

Mello

FRANCISCO DE ASSIS FERRAZ DE MELLO

Engenheiro Agrônomo

Assistente da 2ª Cadeira "Química Agrícola"

Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", U.S.P.

\* \* \* \* \*

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO

DA DIAGNOSE FOLIAR AO ALGODOEIRO

(Gossypium hirsutum L., var. IAC 817)

\* \* \* \* \*

TESE DE DOUTORAMENTO

apresentada à

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", U.S.P.

Outubro de 1958

PIRACICABA - ESTADO DE SÃO PAULO

BRASIL

Mello

-I-

## HOMENAGEM PÓSTUMA

Ao saudoso mestre, meu ex-professor de Química Agrícola, Dr. José de Mello Moraes, a quem muito devo desde quando estudante na "Luiz de Queiroz".

DEDICO

a meus pais

INDICE

<u>MATÉRIA</u>	<u>PÁGINA</u>
Dedicatória	I
1. Introdução	1
2. Revisão da literatura	2
3. Material e métodos	5
3.1. Ensaio em vasos	5
3.1.1. Descrição	5
3.1.2. Coleta de fôlhas para diagnose	7
3.1.3. Colheita do algodão	7
3.2. Ensaio de campo	7
3.2.1. Características	7
3.2.2. Local	8
3.2.3. O experimento	11
3.2.4. Coletas de fôlhas para diagnose	12
3.2.5. Colheita	12
3.3. Análises químicas	12
3.3.1. Análise de terra	12
3.3.1.1. Amostragem	12
3.3.1.2. Métodos químicos	13
3.3.2. Análise de fôlhas	14
3.3.2.1. Preparo das amostras	14
3.3.2.2. Métodos químicos	14
4. Resultados e discussão	16
4.1. Ensaio em vasos	16
4.1.1. Produção	16
4.1.2. Diagnose foliar	18
4.2. Ensaio de campo	26
4.2.1. Produção	26
4.2.2. Diagnose foliar	29

4.2.3. Teores de K nas fôlhas correspondentes à produção máxima	45
5. Resumo e conclusões	49
6. Agradecimentos	53
7. Literatura citada	54



Fryellu

## 1. INTRODUÇÃO.

A busca de um método ideal para se determinar as necessidades de adubação das culturas tem se tornado o alvo para o qual desde há muito vêm se convergindo as atenções dos cientistas agrícolas. Entretanto, a despeito de todos os esforços, basta que se lembre do grande número de métodos existentes para se concluir que nem sempre eles apresentam informações seguras.

O processo da diagnose foliar, tem fornecido resultados satisfatórios para muitas culturas (VIAL e HERRERA, 1954; LUNDEGÅRDH e outros, 1954; WALLACE e outros, 1956). Em nossas condições, êle está sendo empregado em estudos de fertilização do cafeeiro e da cana-de-açúcar pela Secção Técnica de Química Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" em colaboração com outras cadeiras da mesma Escola (COURY e colaboradores, 1957; MALAVOLTA e colaboradores, 1957; MALAVOLTA e colaboradores, 1958). Devido aos resultados animadores obtidos nestes experimentos refletimos sôbre a aplicação do referido método ao algodoeiro.

Ao que nos parece, o único estudo nesse sentido foi feito por BELOUSOV e SDVIZHENSKAYA (1954), sendo pois, bastante escassas as informações disponíveis. Em nosso meio, ao que sabemos, o assunto não tem sido explorado.

Pelos motivos acima expostos e considerando o valor ponderável do algodoeiro para o Estado de S. Paulo decidimos realizar uma série de estudos aplicando a essa malvacea o método da diagnose foliar, sendo o trabalho que ora apresentamos o relato das primeiras observações.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA.

Neste capítulo faremos referências também a alguns trabalhos que buscam correlacionar a composição das folhas ou das plantas com o estado de nutrição das mesmas, com a produção de algodão ou com os nutrientes disponíveis de vez que a diagnose foliar propriamente dita tem sido muito pouco empregada ao algodoeiro.

Usando a técnica das soluções nutritivas, WADLEIGH (1938) verificou que o número de maçãs por algodoeiro aumentava com a concentração de N na solução mas não havia muita variação na quantidade desse elemento nas plantas.

PHILLIS e MASON(1939) cultivaram algodoeiros em areia lavada de sorte que, mantendo constantes os níveis de P e K e de N e P adicionavam aos vasos doses crescentes de N, no primeiro caso e de K, no segundo. As análises químicas revelaram que, nas séries que receberam doses crescentes de N haviam fortes correlações entre as quantidades desse nutriente no limbo das folhas e na planta toda; o mesmo acontecia em relação ao P e ao K. Entretanto, nas séries que receberam doses crescentes de K tais correlações existiam apenas em relação a esse elemento.

Correlação significativa foi achada por CROWTHER (1941) entre a percentagem de N na matéria seca das folhas de "seedlings" de algodoeiro e a produção.

COOPER e GARMAN(1942) estudaram os efeitos de aplicações de sódio sobre a produção e composição de algodoeiros cultivados em diferentes níveis de fertilização potássica. No que tange ao K, eles concluíram que a produção de algodão em carôço bem como o número de e.mg de K por 100 g de matéria seca ao ar aumentava quando maiores quantidades de fertilizante potássico eram empregadas. O mesmo estudo, mas sob um maior

período de observações, foi relatado por COOPER e colaboradores (1953), confirmando os resultados de COOPER e GARMAN (1942).

O efeito da reação do solo sobre a produção e composição do algodoeiro foi estudado por PADEN e GARMAN (1946). Usando enxofre ou calcário dolomítico, esses autores obtiveram canteiros experimentais com pH 5,0, 5,5, 6,0 e 6,5. As médias das produções de 6 anos de experimento mostraram que elas estavam inversamente relacionadas com a acidez do solo. Posteriormente, análises de plantas cultivadas nos mesmos locais revelaram que os teores em K, Na e Ca diminuíam com o aumento do pH dando-se o contrário com o Mg.

JOHAM (1951) constatou que os níveis de N nítrico, P, K, Ca e Mg no terceiro e quarto pecíolos a partir do ápice do caule de algodoeiros de 90 dias de idade refletiam a disponibilidade desses elementos no substrato. Concluiu que testes em tecidos podem ser úteis na diagnose do estado nutricional dessa planta.

JEWITT (1953) relatou os resultados de 3 anos de experimentos no Sudão. Ele verificou que as produções de algodão estavam inversamente correlacionadas com os teores em N, P, K e Ca das folhas, colhidas quando as plantas tinham pouco mais de um mês de idade.

APPLING e GIDDENS (1954), estudando a variação nos conteúdos de Na e K em diferentes partes do algodoeiro, verificaram que, no que tange ao último, as aplicações ao solo de KCl, só ou combinado com NaCl, determinavam um aumento na concentração desse nutriente nas folhas acompanhado por um acréscimo na produção de algodão em carôço.

A técnica da diagnose foliar foi aplicada ao algodoeiro por BELOUSOV e SDVIZHENSKAYA (1954). Esses autores constataram que a referida técnica fornece melhores informações quanto aos nutrientes disponíveis na zona radicular que

as análises de solos.

PACK e GOMEZ(1956) correlacionaram as concentrações em N, P e K das folhas de algodoeiro com os teores dos mesmos disponíveis no solo, determinados por diversos processos. Foram obtidas correlações significativas positivas em todos os casos exceto naqueles que envolviam N.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS.

#### 3.1. Ensaio em vasos.

##### 3.1.1. Descrição.

A terra empregada é a arenosa (RANZANI, 1956) do campo experimental da Seção Técnica de Química Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. A análise efetuada sobre uma amostra da mesma revelou o seguinte (Quadro I):

Característica	Valor	Interpretação*
Nitrogênio total	0,083 %	Teor médio
Fósforo trocável	0,214 e.mg $PO_4^{=}$ por 100 g T.F.S.E.	Teor médio
Potássio trocável	0,181 e.mg $K^+$ por 100 g T.F.S.E.	Teor médio
Cálcio trocável	2,700 e.mg $Ca^{++}$ por 100 g T.F.S.E.	Teor médio
Carbono	0,748 %	Teor baixo
pH	5,5	Acidez média

\* Segundo Catani e colaboradores - Boletim nº 69 do Instituto Agrônomo, Campinas.

Quadro I

Após secagem ao ar peneiramos em tamis de 2 mm, e homogeneizamos uma quantidade da referida terra superior àquela requerida para este ensaio, de onde retiramos porções de 15 kg que adubamos convenientemente, exceto no caso das testemunhas, e passamos para vasos de barro envernizados e numerados.

O delineamento experimental foi o fatorial NPK 2x2x2, com 3 repetições de tratamentos, como indicamos a seguir (Quadro II).

Tratamento	Vaso			Adubação
1	1	9	17	Testemunha
2	2	10	18	N
3	3	11	19	P
4	4	12	20	K
5	5	13	21	NP
6	6	14	22	NK
7	7	15	23	PK
8	8	16	24	NPK

Quadro II

Os adubos foram empregados nas seguintes quantidades:

Salitre do Chile (15,5% N) .....	5,0 g por vaso
Superfosfato simples (18-20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) ...	8,5 " " "
Sulfato de potássio (48-50% K <sub>2</sub> O) .....	3,5 " " "

sendo a dose de salitre do Chile aplicada em duas porções, a saber: 2,5 g na sementeira e 2,5 g em cobertura, 50 dias após.

Por ocasião da sementeira (30/11/957) cada vaso recebeu 3 sementes de algodão (Gossypium hirsutum, L. variedade I.A.C.817), ficando apenas uma planta após o desbaste.

Durante o transcorrer do experimento os vasos e os coletores respectivos, também de barro e envernizados, ficaram dispostos ao acaso sobre um vagonete, sendo mudadas semanalmente as suas posições relativas.

As plantas eram expostas ao sol durante a manhã; à tarde e à noite, bem como nos dias chuvosos ou de ventos fortes, ficavam recolhidas na casa de vegetação. As irrigações foram efetuadas sempre que necessárias, usando-se uma quantidade tal de água que não havia percolação total.

### 3.1.2. Coleta de fôlhas para diagnose.

Dois tipos de fôlhas, segundo as suas posições na planta, maduras mas não velhas (PREVOT e OLLAGNIER, 1956), foram tomadas, separadamente, a saber: fôlhas localizadas sobre ramos produtivos situados no terço médio do algodoeiro, que chamamos "folhas produtivas" e fôlhas nascidas diretamente do caule, que denominamos "fôlhas não produtivas".

As amostragens foram feitas em duas ocasiões, de acôrdo com as recomendações de PREVOT(1953): a primeira no início do florescimento e a segunda quando as primeiras maçãs começaram a aparecer, aos 70 e 100 dias aproximadamente após a sementeira, variando com o desenvolvimento de cada planta, ambas pela manhã e no mesmo horário (entre 9,00 e 10,00 horas) para serem evitados possíveis êrros devidos às variações diárias da composição das fôlhas (PHILLYS e MASON, 1942). Em ambas as oportunidades, foram colhidas 4 fôlhas por planta, duas produtivas e duas não produtivas, sendo as do mesmo tipo e tratamento colocadas em um mesmo saco de papel.

### 3.1.3. Colheita do algodão.

Sempre que um capulho se apresentava totalmente aberto e a cápsula completamente sêca procedíamos à colheita do algodão, que, a seguir, era exposto ao ar para secagem e pesado em balança de torsão. Os pêsos do algodão (fibra mais carôço) de todos os capulhos de uma mesma planta, assim determinados, eram somados a fim de se obter a produção da mesma.

## 3.2. Ensaio de campo.

### 3.2.1. Características.

O delineamento experimental foi o fatorial NPK, 3x3x3, com dois blocos incompletos (A e B) com confundimento

Cada bloco possuía 27 canteiros de 4,5 m x 10,0 m, sem separação, correspondentes aos 27 tratamentos (ver esquema abaixo). Na ocasião do plantio, cada parcela continha 5 sulcos paralelos, dispostos no sentido da maior dimensão e num espaçamento de 0,9 m.

Sub bloco IV			Sub bloco V			Sub bloco VI			
25	5	20	11	23	2	24	14	4	
1	13	12	18	22	27	26	9	15	BLOCO <u>B</u>
16	6	21	19	7	10	17	3	8	
20	1	12	15	24	9	7	10	2	
16	13	25	26	3	4	19	11	23	BLOCO <u>A</u>
5	6	21	17	8	14	22	27	18	
Sub bloco I			Sub bloco II			Sub bloco III			

Esquema do ensaio de campo

Os números nos canteiros se referem aos tratamentos que são os contidos no Quadro III.

Os índices à direita e abaixo dos símbolos do nitrogênio, do fósforo e do potássio indicam os níveis em que êsses nutrientes foram aplicados, o que se encontra resumido no Quadro IV.

### 3.2.2. Local.

O experimento foi conduzido numa área do campo experimental da Seção Técnica de Química Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, cujo solo é arenoso e profundo (RANZANI, 1956).

Foram tomadas duas amostras de terra, uma em cada bloco. As análises das mesmas revelaram o seguinte (Quadros V e VI).



Tratamentos

Nº do canteiro	Tratamento
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>
2	N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>
3	N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>
4	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>
5	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>
6	N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>
7	N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>
8	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>
9	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>
10	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>
11	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>
12	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>
13	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>
14	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>
15	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>
16	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>
17	N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>
18	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>
19	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>
20	N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
21	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>
22	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>
23	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
24	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>
25	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>
26	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>
27	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>

Fertilizantes e quantidades empregadas

Adubo empregado	Nível	Elemento kg/ha	Adubo kg/ha	Adubo g/parcela	Adubo g/sulco
Salitre do Chile (15,5% N)*	0	0 de N	0,0	0,0	0,0
--"---	1	50 "	220,0	990,0	198,0
--"---	2	100 "	440,0	1.980,0	396,0
Superfosfato (18-20% P2O5)	0	0 de P2O5	0,0	0,0	0,0
--"---	1	75 "	375,0	1.687,5	337,5
--"---	2	150 "	750,0	3.375,0	675,0
Sulfato de potássio (48-50% K2O)	0	0 de K2O	0,0	0,0	0,0
--"---	1	75 "	156,3	702,0	140,4
--"---	2	150 "	312,6	1.404,0	280,8

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

Quadro IV

Características do solo - Bloco A

Característica	Valor	Interpretação
Nitrogênio total	0,112%	Teor médio
Fósforo trocável	0,363 e.mg $PO_4^{=}$ /100 g T.F.S.E.	Teor elevado
Potássio trocável	0,084 e.mg $K^+$ /100 g T.F.S.E.	Teor baixo
Cálcio trocável	2,700 e.mg $Ca^{++}$ /100 g T.F.S.E.	Teor médio
Matéria orgânica	1,186%	Teor baixo
pH	5,6	Acidez média

## Quadro V

Características do solo - Bloco B

Característica	Valor	Interpretação
Nitrogênio total	0,126%	Teor médio
Fósforo trocável	0,214 e.mg $PO_4^{=}$ /100 g T.F.S.E.	Teor médio
Potássio trocável	0,075 e.mg $K^+$ /100 g T.F.S.E.	Teor baixo
Cálcio trocável	2,800 e.mg $Ca^{++}$ /100 g T.F.S.E.	Teor médio
Matéria orgânica	1,135%	Teor baixo
pH	5,4	Acidez média

## Quadro VI

Para a interpretação dos resultados dos Quadros V e VI baseamo-nos nos padrões de fertilidade estabelecidos pelo Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (CATANI e outros, 1955).

3.2.3. O experimento.

Data da instalação: 9/11/1957.

As parcelas foram adubadas manualmente, colocando-se os fertilizantes nos sulcos de modo uniforme e misturando-os

com terra. Sementes de algodão da variedade I.A.C.817 foram então depositadas em linha contínua, abundante e uniformemente, sendo, a seguir, cobertas com um pouco de terra. Proce-  
deu-se ao desbaste cêrca de 40 dias após deixando-se um espa-  
çamento de 0,20 m entre duas plantas consecutivas na linha.

Cêrca de 50 dias após a sementeira aplicou-se salitre do Chile em cobertura, aos canteiros que receberam N.

Durante o transcorrer do experimento foram observa-  
das as práticas culturais recomendadas.

#### 3.2.4. Coleta de fôlhas para diagnose.

Foram feitas duas amostragens de acôrdo com as re-  
comendações de PREVOT(1953): no início do florescimento e quan-  
do as primeiras maçãs começaram a aparecer (aos 90 e 120 dias,  
aproximadamente, após a sementeira), observando os mesmos crité-  
rios quanto às posições das fôlhas e hora de amostragem descri-  
tos em 3.1.2.

Dez "fôlhas produtivas" e 10 "não produtivas" de ca-  
da uma das 3 linhas centrais foram colhidas por canteiro e pas-  
sadas para os respectivos saquinhos de papel devidamente rotu-  
lados. Cada amostra era, pois, constituída de 30 fôlhas toma-  
das ao acaso.

#### 3.2.5. Colheita.

Registrou-se neste trabalho apenas o produto colhido  
nas 3 linhas centrais de cada parcela.

### 3.3. Análises químicas.

#### 3.3.1. Análise de terra.

##### 3.3.1.1. Amostragem.

a) Ensaio em vasos - Da terra preparada para êste

ensaio (3.1.1.) retiramos aproximadamente 500 g para análise química.

b) Ensaio de campo - Feito pelo sistema de amostras compostas (CATANI e outros, 1955). As amostras foram secas ao ar, peneiradas em tamis de 2 mm e homogeneizadas.

### 3.3.1.2. Métodos químicos.

a) Nitrogênio. Método de Kjeldahl modificado (MALAVOLTA e COURY, 1954).

b) Fósforo. Método do azul de molibdênio, segundo as recomendações de CATANI e colaboradores(1955). Efetuamos as leituras em um colorímetro Klett-Summerson modelo 800-3, série 14816, usando filtro vermelho (comprimento de onda de 650 m $\mu$  ).

c) Potássio trocável. Método de fotometria de chama, conforme adaptação de MALAVOLTA(não publicado), para o fotômetro Beckman, modelo B, série 93980.

Extraímos o elemento que se encontrava na forma trocável em 10 g de terra com 100 ml de HNO<sub>3</sub> 0,05 N empregando a técnica de percolação (PAIVA NETO, 1942).

d) Cálcio trocável. Método volumétrico conforme recomendam CATANI e colaboradores(1955). A extração foi feita por percolação (PAIVA NETO, 1942).

e) Índice pH. Medido segundo RANZANI(1952), por meio de um potenciômetro BECKMAN, modelo H-2.

f) Matéria orgânica. Determinamos o C total por via seca no aparelho de LINDBERG tipo CD, série nº DB 222 e utilizamos a expressão

$$\text{m.o. \%} = \text{C \%} \times 1,724$$

### 3.3.2. Análise de fôlhas.

#### 3.3.2.1. Preparo das amostras.

Após a chegada das amostras de fôlhas ao laboratório, destacamos imediatamente, os pecíolos dos limbos correspondentes. Limbos e pecíolos foram postos a secar separadamente em estufa à 70-80°C, moídos em um micro-moinho WILEY com peneira de malha 30 e guardados em frascos de tampa esmerilhada para análises. Neste trabalho faremos referências apenas a limbo foliar.

#### 3.3.2.2. Métodos químicos.

a) Nitrogênio. Método micro Kjeldahl, citado por MALAVOLTA(1957), modificado.

Passamos para um balão Kjeldahl de 100 ml, 0,05 g do material seco e moído e 6 ml de uma mistura digestora que preparamos adicionando a 175 ml de água destilada 3,6 g de  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ , 48,5 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 4,0 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  e 200 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Transportamos o balão para um microdigestor e aquecemos, a princípio com chama fraca até que não houvesse mais formação excessiva de espuma. Desse ponto em diante, aumentamos gradativamente a temperatura até que a solução se tornasse azul clara e não houvesse mais matéria orgânica. Prosseguimos o aquecimento durante mais 30 minutos. Esfriamos, passamos o líquido para um balão graduado de 25 ml e completamos o volume com a água proveniente de uma lavagem rigorosa do "Kjeldahl". Arrolhamos e homogeneizamos a solução.

Pipetamos 10 ml do extrato assim preparado para um microdestilador de KIRK, fabricado pela Arthur Thomas Co., Philadelphia, U.S.A. Adicionamos 10 ml de uma solução 18 N em NaOH e destilamos. Recolhemos o produto destilado em uma

solução 0,01 N em  $H_2SO_4$  cujo excesso determinamos por titulação com uma solução de NaOH 0,01 N, usando duas gotas de vermelho de metila a 0,5% como indicador.

b) Preparo do extrato para dosagem do fósforo e do potássio - método de TOTH e colaboradores(1948), usando 0,5 g de material.

c) Dosagem do P - Utilizamos o método descrito por LOTT e colaboradores(1956).

d) Dosagem do K - Pelo fotômetro de chama Beckman, modelo B, série 93980.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.4.1. Ensaio em vasos.4.1.1. Produção.

No Quadro VII damos as produções de algodão em carôço obtidas.

Produções de algodão em carôço

Tratamento	Repetição			Total	Média
	1ª	2ª	3ª		
Testemunha	12,10	12,57	13,55	38,22	12,74
N	14,16	14,37	16,12	44,65	14,88
P	10,48	10,65	8,41	29,54	9,85
K	7,40	9,85	10,53	27,78	9,26
NP	12,55	12,72	16,10	41,37	13,79
NK	13,67	15,61	17,45	46,73	15,58
PK	11,55	11,59	12,05	35,19	11,73
NPK	12,28	15,81	18,99	47,08	15,69

Quadro VII

A análise estatística desses dados revelou um efeito significativo de N ao nível de 0,1% e uma interação significativa ao nível de 5% (BRIEGER, 1946) entre P e K (Quadro VIII).

O efeito do N, aliás, já era de se esperar, pois, na terra usada ele era o elemento que se encontrava no mínimo (Quadro I) com um teor muito próximo daquele característico para solos deficientes do Estado de São Paulo (CATANI e colaboradores, 1955).

Estudamos a seguir os efeitos do P e do K, isoladamente e na presença um do outro (Quadro IX).



Análise da variância das produções

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	$\bar{v}$
N	1	100,450	100,450	10,022	5,645 ***
P	1	0,732	0,732	0,855	0,484
K	1	0,375	0,375	0,612	0,347
Interação NxP	1	0,115	0,115	0,339	0,192
" NxK	1	6,594	6,594	2,568	1,454
" P <del>x</del> K	1	16,203	16,203	4,025	2,279 *
" NxP <del>x</del> K	1	6,469	6,469	2,543	1,440
(Tratamento)	(7)	(130,938)	-	-	-
Resíduo	16	49,793	3,112	1,766	-
Total	23	180,731	-	-	-

Quadro VIII

Efeitos do P e do K

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
P (sem K)	1	11,92	11,92	3,83
P (com K)	1	5,02	5,02	1,61
K (sem P)	1	5,82	5,82	1,87
K (com P)	1	10,75	10,75	3,45
Resíduo	16	49,793	3,112	-

O limite de  $F_{1,16}$  ao nível de 10% é de 3,05

Quadro IX

Nota-se que houve efeitos, de P na ausência de K e de K na presença de P, significativos ao nível de 10% de probabilidade (PEARSON e HARTLEY, 1956).

4.1.2. Diagnose foliar.

No Quadro X aparecem os teores em N, P e K das folhas analisadas, respectivamente para a primeira e segunda amostragens. Na ocasião da primeira amostragem já eram visíveis os sintomas de deficiência de N nas plantas que não receberam salitre do Chile. Tais sintomas se caracterizavam por uma redução no crescimento em relação às demais e um amarelamento geral da folhagem, mais acentuado nas folhas inferiores, o que concorda com as descrições de COOPER(1939) e COOPER(1944). Na ocasião da segunda amostragem os sintomas estavam mais evidentes e algumas folhas inferiores já haviam caído. Devido ao crescimento algo exagerado que as plantas apresentaram, em virtude das condições do ensaio, é possível que o efeito do N tenha sido mais acentuado do que seria em condições de campo, quer quanto à produção, quer quanto aos sinais de carência apresentados. Não observamos sintomas de deficiência de P nem de K.

O exame do Quadro X mostra que os tratamentos com N e com K afetaram a composição das folhas. Assim, nos tratamentos com N as folhas continham maiores teores desse elemento, o mesmo acontecendo com relação ao K nos tratamentos que incluíam esse nutriente, resultados que estão de acordo com as observações de ARMSTRONG e ALBERT(1931) e de APPLING e GIDDENS(1954), respectivamente. Os dados relativos ao P não permitem tais conclusões. Nos Quadros XI e XII figuram os teores médios em N e K na matéria seca das folhas.

Os dados do Quadro XI para os tratamentos sem N, tanto para as "folhas produtivas" como para as "não produtivas", para as duas épocas de amostragem, são valores que indicam deficiência desse elemento nas plantas, de vez que na ocasião do início do florescimento já eram patentes os sinais de falta do mesmo.

tyello

Teores em N, P e K na matéria seca das folhas

Amostragem	Tratamento	N % nas folhas		P % nas folhas		K % nas folhas	
		Product.	Não product.	Product.	Não product.	Product.	Não product.
Primeira	Test.	2,94	2,90	0,206	0,190	1,22	1,04
	N	3,99	4,06	0,217	0,211	1,40	1,10
	P	2,74	2,69	0,222	0,229	1,28	1,06
	K	2,86	2,80	0,231	0,232	2,40	2,40
	NP	3,18	3,22	0,240	0,233	1,50	1,20
	NK	4,00	4,04	0,273	0,232	2,40	2,16
	PK	3,12	3,01	0,209	0,209	2,10	1,88
NPK	4,24	4,16	0,253	0,242	2,40	2,12	
Segunda	Test.	2,79	2,77	0,174	0,187	0,98	0,94
	N	3,54	3,64	0,178	0,189	0,62	0,64
	P	2,13	2,15	0,238	0,224	0,98	0,94
	K	2,39	2,47	0,210	0,233	2,48	2,56
	NP	3,47	3,46	0,233	0,208	0,94	0,86
	NK	3,35	3,47	0,186	0,198	2,02	1,90
	PK	2,27	2,32	0,180	0,189	1,92	1,88
NPK	3,39	3,51	0,189	0,215	1,92	1,92	

Quadro X

## Teores médios em N na matéria seca das folhas

Amostragem		N % nas folhas	
		Produção.	Não produção.
Primeira	sem N	2,92 ± 0,17	2,85 ± 0,16
	com N	3,85 ± 0,17	3,87 ± 0,16
Segunda	sem N	2,40 ± 0,11	2,43 ± 0,10
	com N	3,44 ± 0,11	3,52 ± 0,10

Quadro XI

## Teores médios em K na matéria seca das folhas

Amostragem		K % nas folhas	
		Produção.	Não produção.
Primeira	sem K	1,35 ± 0,07	1,10 ± 0,08
	com K	2,33 ± 0,07	2,14 ± 0,08
Segunda	sem K	0,88 ± 0,11	0,85 ± 0,13
	com K	2,09 ± 0,11	2,07 ± 0,13

Quadro XII

Nos tratamentos com N, os valores médios achados indicam apenas que as plantas estavam convenientemente supridas desse constituinte de modo a não apresentar sintomas de deficiência. Contudo, não permitem avaliar com maior aproximação o estado nutricional das mesmas devido ao fato de termos usado apenas duas doses de N, isto é, ausência e presença.

Embora os teores em K das folhas não estejam correlacionados com os aumentos de produção observa-se (Quadro XII) que nos tratamentos com esse elemento as folhas apresentaram

maior concentração do mesmo. Isso significa que, ao menos dentro de certos limites, a lâmina foliar do algodoeiro é uma boa indicadora da disponibilidade do K do solo, o que está de acordo com as observações de PACK e GOMEZ(1956).

O fato das adubações fosfatadas e potássicas não terem contribuído para aumentos de produção sugere que, nas condições do ensaio, os menores níveis de P e K encontrados nas folhas já indicam um estado nutricional das plantas satisfatório ou de alimentação de luxo em relação a esses elementos. Esses níveis são os seguintes (Quadro XIII).

Amostragem	P % nas folhas		K % nas folhas	
	Produção	Não produção	Produção	Não produção
Primeira	0,206	0,190	1,22	1,04
Segunda	0,174	0,187	0,62	0,64

Quadro XIII

O confronto entre os teores em N das folhas (Quadro X) com os dados de produções totais de tratamentos (Quadro VII) sugere uma relação entre essas séries de valores. A fim de estudar com maior precisão a extensão dessa dependência determinamos os coeficientes de correlação ( $r$ ) entre as percentagens de N nas folhas e o algodão produzido. Os resultados se encontram no Quadro XIV e as retas das correlações correspondentes aparecem nos gráficos 1, 2, 3 e 4.

Coeficientes de correlação

Amostragem	Folhas produtivas	Folhas não produtivas
Primeira	0,86	0,67
Segunda	0,90	0,92

Quadro XIV

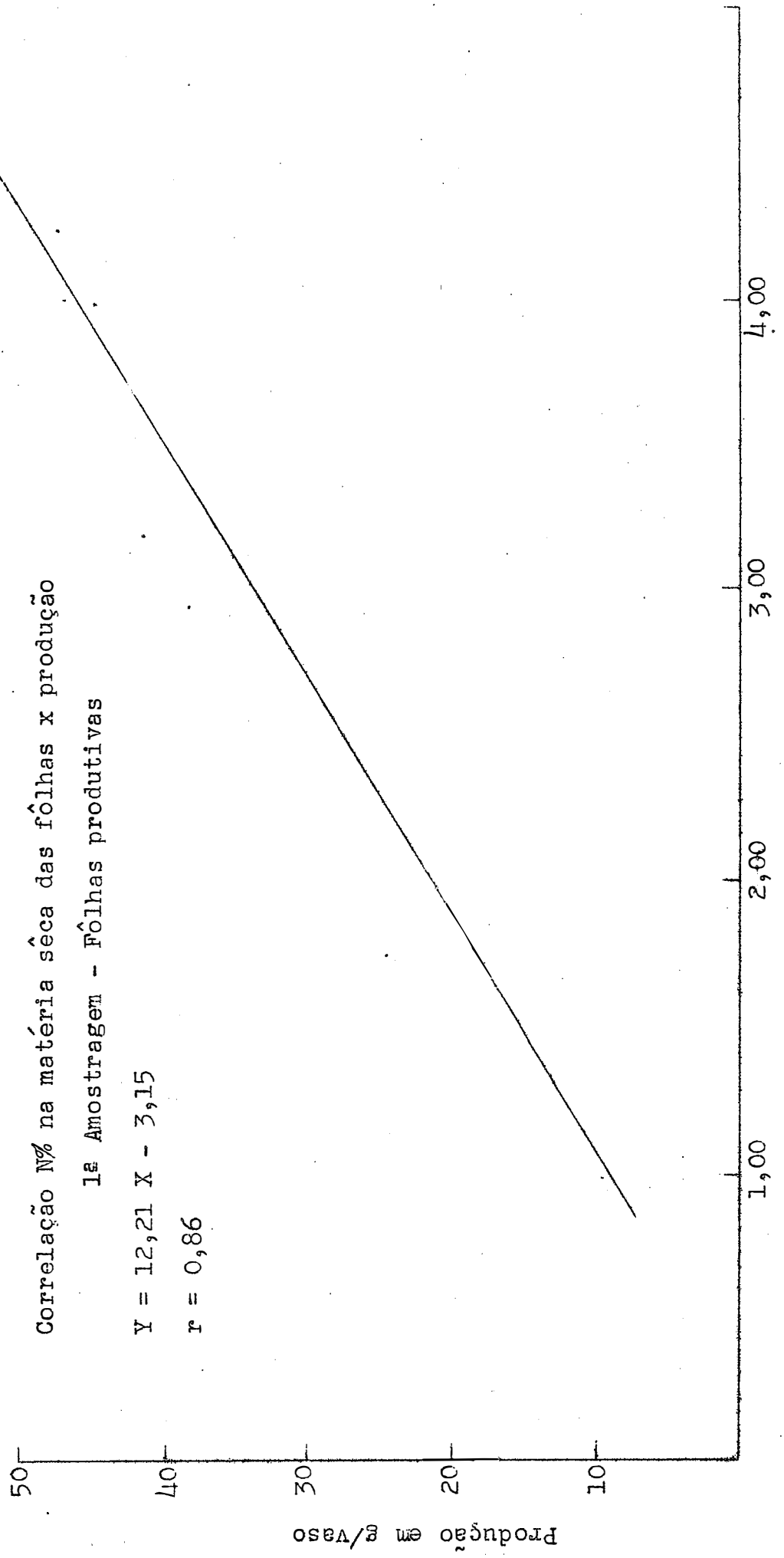
Figella

Correlação N% na matéria sêca das fôlhas x produção

1ª Amostragem - Fôlhas produtivas

$$Y = 12,21 X - 3,15$$

$$r = 0,86$$



N% na matéria sêca das fôlhas

Grafico 1

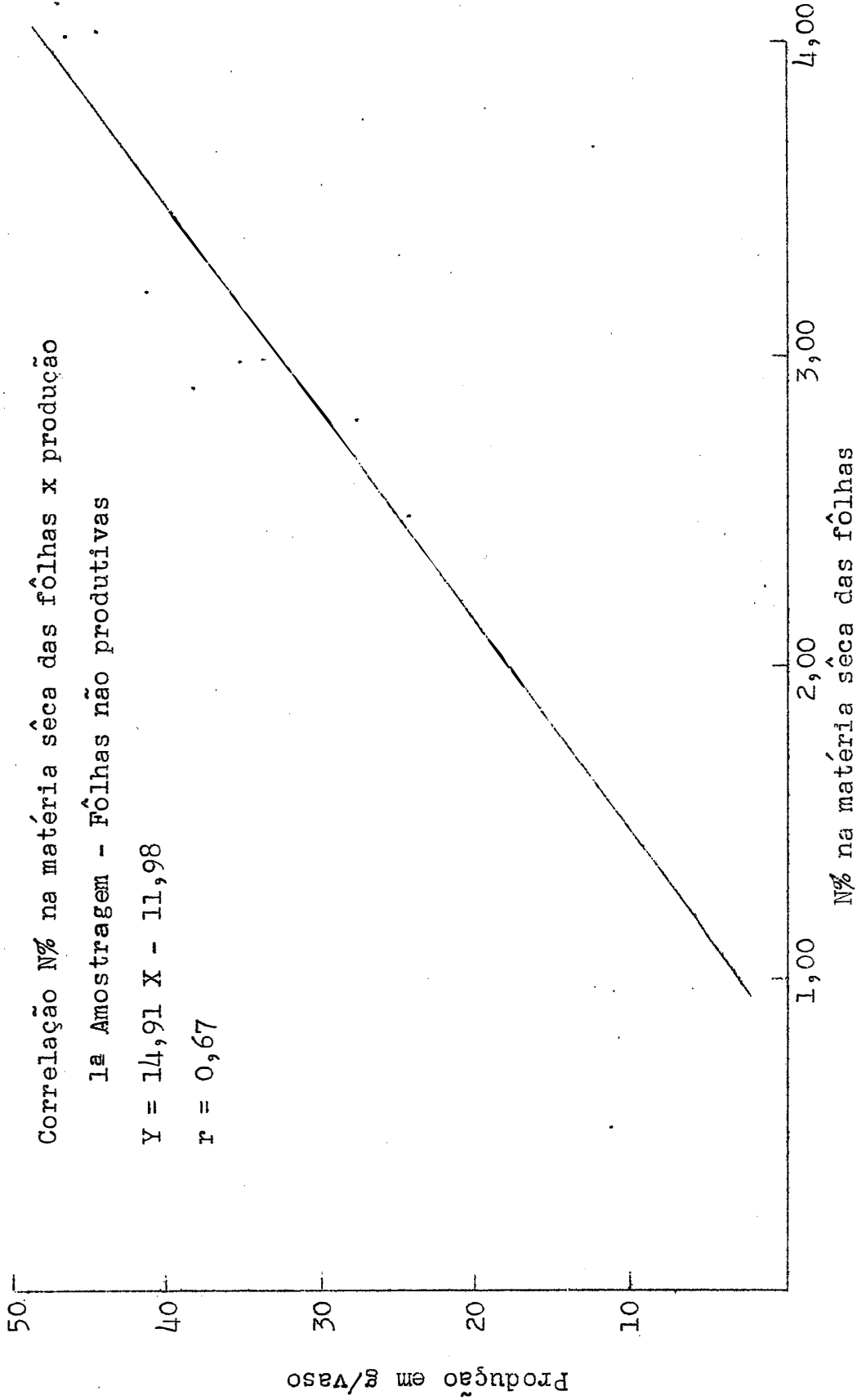


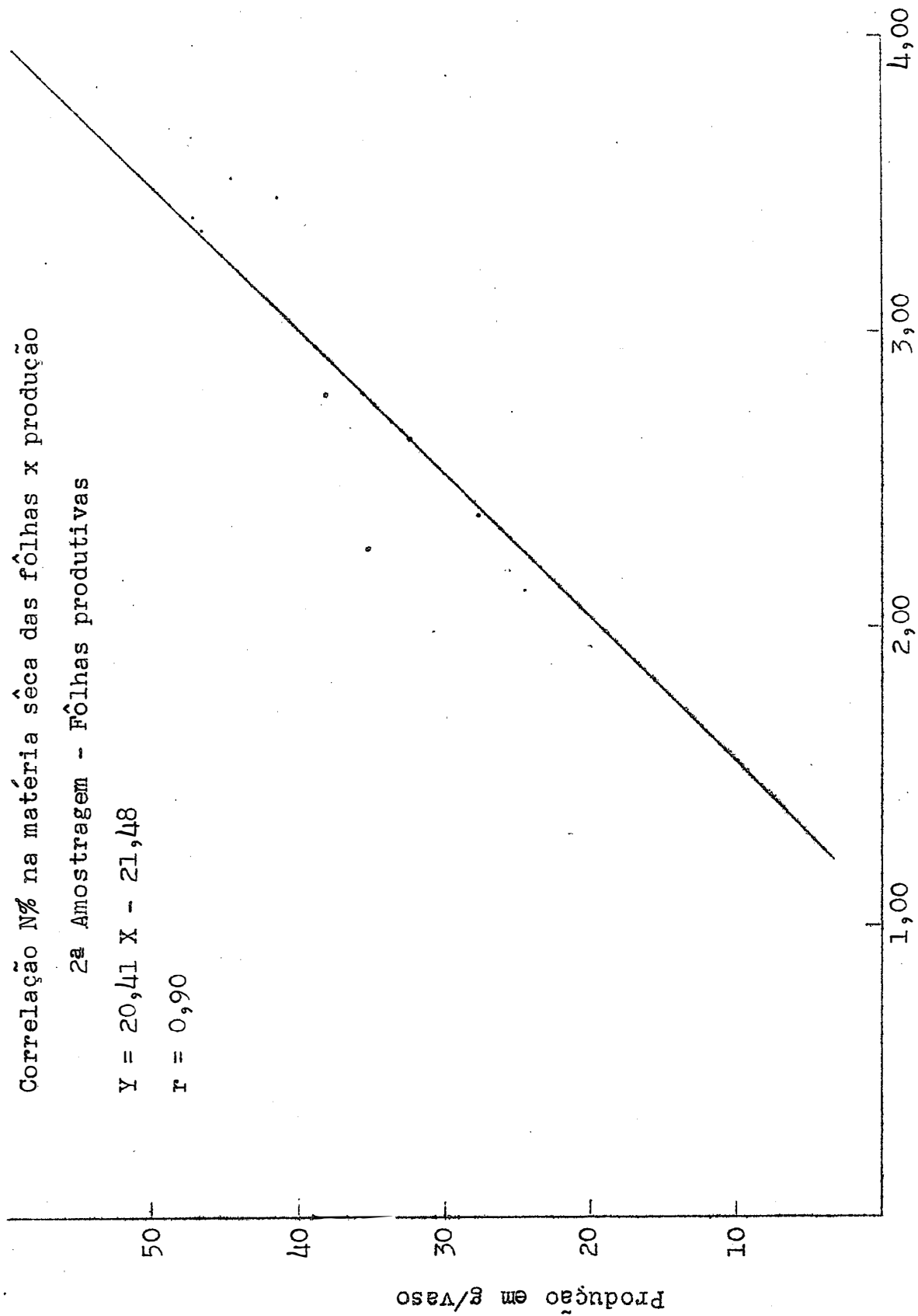
Grafico 2

Correlação N% na matéria seca das folhas x produção

2ª Amostragem - Folhas produtivas

$$Y = 20,41 X - 21,48$$

$$r = 0,90$$



N% na matéria seca das folhas

Gráfico 3



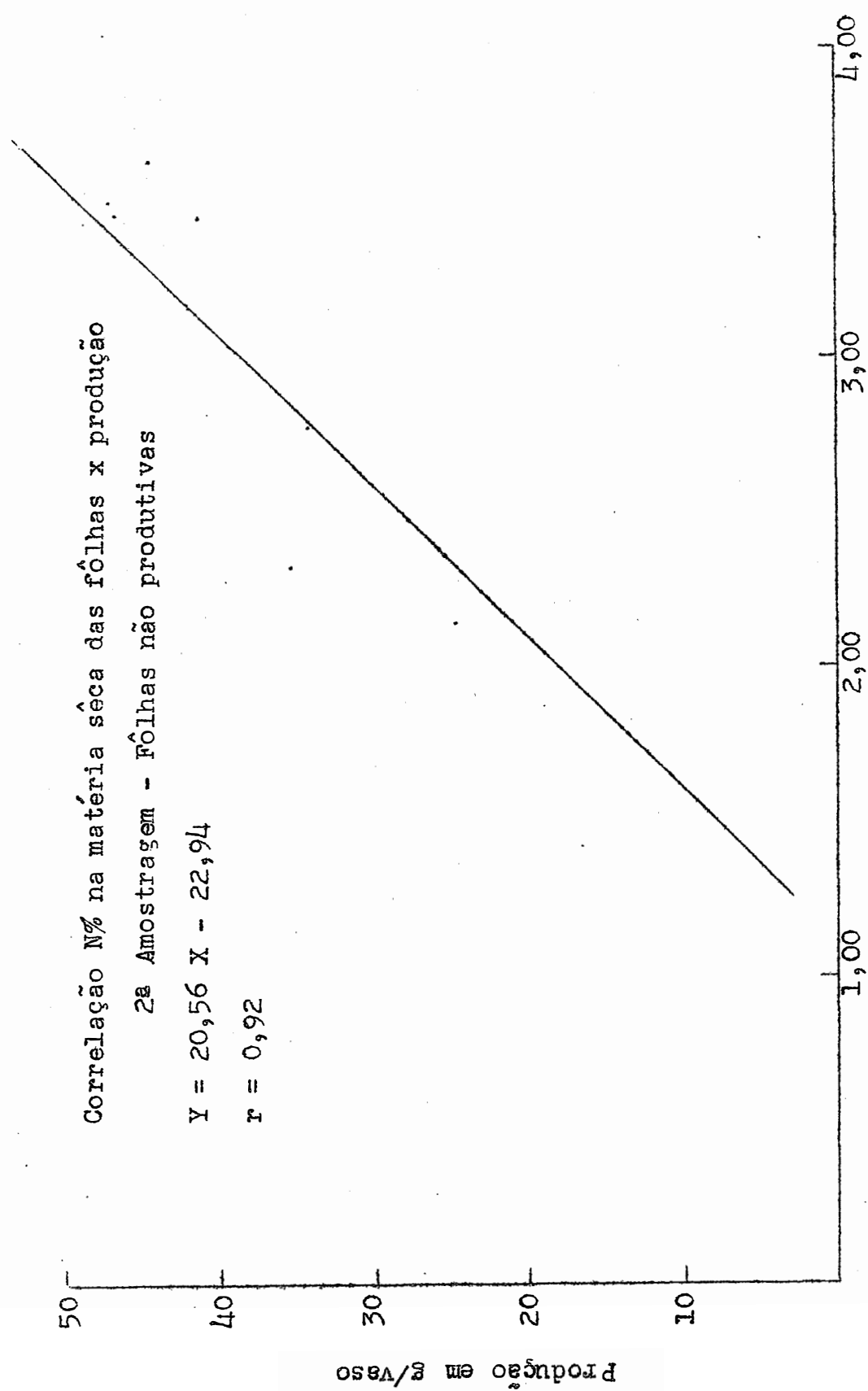


Gráfico 4

Verifica-se pelo Quadro XIV que há correlações significativas nos casos analisados (nível de 1%, segundo SNEDCOR, citado por GRANER(1952, pág. 119) exceto para as "fôlhas não produtivas" da primeira amostragem. Entretanto, este último resultado deve ser considerado com prudência de vez que o número de dados utilizados na análise não permite uma conclusão segura. Outros trabalhos devem ser realizados para esclarecer este ponto e, se se confirmar o resultado que obtivemos, esse tipo de fôlha não poderá ser usado para diagnose foliar do algodoeiro relativa ao N, pelo menos quando a amostragem for feita no início do florescimento.

A julgar pelo Quadro XIV, embora nenhum teste estatístico tenha sido feito, parece que a correlação entre o teor em N das fôlhas e a produção é mais estreita quando as primeiras maçãs estão se formando. Entretanto, nas duas épocas de amostragem que estudamos, podemos admitir que os teores em N do limbo das "fôlhas produtivas" estão altamente correlacionados com a produção. Isso indica a possibilidade de sucesso na utilização dessas fôlhas para diagnose foliar do algodoeiro referida ao N.

#### 4.2. Ensaio de campo.

##### 4.2.1. Produção.

No Quadro XV damos as produções de algodão em carôço obtidas por canteiro.

A análise estatística revelou um efeito altamente significativo de tratamentos (Quadro XVI).

Produção em quilos por canteiro

<u>Tratamento</u>	<u>Bloco A</u>	<u>Bloco B</u>
	<u>Sub-bloco I</u>	<u>Sub-bloco IV</u>
NoPoKo	1,071	0,758
N1PoK1	4,895	2,812
N2PoK2	4,017	3,061
NoP1K2	4,678	3,316
N1P1Ko	3,057	1,557
N2P1K1	5,949	3,545
NoP2K1	4,610	3,014
N1P2K2	5,578	3,238
N2P2Ko	2,009	1,341
	<u>Sub-bloco II</u>	<u>Sub-bloco VI</u>
NoPoK1	4,458	2,183
N1PoK2	4,077	3,356
N2PoKo	2,826	2,745
NoP1Ko	2,515	1,868
N1P1K1	4,001	3,492
N2P1K2	5,412	3,780
NoP2K2	5,025	4,125
N1P2Ko	2,397	1,482
N2P2K1	5,719	3,305
	<u>Sub-bloco III</u>	<u>Sub-bloco V</u>
NoPoK2	3,783	3,706
N1PoKo	3,675	2,850
N2PoK1	3,348	3,196
NoP1K1	3,708	2,661
N1P1K2	4,860	3,804
N2P1Ko	2,533	1,426
NoP2Ko	2,382	1,667
N1P2K1	5,108	3,126
N2P2K2	4,815	3,545

Quadro XV

Análise da variância de tratamentos

<u>Causa da variação</u>	<u>G.L.</u>	<u>S.Q.</u>	<u>Q.M.</u>	<u>Erro</u>	<u>v</u>
Blocos	5	19,65			
Tratamento	26	56,47	2,172	1,47	2,92 ***
Resíduo	22	5,58	0,254	0,503	
Total	53	81,70			

Quadro XVI

Procuramos, em seguida, determinar quais eram os tratamentos responsáveis pelo efeito observado. O Quadro XVII esclarece esse ponto.

Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	$\nu$
Blocos	5	19,65	--	--	---
N	2	2,06	1,03	1,01	1,71
P	2	1,12	0,56	0,75	1,27
K	2	42,25	21,13	4,60	7,80***
NxP	4	1,95	0,49	0,70	1,19
NxK	4	1,52	0,38	0,62	1,05
PxK	4	2,71	0,68	0,82	1,39
Res.	30	10,44	0,348	0,59	---
Total	53	81,70	---	--	---

Quadro XVII

Verifica-se que houve efeito altamente significativo de K enquanto que os de N e P não o foram. Esses resultados, aliás, não são estranháveis se levarmos em consideração os dados fornecidos pelas análises dos solos utilizados neste ensaio (Quadros V e VI).

Em vista dos efeitos do K fizemos a análise da variância das regressões linear e quadráticas, cujos resultados aparecem no Quadro XVIII.

Análise da variância das regressões

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Erro	$\nu$
Reg. linear	1	34,06	34,06	5,835	9,89***
Reg. quadrat.	1	5,75	5,75	2,398	4,06***
Resíduo	30	10,44	0,383	0,59	- -

Quadro XVIII

Sendo significativa a componente de 2º grau, deduzimos a sua equação, cuja representação corresponde ao gráfico 5. A equação achada é

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

Utilizando a equação da regressão quadrática calculamos a produção máxima, 4,173 kg por parcela (correspondente a 103,04 @/ha\* ou 249,36 @/alqueire paulista\*\*), que seria obtida com a aplicação de 128,05 kg de K<sub>2</sub>O por hectare.

#### 4.2.2. Diagnose foliar.

Nos Quadros XIX, XX e XXI aparecem os teores em N, P e K das fôlhas analisadas.

Na ocasião da primeira amostragem já se observavam sinais de carência de K nas plantas dos canteiros que não receberam êsse elemento. Tais sintomas apareciam nas fôlhas mais velhas como áreas de coloração bronzeada nas proximidades das margens. Na ocasião da segunda amostragem a carência era patente nêsses tratamentos. As fôlhas mais afetadas tinham os bordos necróticos e torcidos para baixo e áreas de tecidos também mortos apareciam entre as nervuras principais. A partir dessa época, à medida que os algodoeiros envelheciam as fôlhas severamente atacadas iam caindo enquanto que os sintomas se propagavam pelas fôlhas situadas acima. Durante o último repasse constatamos um número relativamente grande de maçãs que não se abriram nos canteiros que não receberam K, o que contribuiu sem dúvida para reduzir as suas produções. Os

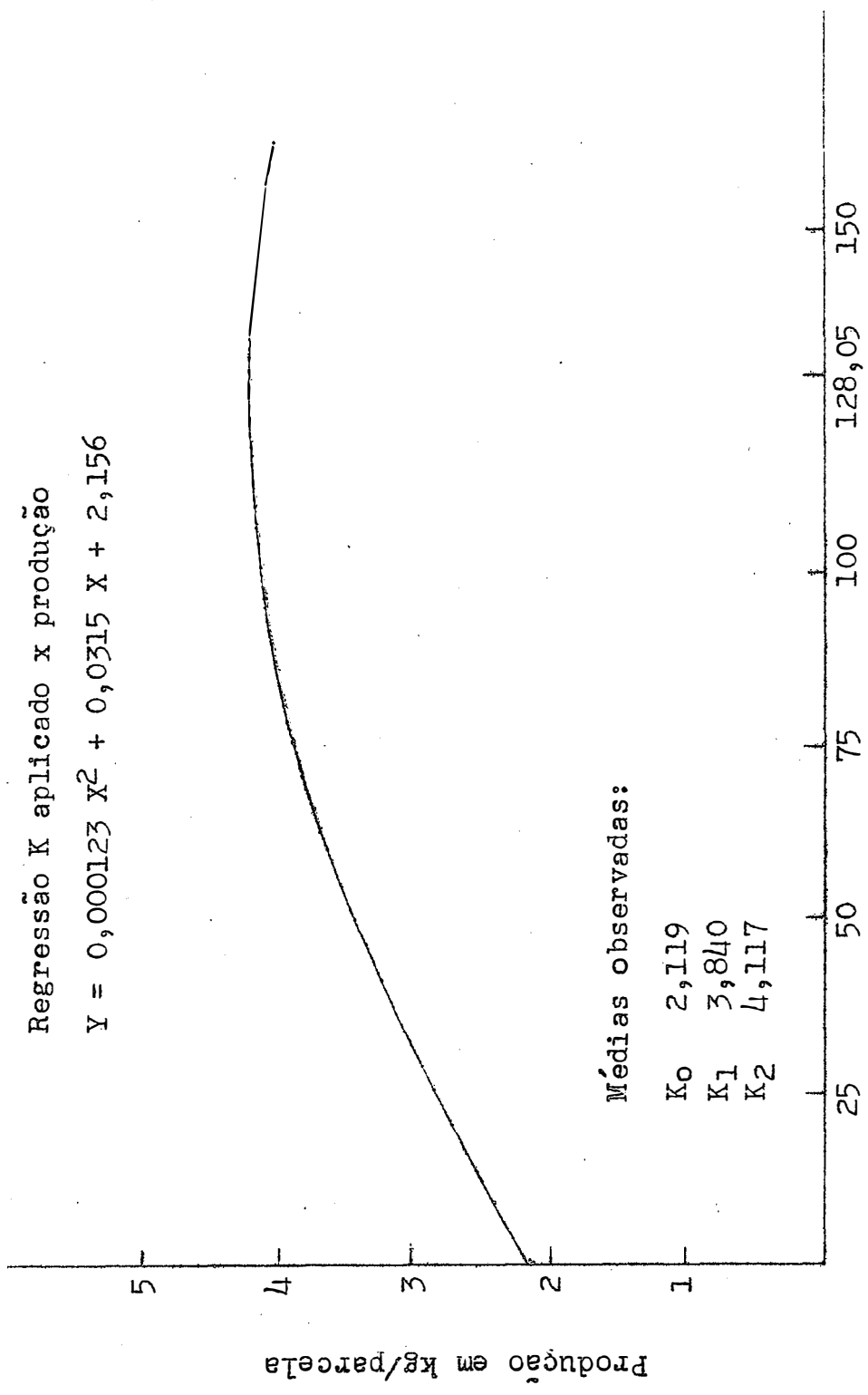
---

\* 1 @ (arroba) = 15 kg ; 1 ha (hectare) = 10.000 m<sup>2</sup>

\*\* 1 alqueire paulista = 24.200 m<sup>2</sup>

Regressão K aplicado x produção

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



Quilos de K<sub>2</sub>O/hectare

Grafico 5

FMET

Percentagem de N na matéria seca das folhas

Tratamentos	1ª Amostragem				2ª Amostragem			
	Bloco A		Bloco B		Bloco A		Bloco B	
	F.prod.	F. nao prod.	F.prod.	F. nao prod.	F.prod.	F. nao prod.	F.prod.	F. nao prod.
	Sub-bloco I		Sub-bloco IV		Sub-bloco I		Sub-bloco IV	
NoPoKo	4,63	4,50	4,21	4,26	3,71	3,48	3,42	3,32
N1PoK1	4,98	4,58	4,84	4,54	3,86	4,07	4,00	3,82
N2PoK2	4,94	4,73	4,75	4,84	4,00	4,03	3,96	3,82
NoP1K2	4,34	4,33	4,38	4,29	3,00	3,48	3,54	3,70
N1P1Ko	4,47	4,27	4,72	4,80	3,62	3,82	3,68	3,49
N2P1K1	4,59	4,47	4,66	4,31	3,82	4,19	3,43	3,31
NoP2K1	4,59	4,25	4,45	4,64	3,74	3,57	3,50	3,50
N1P2K2	4,79	4,44	3,70	4,56	3,58	4,00	3,84	3,22
N2P2Ko	4,89	4,60	5,18	4,96	3,84	3,58	3,89	4,22

	<u>Sub-bloco II</u>		<u>Sub-bloco VI</u>		<u>Sub-bloco II</u>		<u>Sub-bloco VI</u>	
NoPoK1	4,98	4,85	4,62	4,69	3,79	3,68	3,54	3,54
N1PoK2	4,19	4,10	4,17	4,44	3,28	3,81	3,24	3,42
N2PoKo	4,82	4,82	4,84	4,67	3,88	4,27	3,51	3,86
NoPlKo	4,74	4,37	4,47	4,33	3,81	3,69	3,74	3,70
N1PlK1	4,64	4,55	4,55	4,27	3,68	4,07	3,72	3,39
N2PlK2	4,44	4,54	4,64	4,41	4,02	3,99	3,96	3,79
NoP2K2	4,79	4,41	4,20	4,34	3,54	3,82	3,64	3,56
N1P2Ko	4,55	4,24	4,87	4,79	3,57	3,85	3,70	3,89
N2P2K1	4,63	4,54	4,56	4,51	4,17	4,28	3,42	3,39



	Sub-bloco III		Sub-bloco V		Sub-bloco III		Sub-bloco V	
NoPoK2	4,55	4,50	4,46	4,35	3,24	3,88	3,81	3,26
N1PoKo	5,16	4,66	4,41	4,35	3,99	4,11	3,72	3,73
N2PoK1	4,43	4,28	5,00	4,41	3,70	3,75	3,83	3,35
NoPlK1	4,51	4,20	4,52	5,00	3,02	3,82	3,68	3,49
N1PlK2	4,27	4,13	4,50	4,93	3,67	3,64	3,37	3,22
N2PlKo	4,70	4,38	4,89	4,43	3,70	3,70	3,95	3,15
NoP2Ko	4,76	4,22	4,80	4,70	3,63	3,72	3,93	3,50
N1P2K1	4,51	4,37	5,00	4,68	3,55	3,88	4,00	4,05
N2P2K2	4,26	4,31	4,78	4,49	3,47	3,72	3,74	3,92

Quadro XIX

Percentagem de P na matéria seca das folhas

Tratamentos	1ª Amostragem				2ª Amostragem			
	Bloco A		Bloco B		Bloco A		Bloco B	
	F.prod.	F. nao prod.	F.prod.	F. nao prod.	F.prod.	F. nao prod.	F.prod.	F. nao prod.
	Sub-bloco I		Sub-bloco IV		Sub-bloco I		Sub-bloco IV	
NoPoKo	0,368	0,324	0,312	0,262	0,314	0,330	0,323	0,299
NiPoK1	0,352	0,352	0,286	0,260	0,347	0,299	0,299	0,293
N2PoK2	0,335	0,352	0,244	0,286	0,310	0,306	0,290	0,297
NoPlK2	0,312	0,275	0,244	0,214	0,237	0,279	0,308	0,268
NiPlKo	0,350	0,350	0,317	0,297	0,358	0,319	0,282	0,328
N2PlK1	0,279	0,295	0,346	0,264	0,266	0,312	0,321	0,363
NoP2K1	0,328	0,286	0,323	0,295	0,282	0,293	0,257	0,336
NiP2K2	0,341	0,326	0,330	0,314	0,301	0,308	0,301	0,301
N2P2Ko	0,368	0,242	0,335	0,308	0,306	0,392	0,326	0,391

	<u>Sub-bloco II</u>		<u>Sub-bloco VI</u>		<u>Sub-bloco II</u>		<u>Sub-bloco VI</u>	
NoPoK1	0,377	0,262	0,297	0,282	0,341	0,374	0,290	0,315
N1PoK2	0,269	0,244	0,255	0,236	0,246	0,284	0,207	0,323
N2PoKo	0,346	0,368	0,290	0,253	0,343	0,387	0,220	0,262
NoP1Ko	0,323	0,290	0,296	0,277	0,319	0,341	0,286	0,341
N1P1K1	0,286	0,315	0,275	0,221	0,307	0,306	0,266	0,264
N2P1K2	0,379	0,379	0,286	0,295	0,289	0,326	0,319	0,284
NoP2K2	0,346	0,323	0,266	0,261	0,321	0,358	0,312	0,291
N1P2Ko	0,308	0,282	0,398	0,390	0,284	0,326	0,330	0,286
N2P2K1	0,434	0,383	0,264	0,263	0,358	0,333	0,227	0,246

	Sub-bloco III		Sub-bloco V		Sub-bloco III		Sub-bloco V	
NoPoK2	0,357	0,231	0,271	0,242	0,282	0,363	0,286	0,277
N1PoKo	0,385	0,389	0,246	0,201	0,382	0,390	0,260	0,290
N2PoK1	0,279	0,271	0,289	0,240	0,273	0,290	0,260	0,277
NoP1K1	0,229	0,323	0,363	0,341	0,296	0,341	0,277	0,369
N1P1K2	0,271	0,275	0,242	0,218	0,276	0,268	0,312	0,310
N2P1Ko	0,339	0,317	0,275	0,264	0,319	0,374	0,382	0,273
NoP2Ko	0,357	0,301	0,380	0,306	0,297	0,387	0,326	0,330
N1P2K1	0,295	0,273	0,320	0,333	0,293	0,347	0,293	0,330
N2P2K2	0,312	0,290	0,286	0,269	0,297	0,297	0,297	0,260

Quadro XX

Percentagem de K na matéria seca das folhas

Tratamentos	1ª Amostragem				2ª Amostragem			
	Bloco A		Bloco B		Bloco A		Bloco B	
	F.prod.	F. nao prod.	F.prod.	F. nao prod.	F.prod.	F. nao prod.	F.prod.	F. nao prod.
	Sub-bloco I		Sub-bloco IV		Sub-bloco I		Sub-bloco IV	
NoPoKo	0,94	0,90	0,91	0,86	1,14	1,00	1,00	1,06
N1PoK1	1,20	1,20	1,19	1,12	1,44	1,40	1,40	1,44
N2PoK2	1,46	1,34	1,20	1,16	1,54	1,30	1,52	1,60
NoPK2	1,54	1,46	1,18	1,15	1,54	1,68	1,66	1,56
N1PKo	1,12	1,00	0,89	0,80	1,32	1,20	0,90	0,96
N2PK1	1,46	1,34	1,15	1,14	1,46	1,44	1,42	1,38
NoP2K1	1,40	1,44	1,12	1,09	1,52	1,44	1,52	1,62
N1P2K2	1,46	1,48	1,14	1,15	1,72	1,64	1,38	1,52
N2P2Ko	1,06	0,84	0,82	0,70	1,00	1,14	0,88	0,92

7-12-11

	Sub-bloco II		Sub-bloco VI		Sub-bloco II		Sub-bloco VI	
NoPoK1	1,26	1,26	1,20	1,12	1,44	1,54	1,56	1,38
N1PoK2	1,40	1,46	1,21	1,32	1,70	1,78	1,66	1,84
N2PoKo	1,00	0,92	0,97	0,85	0,90	0,88	1,04	1,06
NoPlKo	1,04	1,04	0,90	0,79	1,12	1,10	1,06	0,94
N1PlK1	1,40	1,34	1,12	1,01	1,42	1,44	1,44	1,50
N2PlK2	1,48	1,50	1,17	1,14	1,52	1,44	1,48	1,66
NoP2K2	1,42	1,38	1,23	1,15	1,50	1,50	1,64	1,80
N1P2Ko	0,98	1,00	0,77	0,68	0,94	1,04	0,82	0,92
N2P2K1	1,38	1,38	1,15	1,08	1,40	1,66	1,36	1,48

	Sub-bloco III		Sub-bloco V		Sub-bloco III		Sub-bloco V	
NoPoK2	1,56	1,48	1,14	1,05	1,56	1,64	1,50	1,40
NlPoKo	1,00	1,00	1,09	0,98	1,16	1,18	1,10	1,16
N2PoK1	1,26	1,18	1,06	1,05	1,72	1,70	1,36	1,38
NoPlK1	1,28	1,38	0,98	1,06	1,64	1,62	1,06	1,18
NlPlK2	1,66	1,70	1,26	1,09	2,00	1,84	1,64	1,62
N2PlKo	1,10	1,06	0,74	0,65	1,20	1,24	0,92	0,86
NoP2Ko	1,00	0,88	0,80	0,59	1,02	0,84	0,90	1,04
NlP2K1	1,50	1,40	1,11	1,18	1,70	1,78	1,36	1,36
N2P2K2	1,48	1,60	1,33	1,30	1,84	1,78	1,42	1,36

Quadro XXI

sintomas que observamos concordam com aqueles descritos por CAMARGO e MARTINS(1935, cit. por ANÔNIMO, s/data), COOPER(1939), COOPER(1944) e COWIE(1951). Não observamos sinais de carência de N nem de P.

O confronto entre os Quadros XV e XXI sugere a existência de uma correlação entre os níveis de K nas fôlhas e as produções de algodão. A fim de conhecê-la de um modo mais concreto calculamos os coeficientes de correlação apresentados no Quadro XXII.

Coeficientes de correlação entre K% na  
matéria seca das fôlhas e produção.

Amostragens	Fôlhas produtivas	Fôlhas não produtivas
Primeira	$r = 0,86$	$r = 0,85$
Segunda	$r = 0,74$	$r = 0,81$

Quadro XXII

Pelos valores expostos no Quadro XXII observa-se a existência de uma correlação muito estreita, acima do nível de 1% de probabilidade (SNEDCOR, citado por GRANER, 1952 p. 119) entre a percentagem de K nas fôlhas analisadas e as produções obtidas. Considerando-se que os valores de  $r$  calculados são bastante significativos pode-se dizer que ambos os tipos de fôlhas estudadas se prestam igualmente para fins de diagnose foliar em relação ao K.

As equações dessas correlações são as seguintes:

$$Y = 4,87 x - 2,39 \quad \text{fôlhas produt., 1ª amostragem}$$

$$Y = 4,17 x - 1,35 \quad \text{fôlhas não produt., 1ª amostragem}$$

$$Y = 3,22 x - 1,02 \quad \text{fôlhas produt., 2ª amostragem}$$

$$Y = 3,48 x - 1,41 \quad \text{fôlhas não produt., 2ª amostragem}$$

e as retas aparecem, respectivamente, nos gráficos 6, 7, 8 e 9.



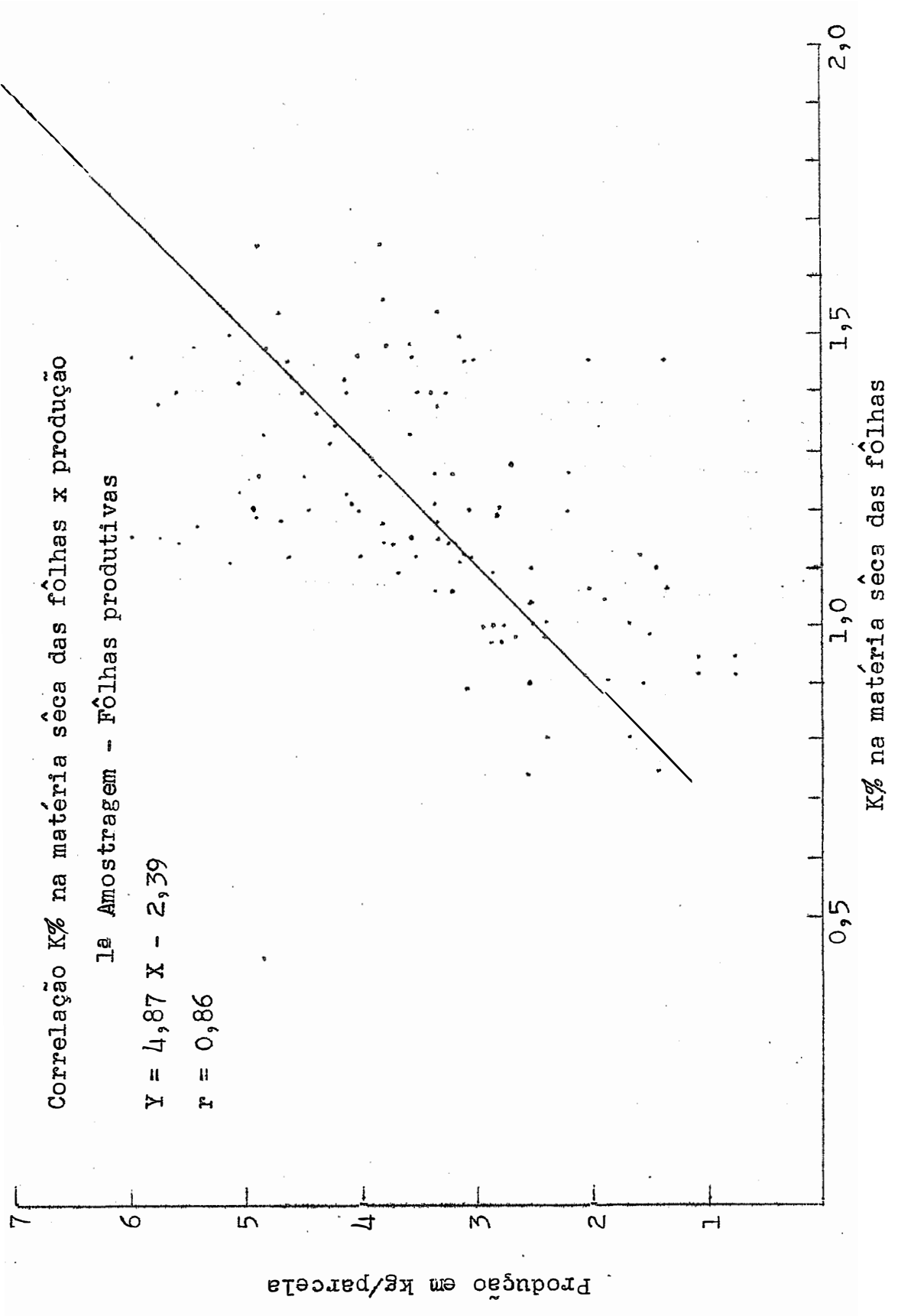


Grafico 6

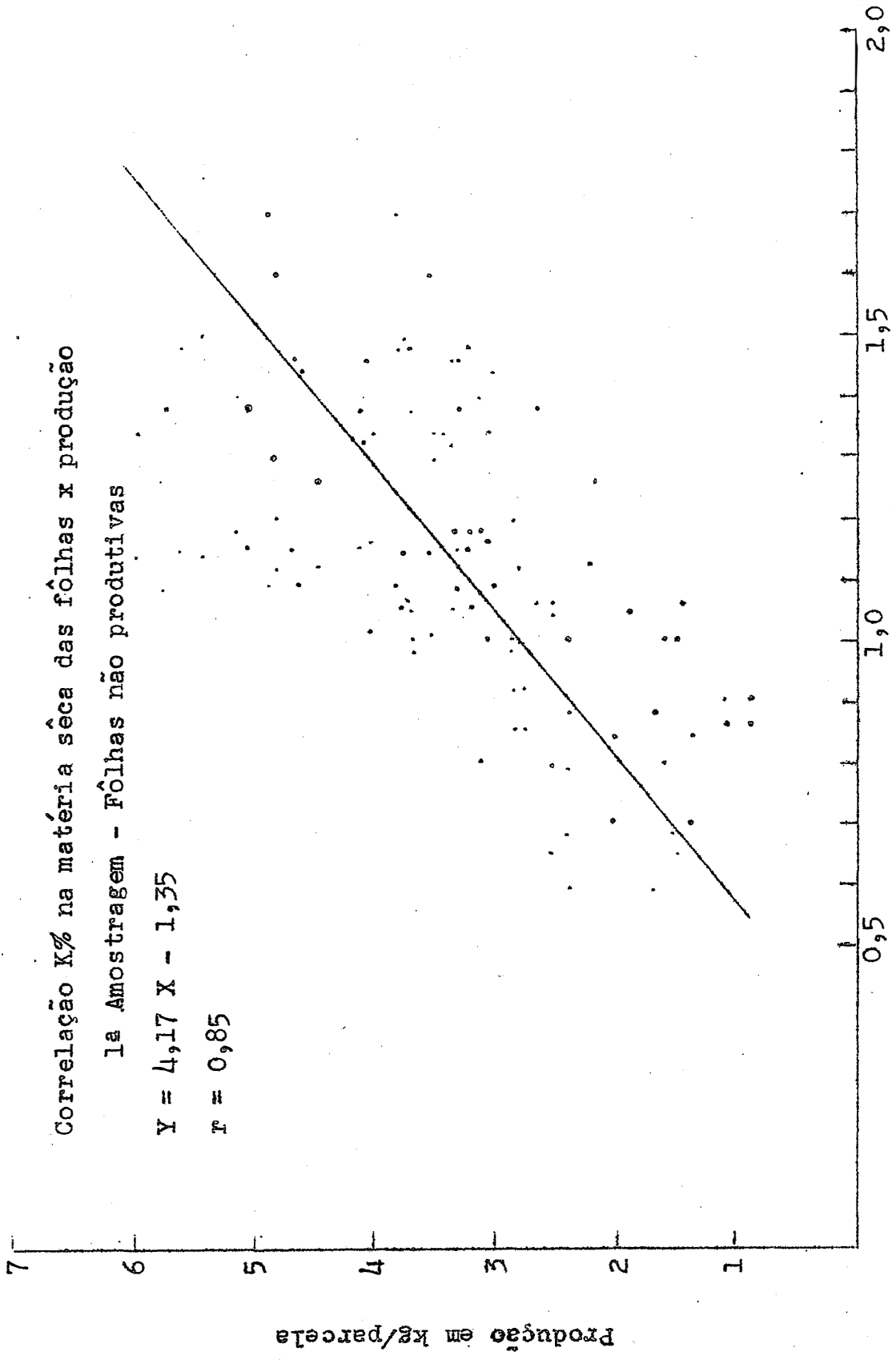


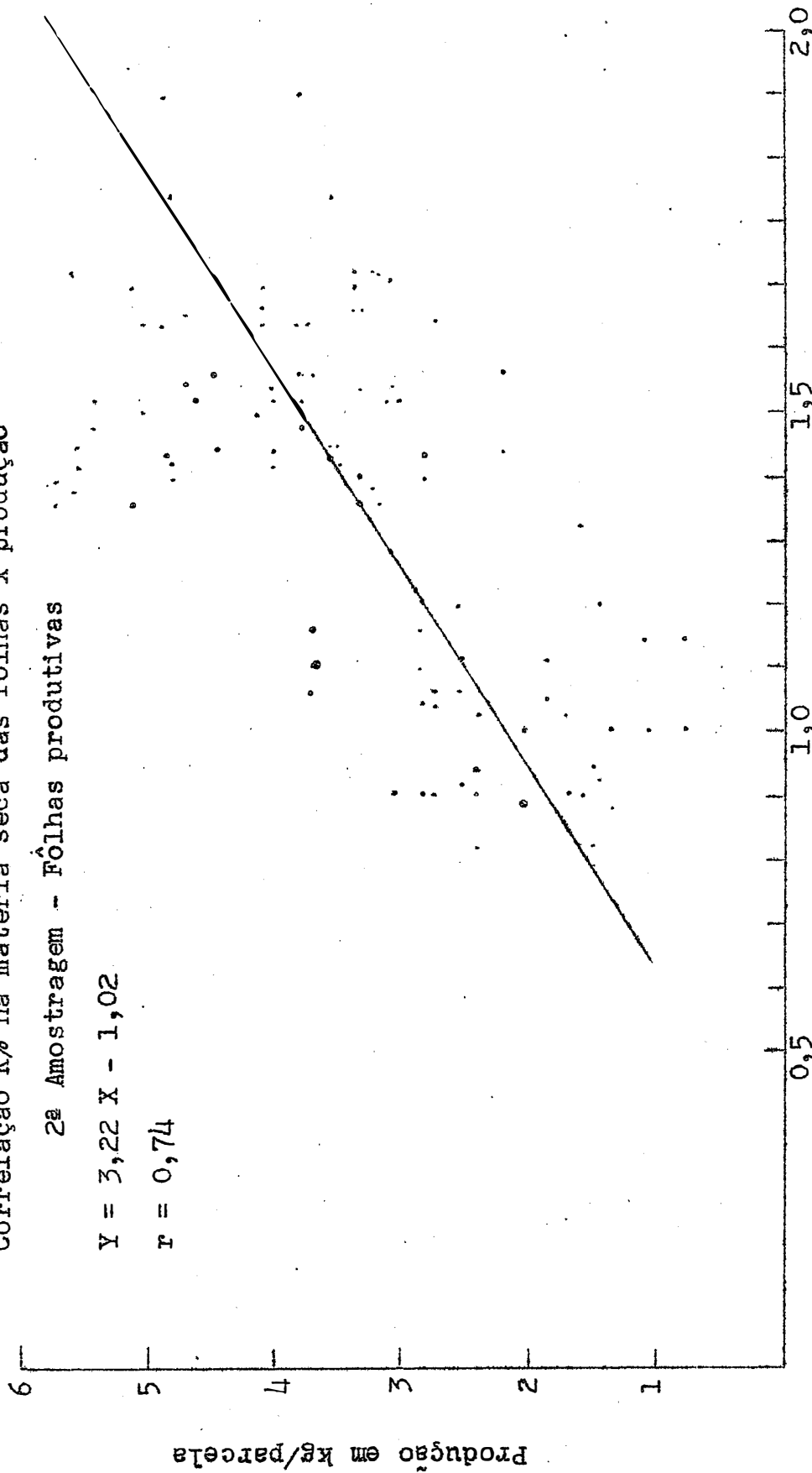
Gráfico 7

Correlação K% na matéria seca das folhas x produção

2ª Amostragem - Folhas produtivas

$$Y = 3,22 X - 1,02$$

$$r = 0,74$$



K% na matéria seca das folhas

Gráfico 8

Correlação K% na matéria seca das folhas x produção

2ª Amostragem - Fôlhas não produtivas

$$Y = 3,48 X - 1,41$$

$$r = 0,81$$

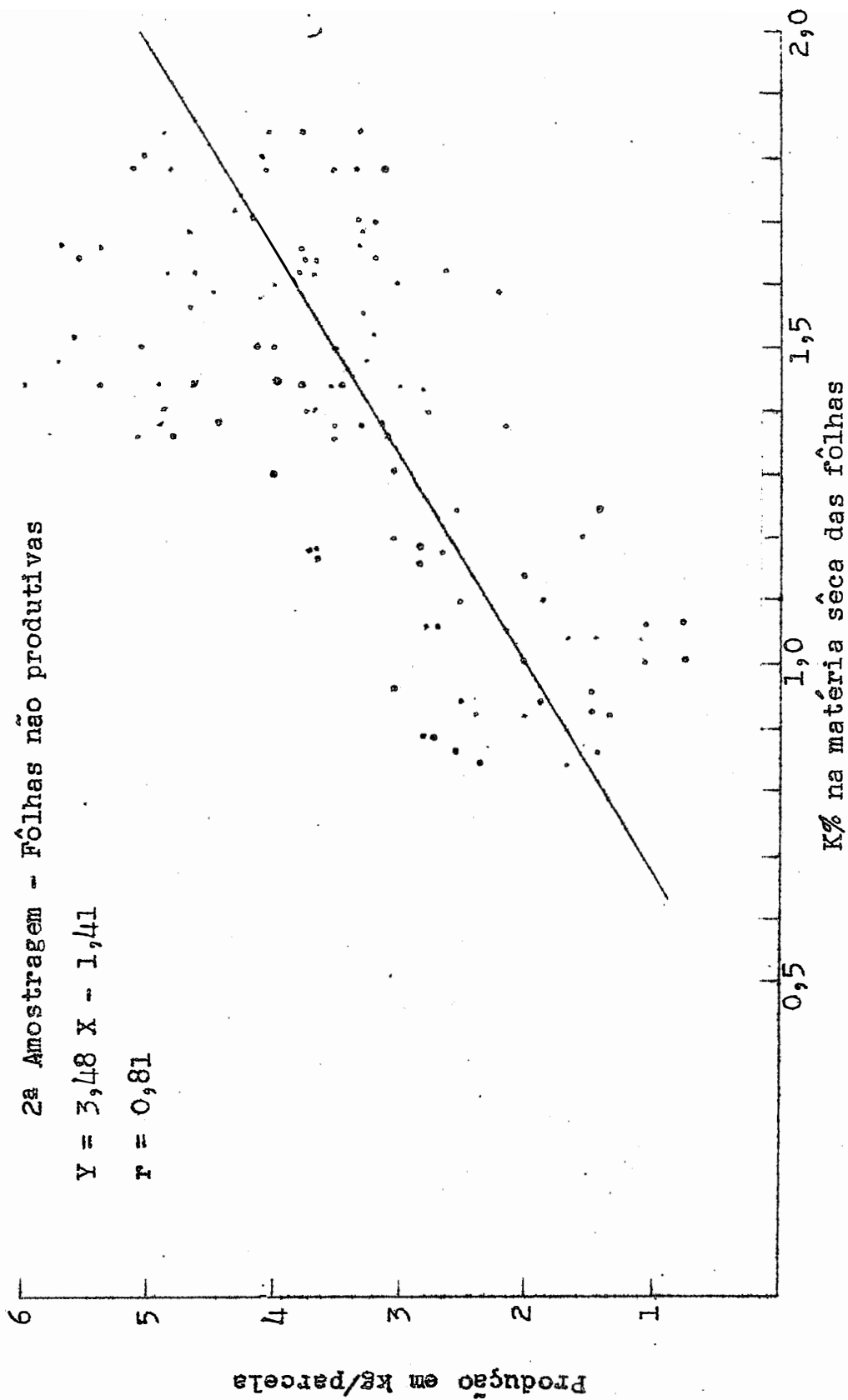


Gráfico 9

O exame dos Quadros XIX e XX não revela efeito das adubações nitrogenadas e fosfatadas sobre o teor dos nutrientes respectivos nas folhas, provavelmente devido aos níveis razoáveis dos mesmos no solo (Quadros V e VI). Entretanto, não fizemos as análises estatísticas correspondentes porque tais adubações não influenciaram sobre as produções, o que nos leva a supor que os teores de N e P por nós encontrados nas folhas representam nas condições do ensaio, um estado nutricional das plantas satisfatório ou de alimentação de luxo no que concerne a esses constituintes.

#### 4.2.2. Teores de K nas folhas correspondentes à produção máxima.

Conforme ficou estabelecido em 4.2.1., a produção máxima de algodão em carôço, nas condições do ensaio, seria obtida com a aplicação de 128,05 kg de K<sub>2</sub>O por hectare. Assim sendo, podemos admitir que a dose de 150 kg aplicada foi algo excessiva e que as plantas, nessas condições, estavam em regime de alimentação de luxo sendo os teores de K, encontrados nas folhas, superiores àqueles necessários para se obter o máximo de produção. Estes teores, correspondentes à produção máxima - níveis críticos -, foram calculados aproximadamente por um processo gráfico do seguinte modo: em um sistema de coordenados retangulares (gráfico 10) marcamos, sobre o eixo Y, as médias das produções dos canteiros que receberam 0, 75 e 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O (deduzidas do Quadro XV) e a produção máxima calculada (4.2.1.). Sobre o eixo X colocamos as quantidades de K<sub>2</sub>O correspondentes em kg por hectare. Esses dados se encontram resumidos no Quadro XXIII.

Por meio dessas ordenadas e abcissas marcamos os pontos A, B, M e C e traçamos a curva, apenas para ilustração.

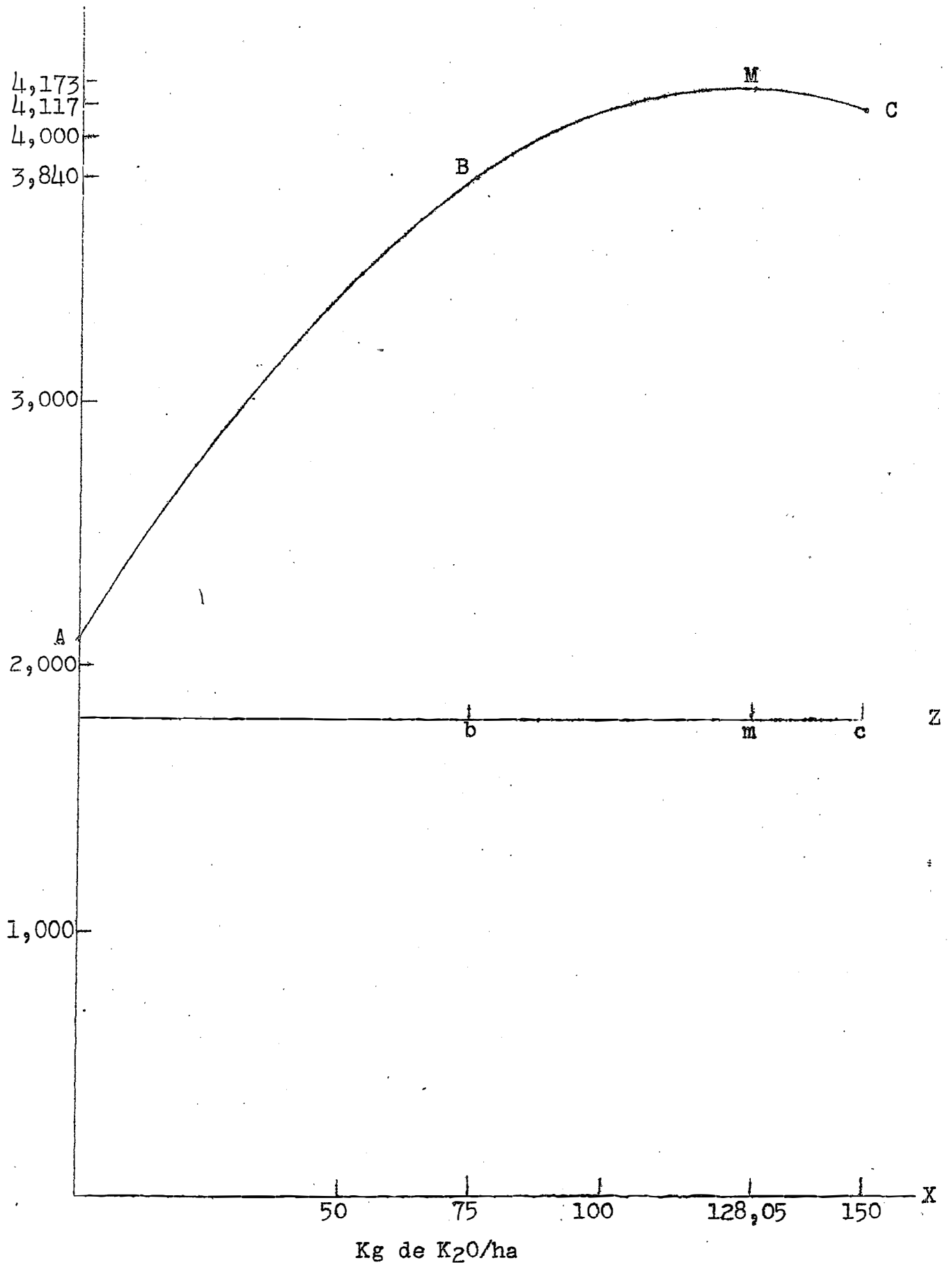


Grafico 10

Projetamos os pontos B, M e C sôbre o eixo Z, paralelo ao X, sendo suas projeções representadas respectivamente por b, m e c.

Atribuimos a b e c valores representados pelas médias dos teores em K das fôlhas dos tratamentos que receberam 75 e 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O, sucessivamente das "produtivas" e "não produtivas", da primeira e segunda amostragens. Êsses teores médios e os correspondentes dos tratamentos que não receberam K foram calculados a partir dos dados do Quadro XXI e são os seguintes (Quadro XXIV):

Teor médio em K das fôlhas

Amostragem	Quantidade de K <sub>2</sub> O aplicada em kg/ha	F. produt.	F. não produt.
Primeira	0	0,95	0,86
--"---	75	1,23 (b)	1,21 (b)
--"---	150	1,35 (c)	1,33 (c)
Segunda	0	1,02	1,03
--"---	75	1,46 (b)	1,48 (b)
--"---	150	1,60 (c)	1,61 (c)

Quadro XXIV

A seguir, calculamos o valor de m (percentagem de K nas fôlhas correspondente à produção máxima) para cada caso, por interpolação entre dois valores correspondentes de b e c.

Os resultados são apresentados no Quadro XXV.

Amostragem	K% nas fôlhas	
	Produç.	Não produç.
Primeira	1,30	1,28
Segunda	1,56	1,57

Quadro XXV



5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar as possibilidades da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro. Ele consta de dois ensaios: um, fatorial NPK 2 x 2 x 2 executado em vasos, em casa de vegetação; outro, fatorial NPK 3 x 3 x 3, feito em condições de campo.

Em ambos, dois tipos de fôlhas, recentemente amadurecidas, foram analisadas: a) fôlhas nascidas em ramos produtivos situados no terço médio das plantas; b) fôlhas nascidas do caule. Denominamos, as primeiras, "fôlhas produtivas" e, as últimas, "fôlhas não produtivas".

Foi nossa intenção examinar as possibilidades oferecidas pelas análises do limbo e do pecíolo. Entretanto, apresentamos neste estudo inicial apenas os resultados conseguidos pelas análises do limbo foliar.

Duas amostragens foram feitas em cada ensaio, ambas em estágios definidos do ciclo evolutivo das plantas: a primeira, no início do florescimento e, a segunda, por ocasião do aparecimento das primeiras maçãs.

O algodoeiro usado foi o Gossypium hirsutum L., var. I.A.C. 817.

As conclusões podem ser resumidas assim:

A) Ensaio em vasos.

1 - O solo usado mostrou-se deficiente em N (0,083% de N) para o algodoeiro nas condições do ensaio de vez que as plantas que não receberam salitre do Chile exibiram sintomas típicos de carência desse nutriente e as produções foram reduzidas.

2 - Pelo menos dentro de certos limites o limbo das fôlhas estudadas refletem o estado nutricional das plantas com relação ao N.

3 - Os teores médios percentuais de N na matéria seca das folhas, dados abaixo,

<u>Amostragens</u>	<u>Folhas produtivas</u>	<u>Folhas não produtivas</u>
Primeira	2,92 ± 0,17	2,85 ± 0,16
Segunda	2,40 ± 0,11	2,43 ± 0,10

foram característicos de plantas com deficiência desse nutriente.

As plantas não carentes revelaram os seguintes teores médios

<u>Amostragens</u>	<u>Folhas produtivas</u>	<u>Folhas não produtivas</u>
Primeira	3,85 ± 0,17	3,87 ± 0,16
Segunda	3,44 ± 0,11	3,52 ± 0,10

Os resultados obtidos não permitem concluir com maior aproximação sobre o estado de nutrição nitrogenadas das plantas.

4 - Houve boa correlação entre os teores em N das folhas analisadas, e a produção de algodão, exceto para as "não produtivas" da primeira amostragem. Este último resultado, entretanto, deve ser considerado com prudência.

5 - Os resultados obtidos sugerem que as "folhas produtivas" se prestam para diagnose foliar do algodoeiro no que concerne ao N.

6 - O limbo das "folhas produtivas" e o das "não produtivas" reflete a disponibilidade do K do solo nas condições do ensaio.

7 - Os teores de P e K na matéria seca das folhas dados abaixo refletem, nas condições do ensaio, um estado nutricional satisfatório das plantas ou de alimentação de luxo em relação a esses nutrientes:

Amostragens	P% nas fôlhas		K% nas fôlhas	
	Produtivas	Não prod.	Produtivas	Não prod.
Primeira	0,206	0,190	1,22	1,04
Segunda	0,174	0,187	0,62	0,64

### B) Ensaio de campo.

1 - O solo usado mostrou-se deficiente em K disponível (0,084 e 0,075 e.mg de  $K^+$  trocável por 100 g de T.F.S.E., respectivamente para os blocos A e B) para o algodoeiro, pois, nos canteiros que não receberam êsse nutriente, as plantas apresentaram sintomas típicos de carência do mesmo e as produções foram reduzidas. Aumentos de produção só foram obtidos pela adubação potássica.

2 - A análise estatística revelou que a produção máxima - 4,173 kg/parcela (correspondente a 103,04 @/ha ou 249,36 @/alqueire paulista) seria obtida com a aplicação de 128,05 kg de  $K_2O$  por hectare.

3 - Nos casos analisados houve correlações altamente significativas entre os teores em K das fôlhas e as produções de algodão, podendo-se concluir que tanto as "fôlhas produtivas" como as "não produtivas" se prestam igualmente para a diagnose foliar do algodoeiro em relação ao K.

4 - Os níveis de K nas fôlhas correspondentes à produção máxima são aproximadamente os seguintes:

- a) "fôlhas produtivas" da 1ª amostragem 1,30% K
- b) "fôlhas não produtivas" da 1ª amostragem 1,28% K
- c) "fôlhas produtivas" da 2ª amostragem 1,56% K
- d) "fôlhas não produtivas" da 2ª amostragem 1,57% K

5 - Os teores de N e P encontrados nas folhas (Quadros XIX e XX) representam, nas condições do ensaio, um estado nutricional das plantas satisfatório ou de alimentação de luxo.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são devidos às seguintes pessoas:

Drs. Eurípedes Malavolta, Tufi Coury e Frederico Pimentel Gomes, professores catedráticos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz";

Engenheiros Agrônomos Moacyr de Oliveira Camponez do Brasil Sobr<sup>o</sup>, Henrique Paulo Haag, Silvio Arzolla e Francisco Ferraz de Toledo;

José Barbosa Amaral, Vinicius Ferraz, Valentim Bombo Filho e Angelo Smaniotto, funcionários da Secção Técnica de Química Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e Nelson Ramos Lopes, funcionário da Secção Técnica de Tecnologia Agrícola da mesma Escola.

A êsses amigos e a todos que contribuíram para a execução dêste trabalho, a nossa gratidão.

7. LITERATURA CITADA.

## ANÔNIMO

Sem data - A adubação racional do algodoeiro no Brasil, Boletim distribuído pelo Serviço Técnico da Companhia Brasileira de Potassa e Adubos, Indústria e Comércio, São Paulo.

APPLING, E.D. and J. Giddens

1954 - Differences in sodium and potassium content of various parts of the cotton plant at four stages of growth, Soil Sci., 78(3):199-203.

ARMSTRONG, G.M. and W.B. Albert

1931 - A study of cotton plant with especial reference to its nitrogen content, Jour. Agr. Res. 42:689-703.

BELOUSOV, M., Z. Sdvizhenskaya

1954 - Methods of diagnosing the nutrient conditions of cotton, Khlopkovodstvo Nº 9:30-35 citado em circular especial do serviço técnico agrônomo da Companhia Brasileira de Potassa e Adubos, janeiro de 1958, São Paulo.

BRIEGER, F.G.

1946 - Limites unilaterais e bilaterais na análise estatística, *Bragantia* 6(10):479-545.

CATANI, R.A., J. Romano Gallo e H. Gargantini

1955 - Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade, Boletim nº 69 do Instituto Agrônomo, Campinas.

COOPER, H.P.

1939 - Nutritional deficiency symptoms in cotton, Soil Sci. Soc. Amer., Proceedings 4:322-324.

COOPER, H.P., and W.H. Garman

1942 - Effect of applications of sodium on the composition and yield of cotton at different levels of potash fertilization, Soil Sci. Soc. Amer., Proc. 7:331-338.

COOPER, H.P.

1944 - Plant-nutrient deficiency symptoms in cotton, Hunger Signs in Crops The American Society of Agronomy and The Nacional Fertilizer Association, Washington, D.C., 125-149.

COOPER, H.P., W.R. Paden, and M. M. Phillippe

1953 - Effects of the applications of sodium in fertilizers on yields and composition of the cotton plant, Soil Sci., 76(1):19-28.

COURY, T., E. Malavolta, F.Pimentel Gomes, O. Valsecchi, J. D.P. Arzolla, M.O.C. Brasil Sobro, H.P. Haag, F.A.F. Melo, R.F. Novaes, G. Ranzani e L.N. Menard

1957 - A diagnose foliar na cana-de-açúcar, Tese aprovada pelo VI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Bahia.

COWIE, G.A.

1951 - Potash, Edward Arnold & Co., London.

CROWTHER, F.

1941 - Studies in growth analysis of the cotton plant under irrigation in the Sudan. II. Seasonal variations in development and yield, *Annals of Botany (N.S.)* 5:507-533.

GRANER, E.A.

1952 - Como aprender estatística, Biblioteca Agronômica Melhoramentos, nº 13, Cia. Melhoramentos de Sao Paulo.

JEWITT, T.N.

1953 - Seasonal variations in the composition of young cotton leaves in the Sudan Gezira, *Jour. Agr. Sci.*, 43:89-91.

JOHAM, H.E.

1951 - The nutritional status of the cotton plant as indicated by tissue tests, *Plant Physiol.*, 26(1):76-89.

LOTT, W.L., J.P. Nery, J. Romano Gallo e J.J. Medcalf

1956 - A tecnica de analise foliar aplicada ao cafeeiro, *Boletim nº 79 do Instituto Agronomico, Campinas.*

LUNDEGÅRDH, H., e outros

1954 - Analyse des Plantes et Problèmes des Engrais minéraux, Institut de Recherches Pour les Huiles et Oleagineux, Paris.

MALAVOLTA, E. e T. Coury

1954 - Apostilas de práticas de Química Agrícola, Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

MALAVOLTA, E., T. Coury, F. Pimentel Gomes, M.O.C. Brasil Sobro, J.D.P. Arzolla, H.P. Haag, G. Ranzani, F.A.F. de Mello e L.N. Menard

1957 - Diagnose foliar no cafeeiro, I. Resultados preliminares, Tese aprovada no VI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Bahia.

MALAVOLTA, E., F. Pimentel Gomes e T. Coury

1958 - Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro (*Coffea arabica* L., variedade Bourbon vermelho), I. Resultados preliminares, *Boletim nº 14 da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba.

MASON, T.G., and E. Phillis

1943 - Studies on the partition of the mineral elements in the cotton plant. IV. More about nitrogen phosphorus, and labile carbohydrate, *Annals of Botany (N.S.)*, 7(28):339-408.

PACK, M.R., and R.S. Gomez

1956 - Correlation between plant analysis and soil tests in New Mexico, *Soil Sci. Soc. Amer., Proceedings* 20:529-531.

PADEN, W.R. and W.H. Garman

1946 - Yield and composition of cotton and kobe lespedeza grown at different pH levels, *Soil Sci. Soc. Amer., Proceedings* 11:309-316.

PAIVA NETO

1942 - Percolação ou agitação, na química dos complexos sortivos do solo, *Bragantia* 2(3):93-99.

PEARSON, E.S. e H.O. Hartley

1956 - *Biometrika tables for statisticians*, 1 Cambridge University Press.

PHILLIS, E., and T.G. Mason

1939 - Studies on the partition of the mineral elements in the cotton plant. I. Preliminary observations on nitrogen and phosphorus, *Annals of Botany (N.S.)* 3:570-585.

PHILLIS, E., and T.G. Mason

1942 - On diurnal variations in the mineral content of the leaf of the cotton plant, *Annals of Botany (N.S.)*, 6:437-442.

PREVOT, P.

1953 - Les bases du diagnostic foliaire: application a l'arachide, *Oleagineux*, 8<sup>eme</sup> annee, n<sup>o</sup> 2.

PREVOT, P. et M. Ollagnier

1956 - Methode d'utilisation du diagnostic foliaire, *Analyse des Plantes et Problemes des Fumures Minerales*, Institut de Recherches pour les Huiles et Oleagineux, Paris.

RANZANI, G.

1952 - Contribuição ao estudo dos métodos de determinação do pH em solos, Tese mimeografada, Piracicaba, E.S.Paulo, Brasil.

RANZANI, G.

1956 - Levantamento da carta de solos da Secção Técnica "Química Agrícola", da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Tese, Piracicaba, E.S.Paulo, Brasil.

TOTH, S.J., A.L.Prince, A. Wallace and D.S. Mikkelsen

1948 - Rapid quantitative determination of eight mineral elements in plant tissue by a systematic procedure involving use of a flame photometer, *Soil Sci.*, 66:459-466.

ULRICH, A.

1943 - Plant analysis as a diagnostic procedure, *Soil Sci.*, 55:101-112.

ULRICH, A.

1948 - Plant analysis, methods and interpretation of results, *Diagnostic Techniques for Soils and Crops*, The American Potash Institute, Washington, U.S.A.

VIDAL, R.D. y J.M. Albareda Herrera

1954 - Analisis foliar - I. Aplicacion del analisis quimico de la hoja y del metodo de diagnosis visual a la investigation de deficiencias minerales en relation con los suelos de cultivo. *Anales de Edafologia y Fisiologia Vegetal*, Tomo XIII, n<sup>o</sup> 5, Madrid.



WADLEIGH, C.H.

1938 - Metabolism in the cotton plant, Arkansas Agr. Expt. Sta., Bull. 351.

WALLACE, T.

1956 - Analyse des Plantes et Problèmes des Fumures Minérales, Institut de Recherches Pour les Huiles et Oléagineux, Paris.