 $Y = 0,049922 + 0,0246972X - 0,00042544X^2$ Época 2 -
 Flor (59 dias) $R^2 = 99\% **$
 $Y = 0,062266 + 0,0216291X - 0,00043902X^2$ Época 3 -
 Fruto imaturo (74 dias) $R^2 = 98\% *$

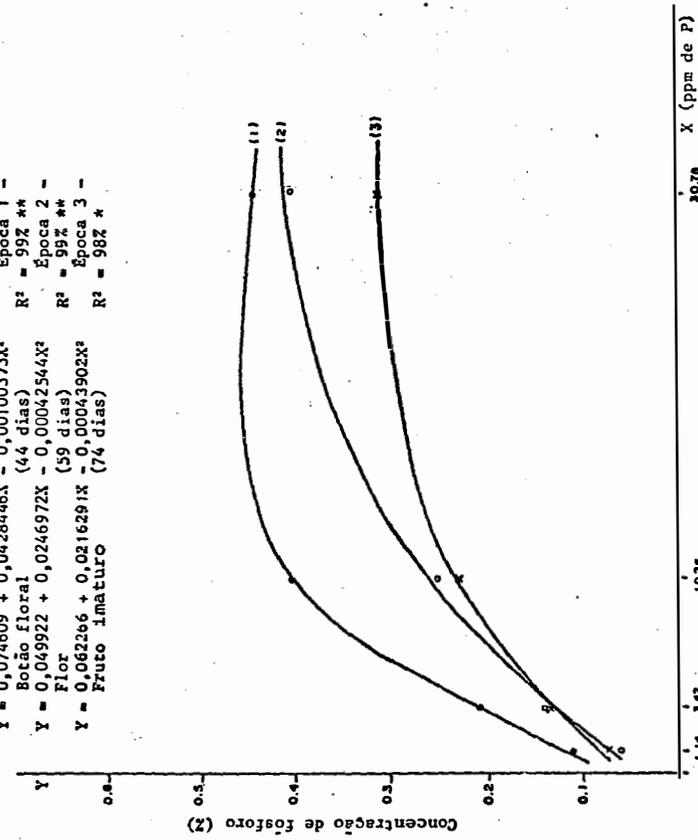


Figura 9 - Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da colta e de concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar var IMC-20.

$Y = 0,064609 + 0,0242719X - 0,00047645X^2$ Época 1 -
 Botão floral (44 dias) $R^2 = 99\% **$
 $Y = 0,038333X + 0,0080409X$ Época 2 -
 Flor (59 dias) $R^2 = 98\% *$
 $Y = 0,006172 + 0,0247688X - 0,00054169X^2$ Época 3 -
 Fruto imaturo (74 dias) $R^2 = 98\% *$

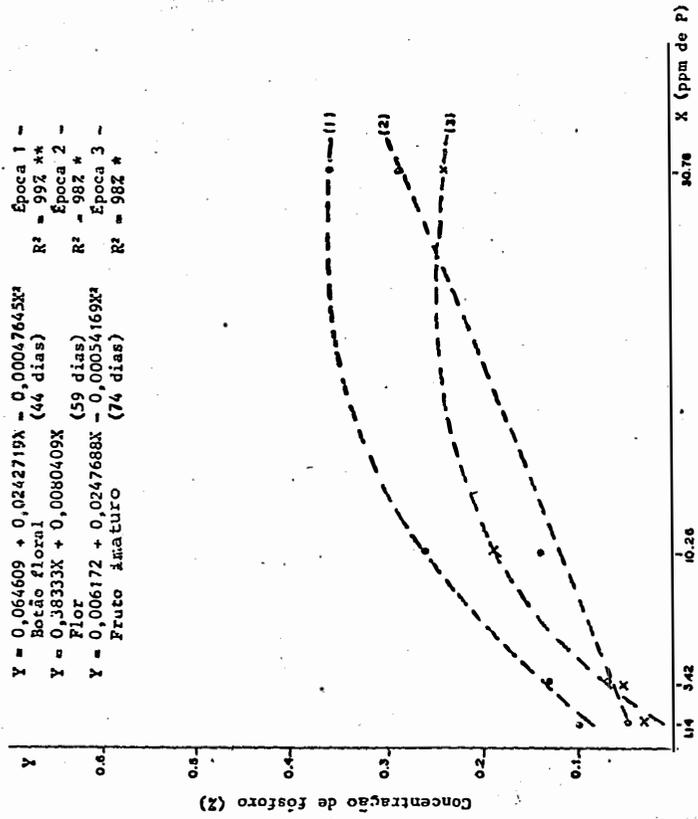


Figura 10 - Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da colta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IMC-20.

$$Y = 0,26328 + 0,0486409X - 0,00116437X^2$$

Botão floral (44 dias) $R^2 = 99\% **$

$$Y = 0,54687 + 0,0255014X - 0,00043786X^2$$

Flor (59 dias) $R^2 = 92\% **$

$$Y = 0,101220 + 0,0108030X$$

Fruto imaturo (74 dias) $R^2 = 97\% **$

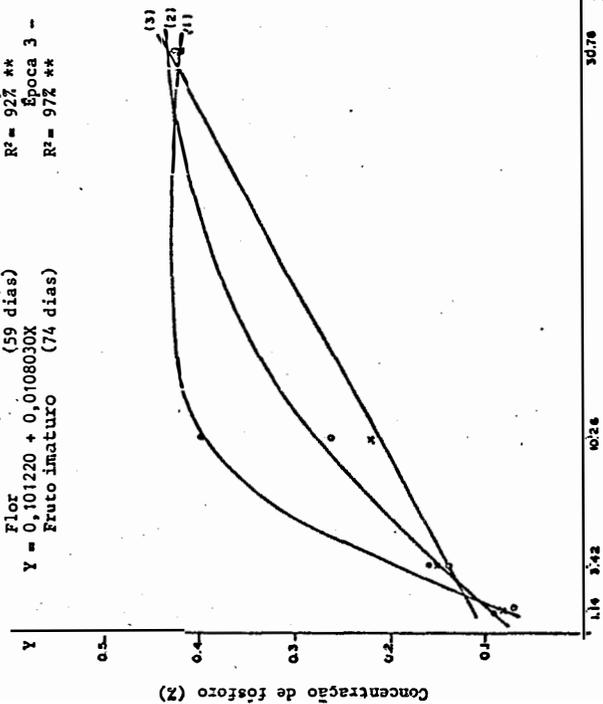


Figura 11 - Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 78/SME₄.

$$Y = 0,40625 + 0,0215982X - 0,00037758X^2$$

Botão floral (44 dias) $R^2 = 99\% **$

$$Y = 0,038929 + 0,0086466X$$

Flor (59 dias) $R^2 = 99\% **$

$$Y = 0,1027798 + 0,0060046X$$

Fruto imaturo (74 dias) $R^2 = 99\% **$

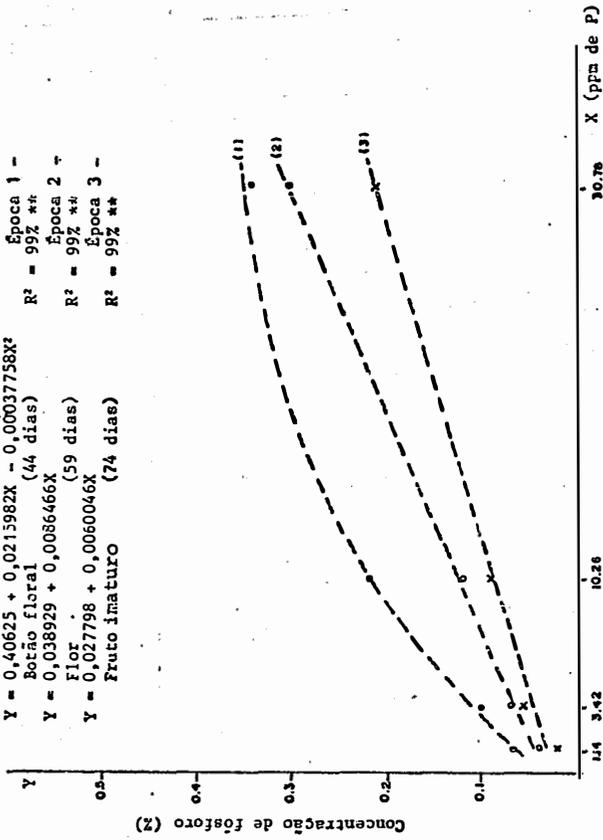


Figura 12 - Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 78/SME₄.

$Y = 0,109141 + 0,322171X - 0,00069736X^2$ Época 1 -
 Botão floral (44 dias) $R^2 = 99\% **$
 $Y = 0,047500 + 0,0221225X - 0,00037890X^2$ Época 2 -
 Flor (59 dias) $R^2 = 98\% *$
 $Y = 0,116220 + 0,0033469X$ Época 3 -
 Fruto imaturo (74 dias) $R^2 = 62\% **$

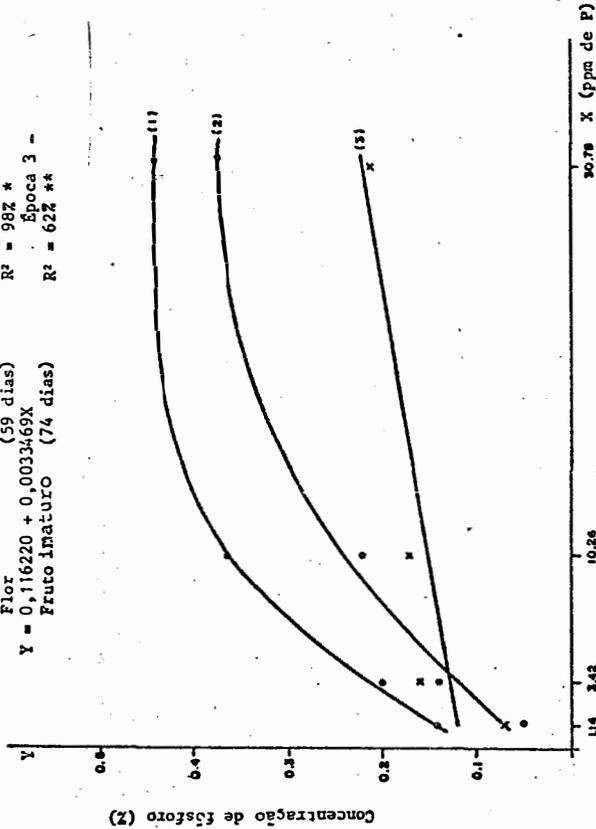


Figura 13 - Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-19.

$Y = 0,054141 + 0,0235869X - 0,00048274X^2$ Época 1 -
 Botão floral (44 dias) $R^2 = 99\% **$
 $Y = 0,030952 + 0,0069340X$ Época 2 -
 Flor (59 dias) $R^2 = 92\% **$
 $Y = 0,032827 + 0,0017805X$ Época 3 -
 Fruto imaturo (74 dias) $R^2 = 70\% *$

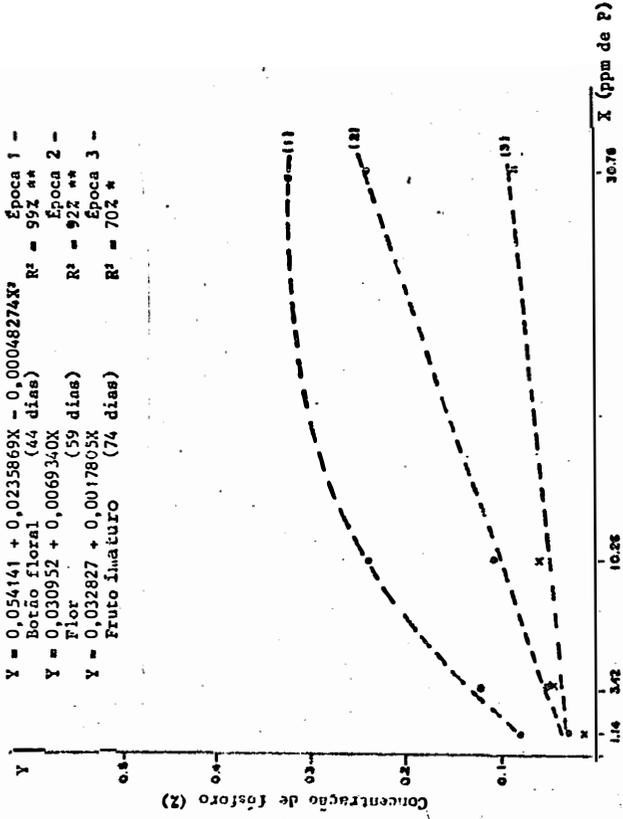


Figura 14 - Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar IAC-19.

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,065859 + 0,547332X - 0,00106203X^2 & \text{Época 1 -} \\
 & \quad (44 \text{ dias}) & \quad R^2 = 99\% \text{ **} \\
 Y &= 0,102031 + 0,0355647X - 0,00063034X^2 & \text{Época 2 -} \\
 & \quad (59 \text{ dias}) & \quad R^2 = 99\% \text{ **} \\
 Y &= 0,118359 + 0,0377306X - 0,00069107X^2 & \text{Época 3 -} \\
 & \quad (74 \text{ dias}) & \quad R^2 = 1,00\% \text{ **}
 \end{aligned}$$

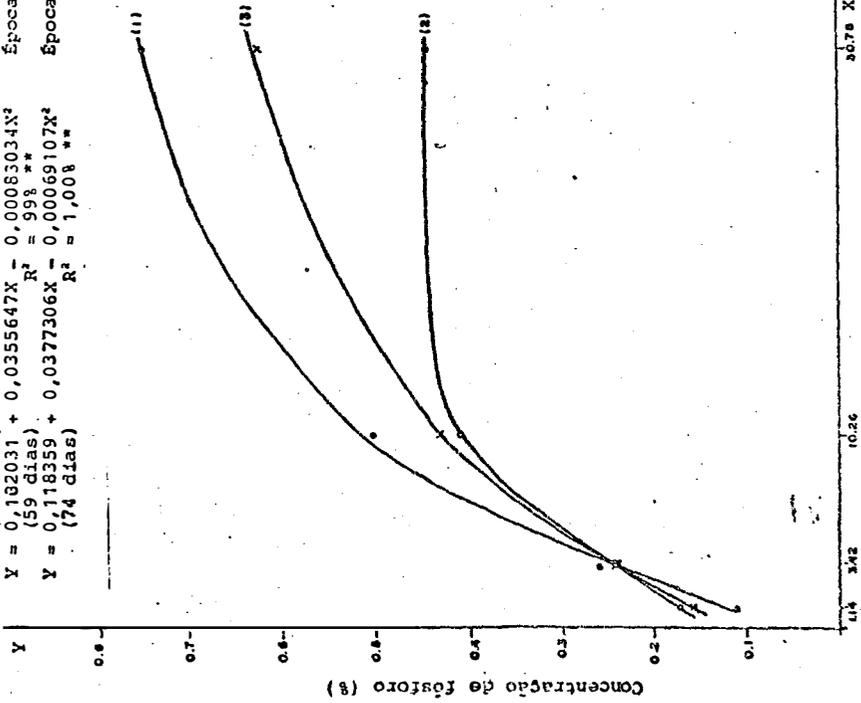


Figura 15 - Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e de concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 3M.

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,0375778 + 0,0358720X - 0,0007752X^2 & \text{Época 1 -} \\
 & \quad (44 \text{ dias}) & \quad R^2 = 99\% \text{ **} \\
 Y &= 0,086905 + 0,0077277X & \text{Época 2 -} \\
 & \quad (59 \text{ dias}) & \quad R^2 = 92\% \text{ **} \\
 Y &= 0,031953 + 0,0219040X - 0,00028070X^2 & \text{Época 3 -} \\
 & \quad (74 \text{ dias}) & \quad R^2 = 99\% \text{ **}
 \end{aligned}$$

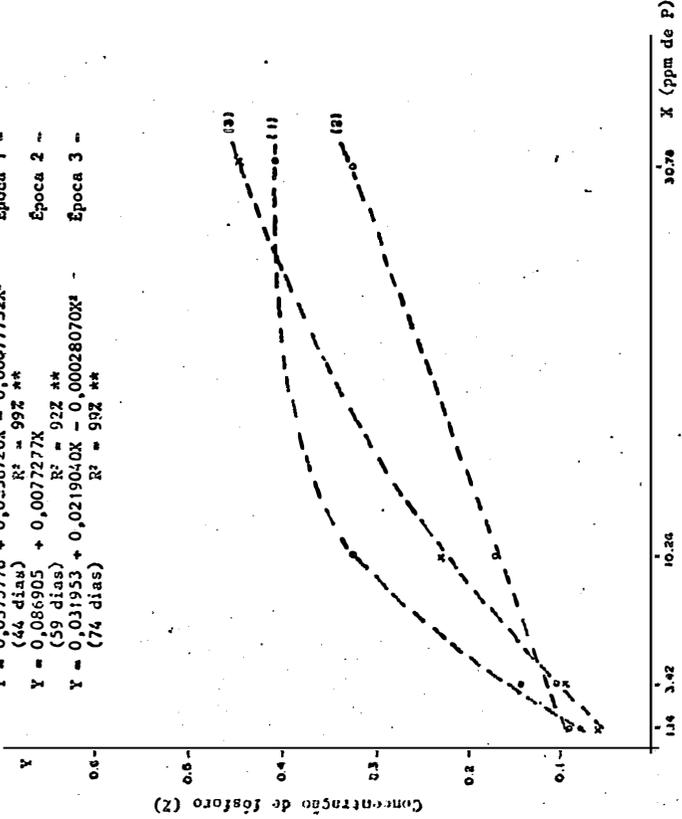


Figura 16 - Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 3M.

$$Y = 0,069922 + 0,0633825X - 0,00123624X^2 \quad \text{Epoca 1 - (44 dias)} \quad R^2 = 99\% **$$

$$Y = 0,075391 + 0,0412409X - 0,00097558X^2 \quad \text{Epoca 2 - (59 dias)} \quad R^2 = 99\% **$$

$$Y = 0,133281 + 0,0410187X - 0,00081975X^2 \quad \text{Epoca 3 - (74 dias)} \quad R^2 = 98\% *$$

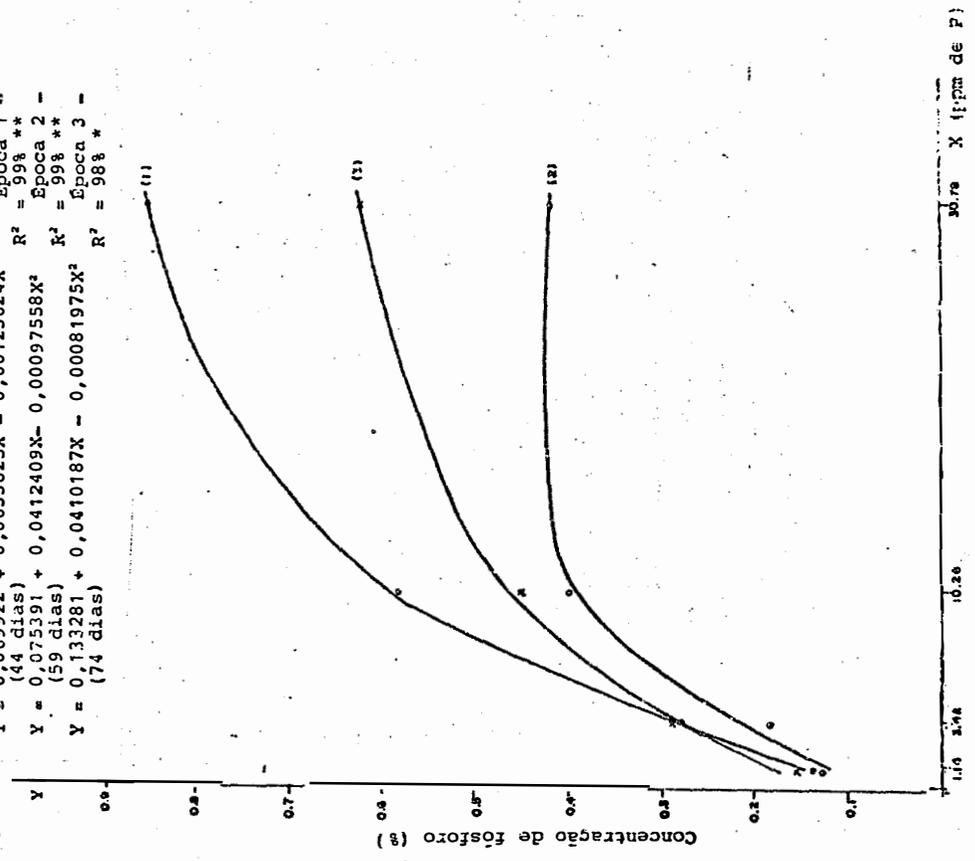


Figura 17 - Concentração de fósforo no limbo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 2M.

$$Y = 0,030859 + 0,0370135X - 0,00079176X^2 \quad \text{Epoca 1 - (44 dias)} \quad R^2 = 1,00\% **$$

$$Y = 0,037656 + 0,0198616X - 0,00032028X^2 \quad \text{Epoca 2 - (59 dias)} \quad R^2 = 98\% **$$

$$Y = 0,049687 + 0,0261593X - 0,00043786X^2 \quad \text{Epoca 3 - (74 dias)} \quad R^2 = 1,00\% **$$

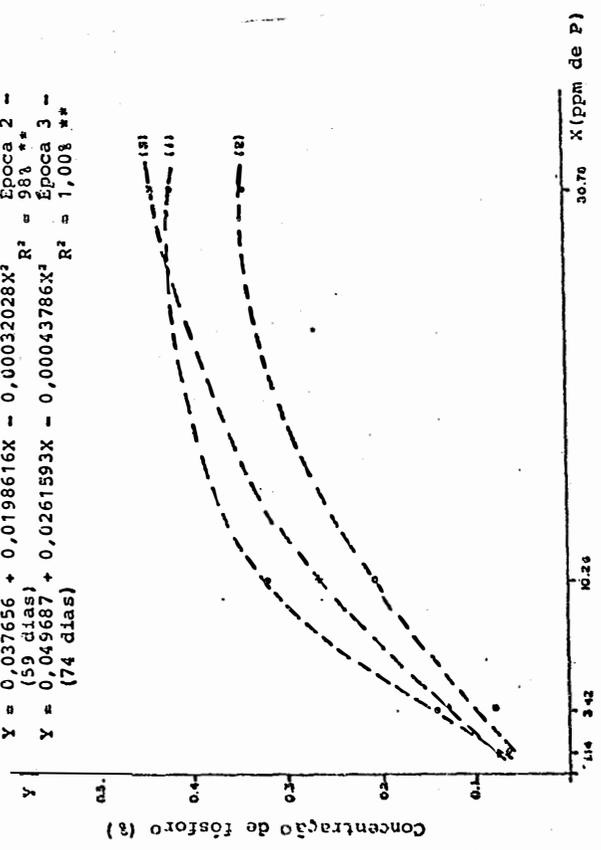


Figura 18 - Concentração de fósforo no pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva. Cultivar CNPA 2M.

4.5. CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO NO LIMBO E PECÍOLO DE ACORDO COM A ÉPOCA DA COLETA E CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO NAS SOLUÇÕES NUTRITIVAS

As análises de variância dos dados da concentração de fósforo no limbo e pecíolo mostraram efeito significativo para todos os fatores da variação, exceto ao efeito do bloco conforme Tabelas 28 e 29. A partir desta verificação realizou-se a análise de variância em cada cultivar para identificar a regressão que representa a variação da concentração de fósforo no limbo e no pecíolo em cada concentração de fósforo na solução nutritiva. As análises acham-se nas Tabelas 30 à 41. O exame dos dados mostra que há um indício do pecíolo ser mais indicado para avaliar o estado nutricional do algodoeiro do que o limbo nas plantas dos cultivares de ciclo anual vegetando nas concentrações de 1,14 e 3,42 ppm, de fósforo na solução nutritiva. No algodoeiro o pecíolo é a parte da folha mais sensível às variações de concentração de nutrientes do que no limbo foliar, confirmando as observações de SABBE e MACKENZIE (1973).

Na concentração de 1,14 ppm de fósforo na solução nutritiva, não observou-se decréscimo na concentração do fósforo no limbo e no pecíolo dos cultivares perenes, nas três épocas das amostragens, como foi verificado para as cul

tivares de ciclo anual, apesar das plantas apresentarem sintomas de deficiências. Segundo GAUCH (1972) em plantas deficientes de fósforo, a maior parte deste nutriente encontra-se em processo metabólico e sendo translocado das folhas velhas para os pontos meristemáticos. Como as plantas dos cultivares perenes tem um período vegetativo mais prolongado, admite-se que a contínua absorção do fósforo pelas raízes tenha sido suficiente para manter a concentração nos níveis revelados pela análise química das folhas. Nas cultivares de ciclo anual parte do fósforo absorvido foi translocado para os órgãos de frutificação.

As Figuras 19 à 24, representam os valores das variações das concentrações do fósforo no limbo e pecíolo (Y) em função do período do crescimento das plantas (X) e as respectivas equações. Verifica-se que nos cultivares de ciclo anual a concentração de fósforo no limbo e pecíolo decrescem linearmente com o tempo. Nos cultivares perenes, as equações que representam as variações da concentração de fósforo são, em geral, do segundo grau. MACKENZIE (1967) cita que, a concentração de fósforo no limbo e pecíolo das folhas do algodão é alta no início do crescimento e decresce durante a floração e frutificação. A absorção de fósforo pelo algodoeiro é contínua durante todo o desenvolvimento da planta, mas a maior parte do fósforo absorvido no período do crescimento vegetativo é translocado das folhas para os frutos e que, se

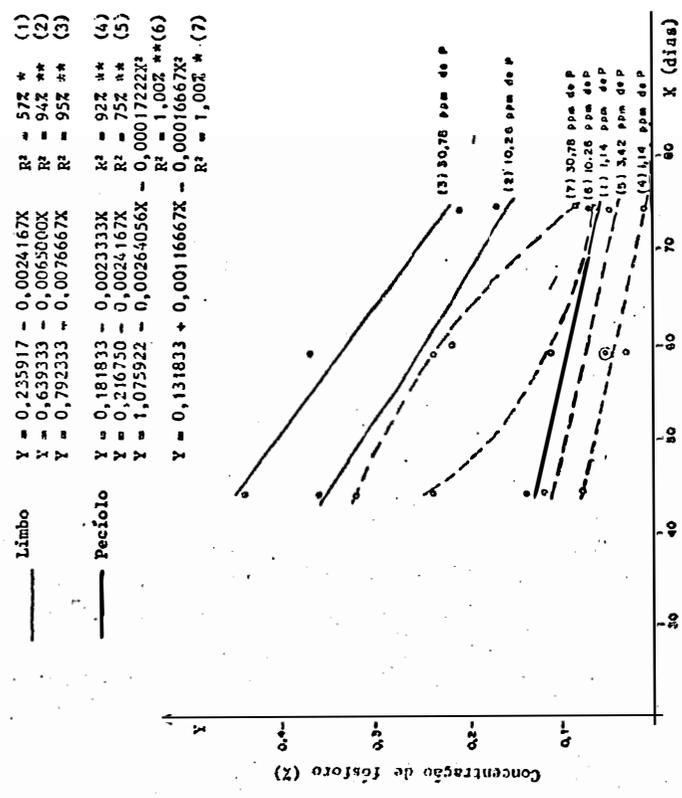


Figura 19 - Concentração de fósforo no limbo e pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas. Cultivar CNPA 78/SNE₄.

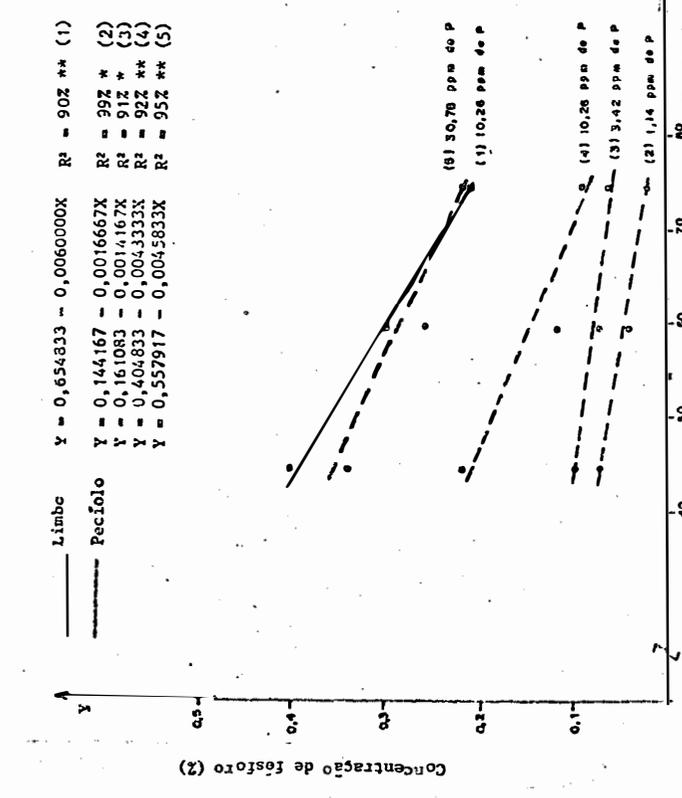


Figura 20 - Concentração de fósforo no limbo e pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas. Cultivar IAC-19.

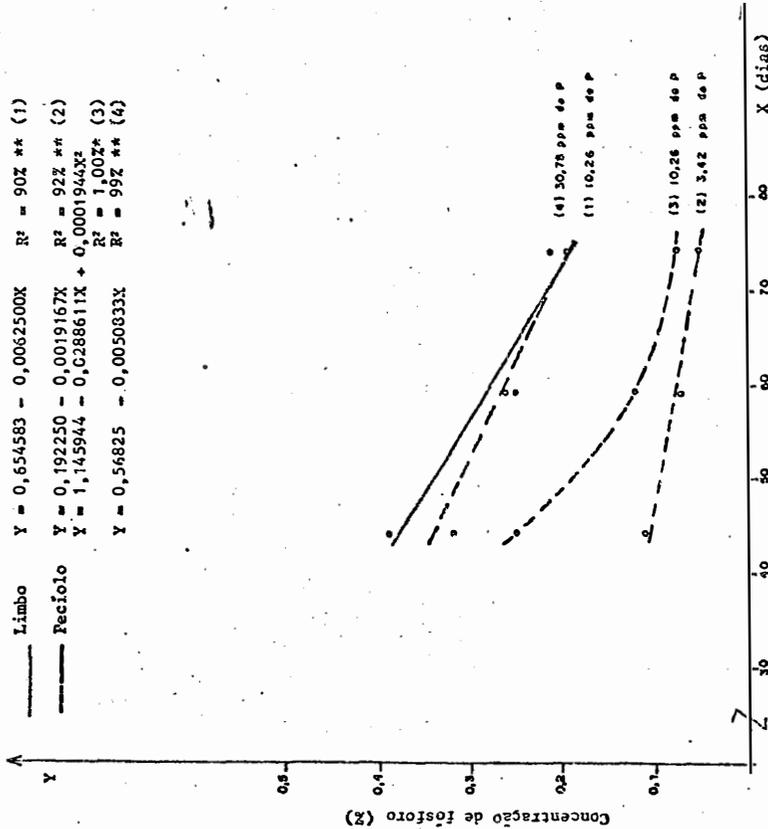


Figura 21 - Concentração de fósforo no limbo e pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas. Cultivar IAC-17.

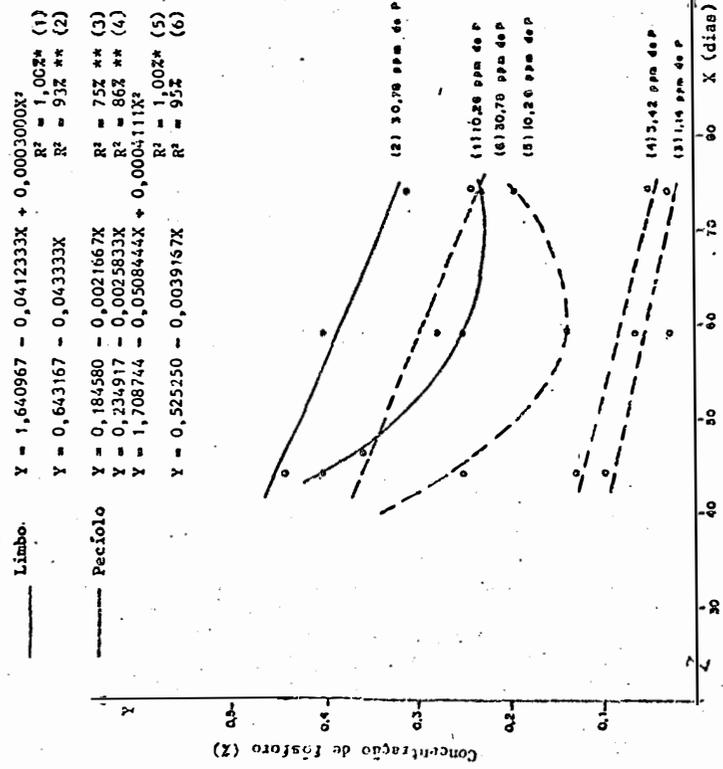


Figura 22 - Concentração de fósforo no limbo e pecíolo de acordo com a época da coleta das folhas. Cultivar IAC-20.

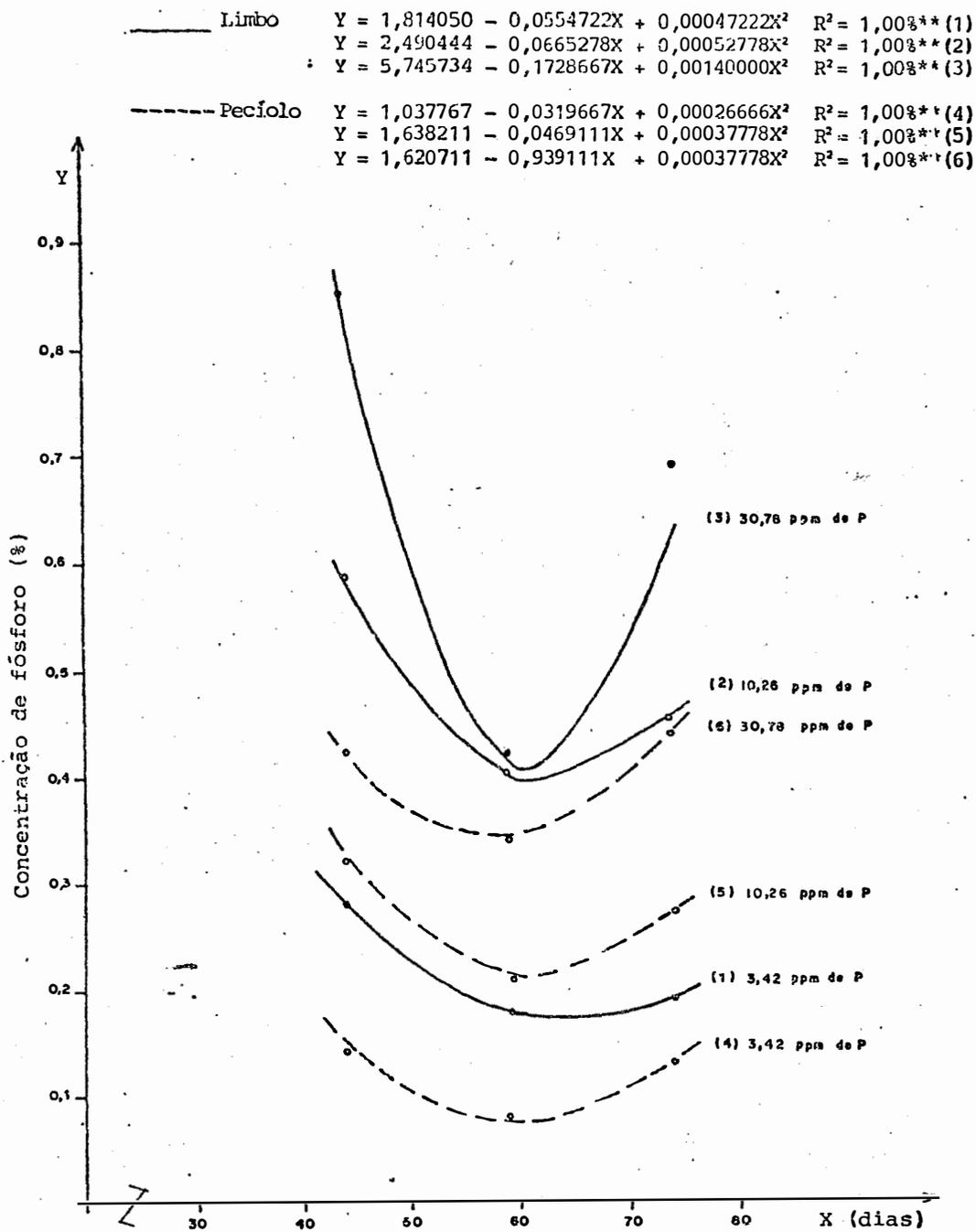


Figura 23 - Concentração de fósforo no limbo e pecíolo de acordo com a época de coleta das folhas. Cultivar CNPA 2M.

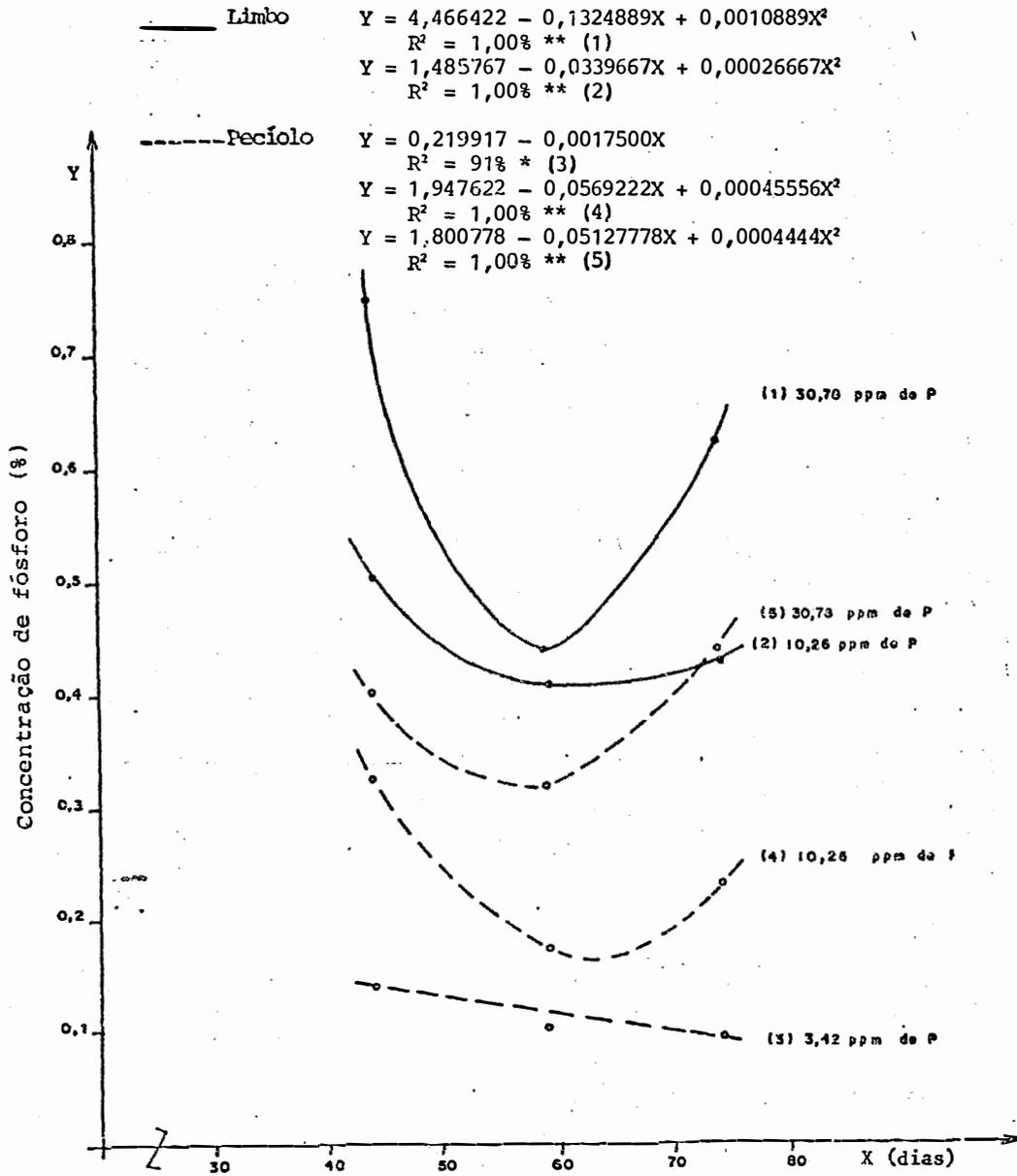


Figura 24 - Concentração de fósforo no limbo e pecíolo das folhas de acordo com a época da coleta das folhas. Cultivar CNPA 3M.

gundo BASSET et alii (1970), explica a diminuição da concentração de fósforo no limbo e pecíolo das folhas dos cultivares de ciclo anual. Para os cultivares perenes, as equações do segundo grau indicam que a concentração do fósforo decresceu da época 1 para a época 2 e desta para a época seguinte da amostragem ocorreu um incremento na concentração do fósforo. Em condição de campo, segundo DUQUE (1973), o algodoeiro perene apresenta no primeiro ano de vida uma diminuta frutificação e um crescimento vegetativo lento devido a sua adaptação às condições de deficiências hídricas que ocorre no seu hábito natural. Os dados obtidos neste estudo, sugerem que as plantas perenes tiveram uma paralização do seu crescimento, entre 54 a 79 dias do desenvolvimento, o que lhe permitiu aumentar a concentração do fósforo nas folhas.

As concentrações de fósforo no pecíolo e no limbo são maiores nos cultivares perenes do que nos cultivares de ciclo anual. Segundo BHATT (1983) a concentração de fósforo no algodoeiro é maior nas plantas com período vegetativo mais prolongado do que nas plantas mais precoces. O autor afirma, ainda, que nos cultivares tardios a translocação do fósforo absorvido no período vegetativo para os órgãos reprodutivos não ocorre com a mesma eficiência que se verifica nas plantas mais precoces. O declínio na concentração do fósforo nas cultivares de ciclo anual com o crescimento das plantas deve estar associado ao metabolismo energético do fósforo en

tre a fase vegetativa e reprodutiva da planta. Na primeira época da coleta das folhas, as plantas dos cultivares de ciclo anual apresentaram botões florais, havendo, portanto uma diferenciação do tecido meristemático na fase reprodutiva. A mobilidade do fósforo no interior da planta ocorre pelo floema, sendo translocado para os tecidos mais jovens através de absorção radicular ou migração dos órgãos mais velhos para as regiões de crescimento (MENDEL e KIRKBY, 1982).

Tabela 28 - Análise de variância da concentração de fósforo no limbo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva.

Causa da Variação	G.L	QM	F
Bloco	3	0,0008690	0,2537 ns
Cultivar	5	0,2491800	72,7529**
Conc. P na solução	3	1,8012431	525,9073**
Cultivar x P na solução	15	0,08243106	7,0979**
Resíduo (A)	69	0,00344250	-
Parcelas	95	-	-
Época	2	0,2298260	98,9041**
Cultivar x Época	10	0,0175810	7,5659**
P na solução x Época	6	0,0355052	15,2794**
Cultivar x P na solução x Época	30	0,0120919	5,2037**
Resíduo (B)	144	0,0023237	-
Total	287		

Média Geral: 0,2777

C.V. (A) 12,16%

C.V. (B) 17,35%

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 29 - Análise de variância da concentração de fósforo no pecíolo com a época da coleta e da concentração de fósforo na solução nutritiva.

Causa da Variação	G.L	QM	F
Bloco	3	0,0012985	0,9190 ns
Cultivar	5	0,0775187	54,8615**
Conc. P na solução	3	0,9204522	651,4225**
Cultivar x P na solução	15	0,0098939	7,0021**
Resíduo (A)	69	0,0014130	-
Parcelas	95	-	-
Época	2	0,1712837	184,4331**
Cultivar x Época	10	0,011 6470	12,5412**
P na solução x Época	6	0,0138105	14,8708**
Cultivar x P na solução x Época	30	0,0035389	3,8105**
Resíduo (B)	144	0,0009287	-
Total	287		

Média Geral: 0,163

C.V. (A) 13,30%

C.V. (B) 18,68%

** Significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 30 - Regressões polinomiais da concentração de fósforo no limbo do cultivar IAC-20 em função das épocas das amostragens das folhas e da concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa de Variação	G.L	QM	F
1,14	Linear	1	0,0028125	1,2103 ns
	Quadrática	1	0,0022042	0,9485 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0018000	0,7746 ns
	Quadrática	1	0,0004167	0,1793 ns
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0703125	30,2585**
	Quadrática	1	0,0077042	3,3154 ns
	Resíduo	144		
30,72	Linear	1	0,0055125	2,3722 ns
	Quadrática	1	0,0077042	3,3154 ns
	Resíduo	144		

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 31 - Regressões polinomiais da concentração de fósforo no limbo do cultivar IAC-19 em função das épocas das amostragens das folhas e da concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa da Variação	G.L	QM	F
1,14	Linear	1	0,0105125	4,5239*
	Quadrática	1	0,0077042	3,3154 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0045125	1,9419 ns
	Quadrática	1	0,0051042	2,1965 ns
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0760500	32,5303**
	Quadrática	1	0,0048167	2,0728 ns
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,1058000	45,5303**
	Quadrática	1	0,0054000	2,3238 ns
	Resíduo	144		

* significativo a 5%

** significativo a 1%

ns: não significativo.

Tabela 32- Regressões polinomiais da concentração de fósforo no limbo do cultivar IAC-20 em função das épocas das amostragens das folhas e da concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa de Variação	G.L	QM	F
1,14	Linear	1	0,0040500	1,7428 ns
	Quadrática	1	0,0028160	1,2121 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0084500	3,6364 ns
	Quadrática	1	0,0028167	1,2121 ns
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0612500	26,3585**
	Quadrática	1	0,0121500	5,2286*
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,0338000	14,5456**
	Quadrática	1	0,0024000	1,0328 ns
	Resíduo	144		

* significativo a 5%.

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 33 - Regressões polinomiais da concentração de fósforo no limbo do cultivar CNPA 78/SME₄ em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa da Variação	G.L	QM	F
1,14	Linear	1	0,0000500	0,0215 ns
	Quadrática	1	0,0002667	0,7349 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0001125	0,0484 ns
	Quadrática	1	0,0007042	0,3030 ns
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0648000	27,8862**
	Quadrática	1	0,0066667	2,8689 ns
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,0001125	0,0484 ns
	Quadrática	1	0,0000042	0,0017 ns
	Resíduo	144		

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 34 - Regressões polinomiais da concentração de fósforo no limbo do cultivar CNPA 3M em função das épocas das amostragens das folhas e da concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa da Variação	G.L	QM	F
1,14	Linear	1	0,0050000	2,1517 ns
	Quadrática	1	0,0037500	1,6137 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0012500	0,5379 ns
	Quadrática	1	0,0002667	0,1147 ns
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0112500	4,8413*
	Quadrática	1	0,0096000	4,1312*
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,0288000	12,3938**
	Quadrática	1	0,1600667	68,8836**
	Resíduo	144		

* significativo 5%.

** significativo 1%.

ns: não significativo.

Tabela 35 - Regressões polinomiais da concentração de fósforo no limbo do cultivar CNPA 2M em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa da Variação	G.L	QM	F
1,14	Linear	1	0,0015125	0,6508 ns
	Quadrática	1	0,0002042	0,0878 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0001125	0,0484 ns
	Quadrática	1	0,0301042	12,9551**
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0325125	13,9915**
	Quadrática	1	0,0376041	16,1826**
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,1058000	45,5305**
	Quadrática	1	0,2646000	113,8688**
	Resíduo	144		

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 36 - Regressões polinomiais da concentração de fósforo no pecíolo do cultivar IAC-17 em função das épocas das amostragens das folhas e da concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa de Variação	G.L	QM	F
1,14	Linear	1	0,0012500	1,3459 ns
	Quadrática	1	0,0004167	0,4486 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0066125	7,1201**
	Quadrática	1	0,0001042	0,1121 ns
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0630125	67,8499**
	Quadrática	1	0,0051042	5,4960*
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,0465125	50,0832**
	Quadrática	1	0,0002042	0,2198 ns
	Resíduo	144		

* significativo a 5%.

** significativo a 1%.

ns; não significativo.

Tabela 37 - Regressões polinomiais da concentração de fósforo no pecíolo do cultivar IAC-19 em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa de Variação	G.L.	QM	F
1,14	Linear	1	0,0098000	10,5523**
	Quadrática	1	0,0008167	0,8793 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0105125	11,3195**
	Quadrática	1	0,0035042	3,7731 ns
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0666125	71,7263**
	Quadrática	1	0,0040042	4,3115*
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,1152000	124,0438**
	Quadrática	1	0,0037500	4,0378*
	Resíduo	144		

* significativo a 1%.

** significativo a 5%.

ns: não significativo.

Tabela 38 - Regressões polinomiais da concentração de fósforo no pecíolo do cultivar IAC-20 em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa da Variação	G.L.	QM	F
1,14	Linear	1	0,0084500	9,0987**
	Quadrática	1	0,0028167	3,0329 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0120125	12,9347**
	Quadrática	1	0,0018375	1,9785 ns
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0098000	10,5523**
	Quadrática	1	0,0228167	24,5682**
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,0276125	29,7323**
	Quadrática	1	0,0012042	1,2966 ns
	Resíduo	144		

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 39 - Regressões polinomiais da concentração de fósforo no pecíolo do cultivar CNPA 78/SME₄ em função das épocas das amostragens das folhas e da concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa de Variação	G.L	QM	F
1,14	Linear	1	0,0050000	5,3939*
	Quadrática	1	0,0000167	0,0179 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0036125	3,8898*
	Quadrática	1	0,0003375	0,3634 ns
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0338000	36,3948**
	Quadrática	1	0,0028167	3,0329 ns
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,0378125	40,7153**
	Quadrática	1	0,0018375	1,9785 ns
	Resíduo	144		

* significativo a 5%.

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 40 - Regressões polinomiais para os níveis de época da concentração de fósforo no pecíolo do cultivar CNPA 3M em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa de Variação	G.L	QM	F
1,14	Linear	1	0,0006125	0,6595 ns
	Quadrática	1	0,0015042	1,6196 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0055125	5,9356*
	Quadrática	1	0,0005042	0,5428 ns
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0180500	19,4356**
	Quadrática	1	0,0280167	30,1674**
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,0024500	2,6380 ns
	Quadrática	1	0,0266667	28,7138**
	Resíduo	144		

* significativo a 5%.

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

Tabela 41 - Regressões polinomiais para os níveis de época da concentração de fósforo no pecíolo do cultivar CNPA 2M em função das épocas das amostragens das folhas e de concentração de fósforo na solução nutritiva.

Concentração de Fósforo (ppm)	Causa de Variação	G.L	QM	F
1,14	Linear	1	0,0001125	0,1211 ns
	Quadrática	1	0,0000042	0,0044 ns
	Resíduo	144		
3,42	Linear	1	0,0004500	0,4845 ns
	Quadrática	1	0,0096000	10,3369**
	Resíduo	144		
10,26	Linear	1	0,0060500	6,5144*
	Quadrática	1	0,0192667	20,7457**
	Resíduo	144		
30,78	Linear	1	0,0008000	0,8614 ns
	Quadrática	1	0,0192667	20,7457**
	Resíduo	144		

* significativo a 5%.

** significativo a 1%.

ns: não significativo.

4.6. CORRELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE FÓSFORO E A PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

Examinando-se os dados da Tabela 42, observa-se que os teores de fósforo que correspondem a produção máxima de matéria seca são maiores limbo do que no pecíolo independente de época da coleta das folhas e das cultivares. Verifica-se, ainda, que a concentração de fósforo no limbo e no pecíolo das folhas das cultivares de ciclo anual decresce em função da época da coleta das folhas, o que concorda com os dados citados por NELSON (1980). Nos cultivares de ciclo perene, a concentração de fósforo no limbo e pecíolo das folhas coletadas aos 74 dias, época 3, são superiores as concentrações das folhas coletadas aos 59 dias, época 2. Este comportamento é justificado pela variação das concentrações de fósforo nas folhas, conforme consta nas Figuras 19 a 24.

Os coeficientes das correlações entre a concentração de fósforo nas folhas e produção de matéria seca, são apresentados na Tabela 43. Constata-se que as correlações mais altas foram obtidas com os valores obtidos na época 1, correspondente às folhas coletadas aos 44 dias, com exceção do cultivar CNPA 3M e da cultivar CNPA 2M.

Para o algodoeiro são relatadas as correlações entre os teores de fósforo no limbo e no pecíolo e a produção de algodão em rama por BUENDIA e NEPTUNE (1971), e MELLO

et alii (1960), não encontraram correlação da concentração do fósforo na folha com a produção do algodoeiro.

Os níveis adequados de fósforo no limbo e no pecíolo acham-se na Tabela 43. Os níveis de fósforo encontrados no limbo são superiores aos níveis citados em NELSON (1980), para os cultivares de ciclo anual. No pecíolo os níveis de fósforo citados em HAGIN e TUCKER (1982), de 0,31 e 0,24% de fósforo no início e em plena frutificação, são superiores aos valores encontrados nas épocas 2 e 3 do presente trabalho quando as plantas de ciclo anual apresentavam flores e frutos.

Nos cultivares perenes os níveis determinados no pecíolo e no limbo são mais altos do que aqueles observados nos cultivares anuais, justificando-se pela diferença fisiológica entre os cultivares quando foram realizadas as amostragens das folhas, fato justificado por BHATT (1983).

Tabela 42 - Concentrações de fósforo em percentagem no pecíolo e no limbo correspondentes às produções máxima estimadas de matéria seca, em função do cultivar e da época.

CULTIVAR	ÉPOCA *	PECÍOLO	LIMBO
		p%	
IAC-17	1	0,30	0,40
	2	0,19	0,35
	3	0,14	0,30
IAC-19	1	0,29	0,41
	2	0,22	0,31
	3	0,07	0,19
IAC-20	1	0,30	0,42
	2	0,21	0,33
	3	0,22	0,31
CNPA 78/SME ₄	1	0,28	0,41
	2	0,21	0,34
	3	0,15	0,32
CNPA 2M	1	0,37	0,70
	2	0,27	0,39
	3	0,34	0,56
CNPA 3M	1	0,36	0,63
	2	0,25	0,43
	3	0,33	0,53

* Época 1 - 44 dias; Época 2 - 59 dias; Época 3 - 74 dias.

Tabela 43 - Coeficientes de correlação entre as porcentagens de fósforo no pecíolo e no limbo e a produção de matéria seca, em funções do cultivar e da época da coleta das folhas.

CULTIVAR	ÉPOCA	PECÍOLO	LIMBO
IAC-17	1 (44 dias)	0,87**	0,92**
	2 (59 dias)	0,76**	0,79**
	3 (74 dias)	0,65**	0,81**
IAC-19	1 (44 dias)	0,89**	0,89**
	2 (59 dias)	0,71**	0,87**
	3 (74 dias)	0,76**	0,85**
IAC-20	1 (44 dias)	0,79**	0,89**
	2 (59 dias)	0,72**	0,79**
	3 (74 dias)	0,72**	0,82**
CNPA 78-SME ₄	1 (44 dias)	0,64**	0,80**
	2 (59 dias)	0,48 ns	0,65**
	3 (74 dias)	0,55*	0,56*
CNPA 2M	1 (44 dias)	0,74**	0,70**
	2 (59 dias)	0,54*	0,87**
	3 (74 dias)	0,57*	0,56*
CNPA 3M	1 (44 dias)	0,68**	0,66**
	2 (59 dias)	0,61*	0,75**
	3 (74 dias)	0,71**	0,69**

ns: não significativo .

* significativo a 5%.

** significativo a 1%.

5. CONCLUSÕES

1- O nível externo de fósforo que determina a produção máxima de matéria seca em grama/planta é de 19.2 ppm a 21.9 ppm para todos os cultivares.

2- O limbo e o pecíolo são adequados para a determinação do nível crítico em todas as cultivares.

3- A época mais adequada para a coleta das folhas nas cultivares de ciclo anual é dos 44 dias após a semeadura e para as cultivares de ciclo perene corresponde aos 59 dias após a semeadura.

4- Os níveis críticos internos de fósforo não coincidem entre os cultivares e as partes analisadas, sendo que para as cultivares de ciclo anual aos 44 dias o nível de P no limbo é de 0,40-0,42% e no pecíolo 0,25-0,30%. Para as cultivares perenes aos 59 dias o nível de P no limbo é de 0,31-0,35% e no pecíolo de 0,19-0,22%.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.; SILVA, F.P. da & BEZERRA, F.F. Efeitos da adubação com macronutrientes na cultura do algodão mo-cô, *G. Hirsutum* Marie Galante Hutch, no Estado do Ceará. Ciências Agrônômicas. Fortaleza, 3(1/2): 17-22, 1973.

BARREIRO NETO, M.; SOUZA, J.G. de.; BRAGA SOBRE, R.J.; VIEIRA, R.M. de. Arquitetura de planta e queda de botões, flores e frutos em algodoeiro herbáceo tolerante à seca. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 18(10): 1085-1088, out. 1982.

BASSETT, D.M.; ANDERSON, W.D. & WERKHOVEN, C.H.E. Dry matter production and nutrient uptake in irrigated cotton (*Gossypium hirsutum*). Agronomy Journal. Madison, 62: 299-303, mar/apr., 1970.

BELTRÃO, N.E. de M. & AZEVEDO, D.M.P. de. Comportamento do algodoeiro arbóreo em diferentes épocas da adubação em ambiente oligotrófico. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. 18(5): 489-497, may 1983

BHATT, J.C. & APPUKUTTAN, E. Nutrient uptake in cotton in relation to plant architecture. Plant and Soil, 35: 381-388, 1971.

BHATT, J.G. Physiological approach to the concept of plant - type in cotton. Turrialba, 33(1): 73-82, 1983.

BOULANGER, J.; BIRCH, C.; PINHEIRO, D. & FARIAS, C. V.; Flutuações da produção do algodoeiro mocó. Recife. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1967. 22 p.

BUENDIA, J.P.L.; NEPTUNE, A.M.L. Adubação foliar do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L., var IAC-12), com nitrogênio, fósforo e potássio avaliada pela produção e diagnose foliar. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", XXVIII: 5-29, 1971.

COPE, J.T.; Relationships among of N, P, and K, soil test values, leaf analysis and yield of cotton at six locations. Communication Soil Science and Plant Anal. New York, 15(3): 253-276, 1984.

CORDEIRO, A. & CARVAJAL, J.P. La fertilizacion del algodoeiro y el analisis de los pecíolos. Universidade de Costa Rica. 1968, 27 p. Boletim Técnico nº 1, 1968.

CRISÓSTOMO, J.R.; FREIRE, E.C.; MOREIRA, J.A.N.; VIEIRA, R.M. de.; BARREIRO NETO, M.; SANTANA, J.C.F. de.; SANTOS, E.O. de.; CARVALHO, L.P. de.; MEDEIROS, L.C. & COSTA, J.N. Origem e características das variedades de algodoeiro arbóreo e herbáceo indicadas, para o Nordeste brasileiro. Campina Grande. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. 1983, 18 p.

DUQUE, G.O. Nordeste e as lavouras xerófilas. Fortaleza. Banco do Nordeste do Brasil. 1973, 238 p.

- ERGLE, D.R. & EATON, F.M. Aspects of Phosphorus Metabolism in the cotton plant. Plant Physiology. Lancaster, 32(2): 106-113. 1957.
- FREIRE, E.C.; SOUZA, L.S. da.; KORNELIUS, E.; RODRIGUES, E.M. & ALVES, E.J. Efeito da adubação nitrogenada e fosfatada em algodoeiro herbáceo no Estado de Sergipe. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 1978.
- GAUCH, G.H. Inorganic plant nutrition. Estados Unidos. Dowden. Hutchinson & Ross, 1972. 481 p.
- GOMES, I.F.; BELTRÃO, N.E.M. de.; FREIRE, R.M.M. & GALVÃO, S.J. Comparação de métodos de amostragens para dianose foliar em algodoeiro arbóreo no Estado da Paraíba. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. 17(4): 607-615. abr/1982.
- GOMES, F.P. A estatística moderna na pesquisa agropecuária Piracicaba. POTAFOS. 1984. 164p.
- HAGIN, J.; TUCKER, B. Fertilization of Dryland and Irrigated Soils. New York. Springer. Verlage. 1982.

- HALEVY, J. Growth rate and nutrient uptake of two cotton cultivar grown under irrigation. Agronomy Journal. Madison, 68: 701-705. set/out., 1976.
- HIROCE, R.; SILVA, N.M. da.; MAGAI, V.; BATAGLIA, O.C. & GALLO, R. Diagnose de nutrição nitrogenada e potássica do algodoeiro (*Gossypium Hirsutum* IAC 13-1) pela análise química foliar. Ciência e Cultura. São Paulo. 28(1): 51-56. 1976.
- JEWITT, T.N. Seasonal variations in the composition of young cotton leaves in the sudan gezira. Agr. Sci. Cambridge. 43: 89-91. 1951.
- JOHAN, H.E. The nutritional status of the cotton plant as indicated by tissue tests. Plant Physiol. Lancaster. 16(1): 78-81. 1951.
- MACKENZIE, A.J. Plant analysis as an aid to cotton fertilization. In: Soil testing and Plant Analysis. Part II. Plant Analysis. Madison. 167. p. 25-31. 1967.

MELLO, F.A.F. Contribuição ao estudo da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. IAC-817). Piracicaba, 1958. 57 p. (Tese de Doutorado).

MELLO, F.A.F.; SOBRINHO BRASIL, M.O.C.; HAAG, H.P. & ARZOLA, S.A. Diagnose foliar do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. IAC-817) no Brasil. Agros. Lisboa. 43(4): 233-239. Jul/Ago. 1960.

MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of Plant Nutrition. Zed. Bern/Switzerland International Potash Institute. 1982. 591 p.

NELSON, L.E. Phosphorus nutrition of cotton, peanuts, rice, sugarcane and tabaco. In: KHASAWNER, F.F.; SAMPLE, E.C. & KAMPRATH, E.J. The role of Phosphorus in Agriculture. Madison American Society of Agronomy. 1980. p. 694-702.

PASSOS, S.M. de G. Algodão. São Paulo. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1977. 24 p.

- PONDARIKAKSHUDU, R.; RAO, H.K.H. & MEENAKSHISUNDARAM, P.
C. Effect of N, P and K content in plant at maturity on yield and dry-matter production in american cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Indian J. Agric., 42(8): 690-694, 1972.
- ROCHA FILHO, J.V. de C. Efeitos dos sintomas de deficiências de macronutrientes no crescimento e composição do algodoeiro Mocô (*Gossypium hirsutum* L. var. Marie Galante. Hutch.). Piracicaba, 1971. 66 p. (Mestre - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SABBE, W.E. & MACKENZIE, A.J. Plant analysis as an aid to cotton fertilization. In: WALSH, L.M. & BEATON, J. D. ed. Soil testing an plant analysis. Madison. Soil Science Society of American. 1973. p. 299-313.
- 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, 43: 89-102, 1959.
- SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 1(3): 230-233, 1970.

- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. E.S.A. "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo. Piracicaba, maio. 39 p. 1974.
- SARRUGE, J.R.; GOMES, L.; HAAG, H.P.J.; MALAVOLTA, E. Estudo sobre a alimentação mineral do algodoeiro. Marcha da absorção do macronutriente. Anais de E.S.A. "Luiz de Queiroz". XX, 13-23. 1963.
- SILVA, N.M.; FERRAZ, C.A.M. & CAMPANA, N.F. Competição entre superfosfato simples e termofosfato em ensaio permanente com algodoeiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, 1(1): 34-37, 1970.
- SILVA, N.M.; FUZATTO, M.G. & FERRAZ, C.A. Efeito de termofosfatados e de superfosfato simples sobre a produção do algodoeiro em diferentes solos do Estado de São Paulo. Bragantia. Campinas, 29(4): 45-58, 1977.
- SOMMER, A.L. The relationship of the phosphate concentration of solution culture to the type and size of roots systems and the time of maturity of certain plants. Journal of Agriculture Research. 52(2): 134-148, 1936.

SOUZA, F.A.J. & CRISÓSTOMO, L.A. Efeitos de adubação fosfatadas por via foliar e ao solo no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) avaliada pela produção e diagnose foliar. Ciência e Agronomia. Fortaleza, 10(1): 35-41, 1980.

ULRICH, A. & HILLS, F.J. Principles and practices of plant analysis. In: Soil Science Society of America. Soil testing and plant analysis. Part II. Plant analysis. Madison, 1967. p.11-24.

WATTS, M.R.D. & OLIVEIRA, C.D. de. Carência de fósforo na cultura do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* var. *latifolium*) no Estado da Paraíba. Pesquisa Agropecuária no Nordeste. Recife, 3(1): 35-38, 1971.