

SYLVIO ARZOLLA

Engenheiro Agrônomo

Assistente da 2ª Cadeira "Química Agrícola"

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

ESTUDOS SÔBRE A NUTRIÇÃO MINERAL DO  
ABACAXIZEIRO (Ananas sativus, Schult)

TESE DE DOUTORAMENTO

apresentada à

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

Outubro de 1961

PIRACICABA - ESTADO DE SÃO PAULO

BRASIL

*Itaalla*

" IN MEMORIAM "

AOS MEUS QUERIDOS PAIS A

QUEM TUDO DEVO

INDICEMATÉRIAPÁGINA

"In memoriam"	I
Índice	II
<u>Parte I - Ensaio em solução nutritiva em condições controladas</u>	1
1. Introdução	1
2. Material e métodos	1
2.1. Cultivo e colheita das plantas	1
2.2. Análise das fôlhas	2
2.3. Análise dos frutos	3
3. Resultados e discussão	3
3.1. Sintomas de deficiência	3
3.2. Número de fôlhas e mensurações efetuadas nas fôlhas, pedúnculos e raízes	4
3.3. Análise das fôlhas	6
3.4. Pêso e análise dos frutos	7
3.4.1. Pêso dos frutos	7
3.5. Acidez	9
3.6. Brix	11
3.7. Açúcares totais	13
<u>Parte II - Ensaio de adubação, em condições de campo, com o uso da diagnose foliar</u>	21
1. Introdução	21
2. Material e métodos	21
2.1. Variedade usada e características do solo	21
2.2. Delineamento experimental	22
2.3. Adubação	22
2.4. Coleta de fôlhas e de frutos	25
2.5. Preparo das amostras de fôlhas e análises químicas	25

3. Resultados e discussão	25
3.1. Produção	25
3.2. Diagnose foliar	29
3.2.1. Primeira amostragem	29
3.2.2. Segunda amostragem	34
<u>Parte III - Resumo e conclusões</u>	40
1. Ensaio em solução nutritiva em condições controladas	40
2. Ensaio de adubação em condições de campo com o uso da diagnose foliar	42
<u>Parte IV - Agradecimentos</u>	43
<u>Parte V - Literatura citada</u>	44

*Small*

# ESTUDOS SÔBRE A NUTRIÇÃO MINERAL DO ABACAXIZEIRO

(Ananas sativus, Schult, var. Perola)

## PARTE I

### ENSAIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA, EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

#### 1. INTRODUÇÃO.

O Brasil constitui-se num dos maiores produtores de abacaxi do mundo. Em 1952, a produção total nas várias regiões do globo terrestre, atingiu o montante de 1.251.826 toneladas dessa saborosa infrutescência, classificando-se o nosso país como 2º produtor mundial, logo abaixo do Hawaii, com aproximadamente 10% daquele total. Trata-se, portanto, de uma cultura de grande importância econômica para nós. Entretanto, não existe em nosso meio ensaios a respeito da fisiologia dessa bromeliacea, principalmente no que toca a sua alimentação mineral, base necessária para os trabalhos sôbre adubação, embora em outros países já tenham sido feitos trabalhos dessa natureza (CIBES & SAMUELS, 1958; SIDERIS & YOUNG, 1945). Nestas condições, optamos por cultivar o abacaxi, em condições controladas de solução nutritiva, a fim de se obter informações preliminares a respeito de: sintomas de deficiência de macronutrientes, níveis dos mesmos nas folhas, efeito dos macronutrientes na produção e em algumas características das plantas e dos frutos.

#### 2. MATERIAL E MÉTODOS.

##### 2.1. Cultivo e colheita das plantas.

Mudas de abacaxizeiro (Ananas sativus, Schult, var. Perola) foram transplantadas para vasos de barro cheios com 12

quilos de areia de rio lavada com ácido. As plantas receberam semanalmente solução de HOAGLAND & ARNON (1950) completa ou com deficiência dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg, S. Esses elementos, foram omitidos da solução, um por vez, nos tratamentos respectivos. Os micronutrientes foram fornecidos, por igual, em todos os tratamentos. Antes da renovação da solução nutritiva, fez-se passar água destilada, pelo conteúdo dos vasos, a fim de se evitar uma concentração salina exagerada. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, tendo sido instalado em Fevereiro de 1959.

A colheita dos frutos e das plantas se deu entre um ano e um ano e meio, após o plantio. As folhas, pedunculos e raízes foram destacadas, tendo-se o cuidado de se retirar toda a areia aderente a estas últimas, por meio de jatos de água. A seguir as folhas, pedunculos e raízes foram secas, em estufa a 70-80°C, e posteriormente pesadas.

Os tratamentos foram os seguintes: (1) completo, (2) menos N, (3) menos P, (4) menos K, (5) menos Ca, (6) menos Mg e (7) menos S. Utilizamos quatro repetições.

## 2.2. Análise das fôlhas.

Após, o aparecimento bem definido dos sintomas de deficiências, as fôlhas eram destacadas pela base, postas a secar a 70-80°C e trituradas. O nitrogênio foi determinado por uma modificação do método clássico de Kjeldahl, semi-micro, citado por MALAVOLTA, 1957. Os demais nutrientes foram analisados no extrato nítrico-perclórico (TOTH et al., 1948) usando-se os seguintes processos: P-metavanadato (LOTT et al., 1956); K-fotometria de chama; Ca-permanganometria do oxalato (LOTT et al., 1956); Mg-amarelo de tiazol (LOTT et al., 1956); S-gravimetria - como sulfato de bário (MALAVOLTA, 1952).

### 2.3. Análise dos frutos.

A unidade foi determinada por diferença de peso após secagem a 100-110°C. No suco, obtido por prensagem manual, dosaram-se: acidez titulável - segundo A.O.A.C.(1945); brix - utilizando-se o refratômetro de campo Zeiss; açúcares totais - pela redução do sulfato de cobre.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

### 3.1. Sintomas de deficiência.

Nitrogênio - As plantas deficientes em nitrogênio tiveram seu desenvolvimento paralizado, mostrando número menor de folhas que as normais. No início da carência, as folhas jovens mostraram uma coloração verde mais clara, uniforme, enquanto as mais velhas exibiam uma tonalidade mais forte (normal). Em seguida, todas as folhas novas apresentaram as margens avermelhadas e a parte central com uma cor verde-limão. Nos últimos estágios da carência nitrogenada, todo o verde desapareceu das folhas, que passaram a mostrar uma coloração amarelada exclusiva. Não houve formação de frutos.

Fósforo - No caso das plantas cultivadas, em meio, do qual o fósforo foi omitido não houve aparecimento de clorose; pelo contrário, as folhas eram de um verde escuro, com láivos arreçados. Nos últimos estágios da deficiência as folhas mais velhas secaram a partir do ápice, adquirindo a cor de palha. As plantas deficientes em fósforo, eram menores que as do tratamento completo e não frutificaram.

Potássio - Os sintomas iniciais de carência de potássio, se manifestaram pelo aparecimento nas folhas, de áreas levemente pardas, dispostas ao longo e, de ambos os lados da nervura princi-

pal. A medida, que a deficiência se agravava, as manchas se tornavam mais nítidas e as folhas inferiores justamente as mais afetadas, secaram a partir da ponta. A parte seca adquiria coloração parda. As plantas apresentaram desenvolvimento reduzido. Esses sintomas concordam plenamente com os mencionados por Sideris e Young(1945), Cannon(1957) e Anônimo(1956) citados por MARTIN-PREVEL(1959).

Cálcio - Nas plantas carentes de cálcio as folhas se tornaram de uma cor verde pálido, apresentando ainda uma coloração vermelha e rachadura nas bases. Os frutos quando cortados ao meio exibiam internamente áreas descoloridas, contendo um material gelatinoso.

Magnésio - No caso da falta de magnésio, as folhas mais velhas foram as primeiras a exibir clorose; numerosas manchas coalescentes, ao longo das margens, formavam uma faixa amarelada, enquanto o resto da lâmina exibia uma tonalidade avermelhada.

Enxofre - Os sintomas da falta de enxofre foram pouco evidentes, mostrando apenas uma leve perda da tonalidade verde das folhas (clorose).

De um modo geral, os sintomas descritos, concordaram com os obtidos por CIBES & SAMUELS(1958) em condições similares, de cultivo das plantas.

### 3.2. Número de folhas e mensurações efetuadas nas folhas, pedunculos e raízes.

O número médio de folhas por tratamento e os resultados médios das mensurações efetuadas nas folhas, pedunculos e raízes aparecem no Quadro 1. Não se procedeu à análise estatística entre os valores individuais, por dispensável, de vez que o desenvolvimento das plantas foi bem uniforme, dentro de um mesmo tratamento.



Tratamento	Fólya			Raíz		Pedunculo	
	Número	Peso fresco	Peso sêco	Mayor compr. cm	Peso sêco	Peso sêco	Comprimento cm
- N	26,75	323,850	51,200	63,7	63,250	N. P.	N. P.
- P	21,50	314,775	87,500	74,5	10,233	N. P.	N. P.
- K	21,50	322,650	99,700	88,0	55,000	7,500	26,5
- Ca	29,66	603,060	111,300	105,0	112,600	12,866	31,0
- Mg	30,50	732,000	158,350	118,6	--	16,000	35,0
- S	27,25	1.298,560	187,400	104,3	160,333	14,675	33,7
Completo	28,33	870,633	156,000	104,0	72,150	15,683	33,0

Quadro 1. Número de fólyas e mensurações efetuadas nas fólyas, pedúnculos e raízes.

As plantas dos tratamentos menos N, menos P e menos K apresentaram menor número e menor peso de folhas, bem como causou uma redução no comprimento da folha de maior dimensão, em relação às correspondentes dos demais tratamentos. Digno de nota é o peso das folhas do tratamento menos S, bem maior que nos demais tratamentos.

O tratamento menos P, teve marcada influência negativa sobre o desenvolvimento radicular, vindo a seguir os tratamentos menos K e menos N. Nos tratamentos menos Ca e menos S, as raízes se desenvolveram abundantemente, o que é revelado pelo peso das mesmas que, chegaram a superar o peso das raízes das plantas testemunhas.

Quanto aos pedunculos, as plantas cultivadas sob carência de N e P, não chegaram a produzir. Entre os demais tratamentos, merece menção especial, aquele caracterizado pela omissão de Ca, devido ao pequeno desenvolvimento dos pedunculos produzidos, tanto no que se refere ao peso seco, como em relação ao comprimento.

### 3.3. Análise das folhas.

Os resultados das análises foliares se acham reunidos no Quadro 2. Com a finalidade de comparação, os dados obtidos por CIBES & SAMUELS(1958) em Puerto Rico, foram também incluídos.

O exame do Quadro 2 mostra que a omissão de um nutriente da solução nutritiva determina, como aliás era de se esperar, um abaixamento acentuado no teor do mesmo nas folhas. Observa-se, por outro lado, uma concordância bastante razoável, entre os dados obtidos no presente trabalho e aqueles oferecidos por CIBES & SAMUELS(1958), excessão feita ao fósforo (tratamento completo), potássio e cálcio (plantas deficientes) e enxofre.

Elemento	Tratamento	% material sêco	CIBES & SAMUELS(1958)
Nitrogênio	com	1,29	1,64
	sem	0,78	0,53
Fósforo	com	0,12	0,43
	sem	0,05	0,08
Potássio	com	2,28	2,22
	sem	0,16	0,62
Cálcio	com	1,19	0,75
	sem	1,10	0,17
Magnésio	com	0,41	0,54
	sem	0,29	0,16
Enxôfre	com	1,00	0,25
	sem	0,65	0,13

Quadro 2. Teores de macronutrientes nas fôlhas das plantas de abacaxi cultivadas em soluções nutritivas completa e deficientes.

Cumpra ainda mencionar que os teores dos elementos nas fôlhas deficientes, sendo bem mais baixos que os níveis normais, têm, provavelmente, um valor efetivo para auxiliar o diagnóstico de carências, em material obtido em condições de campo.

### 3.4. Pêso e análise dos frutos.

#### 3.4.1. Pêso dos frutos.

Os dados referentes ao pêso dos frutos se encontram no

Quadro 3. Cumpre salientar que os tratamentos -N e -P não deram frutos; duas plantas do tratamento -K e uma do -Ca, também não chegaram a produzir.

Tratamento	Repetição				Média
	1ª	2ª	3ª	4ª	
Completo	1.115	912	973	1.127	1.032
-N	0	0	0	0	0
-P	0	0	0	0	0
-K	0	0	512	473	246
-Ca	0	792	654	607	513
-Mg	799	1.198	1.018	816	958
-S	484	650	764	415	578

Quadro 3. Pêso dos frutos.

A análise da variância revelou diferença significativa para tratamentos (Quadro 4).

	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	4.234.869	7.058.115	179**
Res.	21	828.666	39.460	
Totais	27	5.063.535		

C.V. = 40 %

Quadro 4. Análise da variância dos pesos dos frutos.

Os resultados obtidos com o teste de Tukey aparecem resumidos a seguir.

		Pêso médio dos frutos (g)
1º	( completo	1.032
	( -Mg	958
2º	( -S	578
	( -Ca	513
3º	( -K	246
	( -P	0
	( -N	0

d.m.s. pelo teste de Tukey = 459

Como se observa, os tratamentos completo e -Mg deram as maiores produções, não diferindo entre si. Em segundo lugar se colocaram os tratamentos -S e -Ca. Os tratamentos -K, -P e -N deram as mais baixas produções, sendo nulas as dos dois últimos.

### 3.5. Acidez.

No Quadro 5 aparecem os dados relativos à acidez dos frutos.

Tratamento	Acidez
Completo	1,50
"	1,40
"	0,94
"	0,83
-K	1,52
"	1,36
-Ca	1,36
"	1,50
"	1,36

-Mg	1,11
"	0,92
"	0,90
"	0,96
-S	1,31
"	1,40
"	1,59
"	1,38

Quadro 5. Acidez dos frutos

Para a análise estatística os valores do Quadro 5 foram transformados em arc. sen.  $\sqrt{x}$ , sendo x o valor da acidez. A análise da variância revelou diferença significativa para tratamentos como se vê no Quadro 6.

	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Trat.	4	4,253	1,063	4,22*
Resíduo	12	3,025	0,2521	
Totais	16	7,278		

C.V. = 7,8 %

Quadro 6. Análise da variância dos valores transformados da acidez dos frutos.

	Média das repetições
Completo	6,158
-N	--
-P	--
-K	6,893
-Ca	6,813
-Mg	5,652
-S	6,841

A aplicação do teste de Tukey mostrou que o tratamento -Mg apresentou menor acidez do que os demais com exceção do completo. Esses resultados concordam com os de CIBES & SAMUELS(1958).

3.6. Brix.

No Quadro 7 aparecem os dados relativos ao brix.

Tratamento	Brix
Completo	16,0
"	13,6
"	16,4
"	13,0
-K	11,6
"	12,2
-Ca	17,8
"	18,0
"	17,8
-Mg	15,6
"	16,2
"	15,7
"	14,4
-S	14,6
"	17,6
"	18,6
"	17,8

Quadro 7. Brix dos frutos.

A análise estatística sôbre os valores percentuais de Brix, revelou a sua significância, ao nível de 1%, pelo teste de F, para tratamentos, conforme pode-se ver pela análise da variância, exposta no Quadro 8.

A aplicação do teste de Tukey mostrou que o tratamento

-K apresentou um Brix menor do que -Ca, -Mg e -S; não diferindo, entretanto, do completo.

No tratamento -Ca, o Brix foi maior do que no completo.

	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Trat.	4	55,18	13,795	8,3**
Res.	12	19,86	1,655	
Totais	16	75,04		

Quadro 8. Análise da variância dos valores brix. C.V. = 8,2 %

	Médias
Completo	14,75
-N	-
-P	-
-K	11,90
-Ca	17,87
-Mg	15,48
-S	17,15

As relações entre Brix-Acidez, calculadas através das médias desses valores, foram as seguintes

<u>Tratamento</u>	<u>Relação Brix-Acidez</u>
Completo	12,72
-K	8,26
-Ca	12,76
-Mg	15,96
-S	12,08

Observa-se que a omissão do K baixou a relação Brix-acidez, enquanto que o tratamento -Mg acusou elevação da mesma, con-



forme foi observado por CIBES & SAMUELS (1958). Os tratamentos -Ca e -S, nesse particular, se comportaram como o tratamento completo.

### 3.7. Açúcares totais.

No Quadro 9 aparecem os dados relativos aos teores de açúcares totais.

Tratamento	Açúcares totais (%)
Completo	10,0
"	10,4
"	--
"	10,8
-K	8,2
"	8,4
-Ca	14,0
"	14,6
"	14,3
-Mg	12,8
"	13,2
"	13,0
"	13,2
-S	7,0
"	5,7
"	6,7
"	6,7

Quadro 9. Teores de açúcares totais dos frutos.

A análise da variância dos valores apresentados no

Quadro 9 mostrou diferença significativa para tratamentos (Quadro 10).

	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Trat.	4	143,20	35,18	100
Res.	12	3,86	0,3216	
Totais	16	147,06		

C.V. = 5,35

Quadro 10. Análise da variância dos dados de açúcares totais.

Um estudo de diferentes contrastes pelo teste de Tukey a 5% mostrou que, no que se refere aos teores de açúcares totais dos frutos, os tratamentos se distribuíram na seguinte ordem:

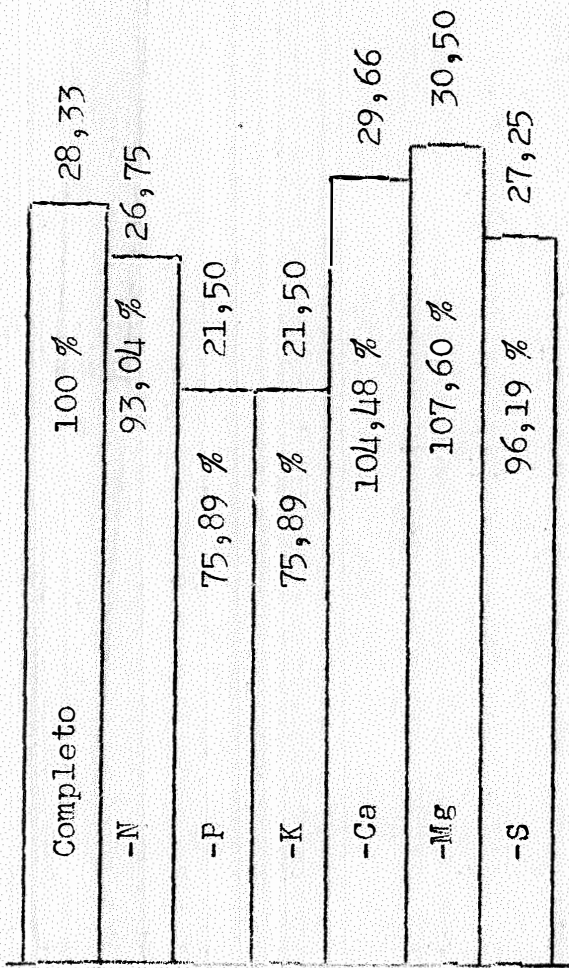
-Ca > -Mg > Completo > -K > -S.

Os teores médios de açúcares totais foram os seguintes:

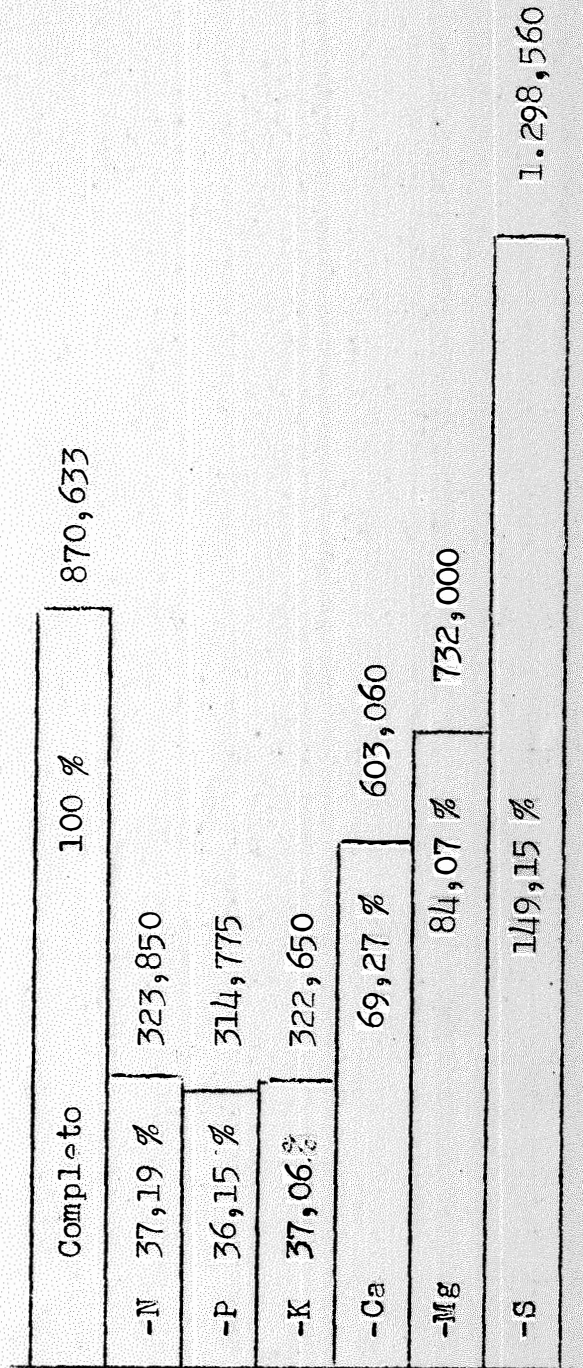
<u>Tratamento</u>	<u>Média</u>
Completo	10,82
-K	8,30
-Ca	14,30
-Mg	13,10
-S	6,52

Como se observa, a omissão de K e S da solução causaram uma redução no teor de açúcar total dos frutos; verificou-se o contrário quando Ca e Mg foram omitidos. Esses resultados concordam com os obtidos por Cerighelli (citado por JACOB & UEXKÜLL, 1958 pág. 328) no que se refere ao efeito do K e com aqueles apresentados por CIBES & SAMUELS(1958), em relação aos efeitos do Ca e S.

Os Gráficos de 1 a 11 ilustram tudo o que foi dito até aqui.

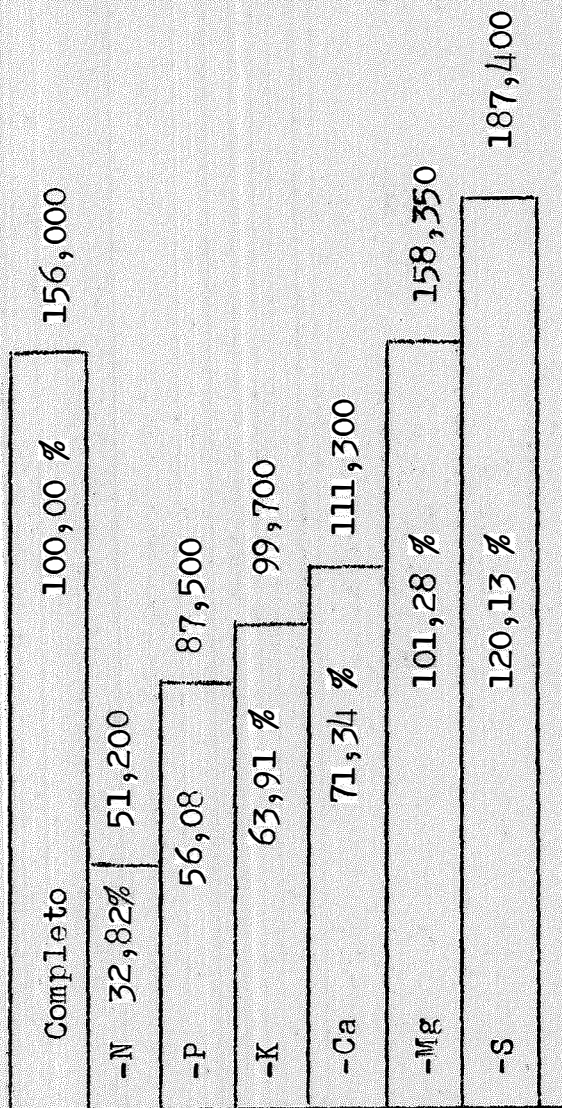


Gráf. 1 - Número médio de folhas

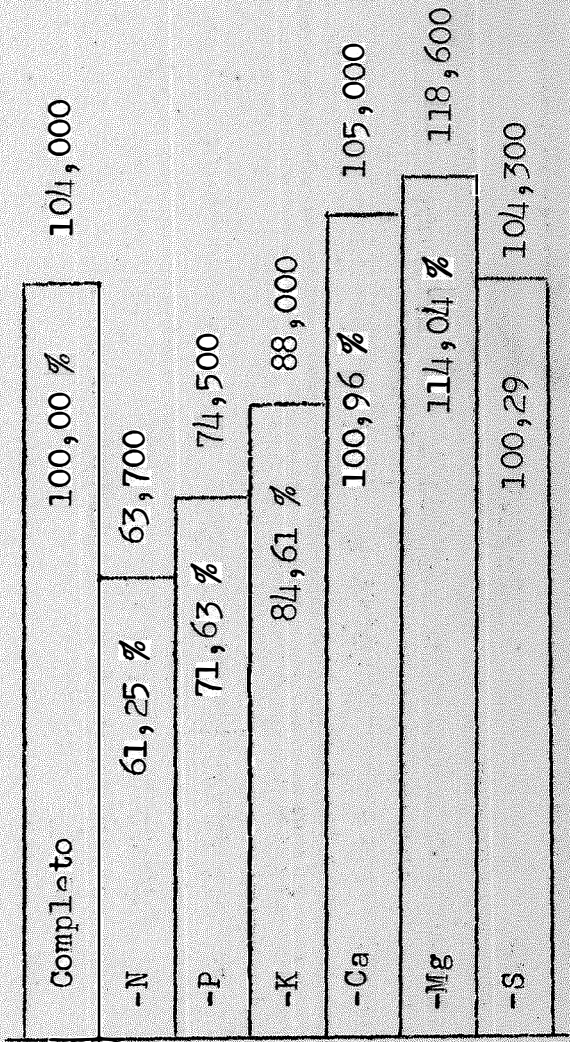


Gráf. 2 - Folha, peso fresco

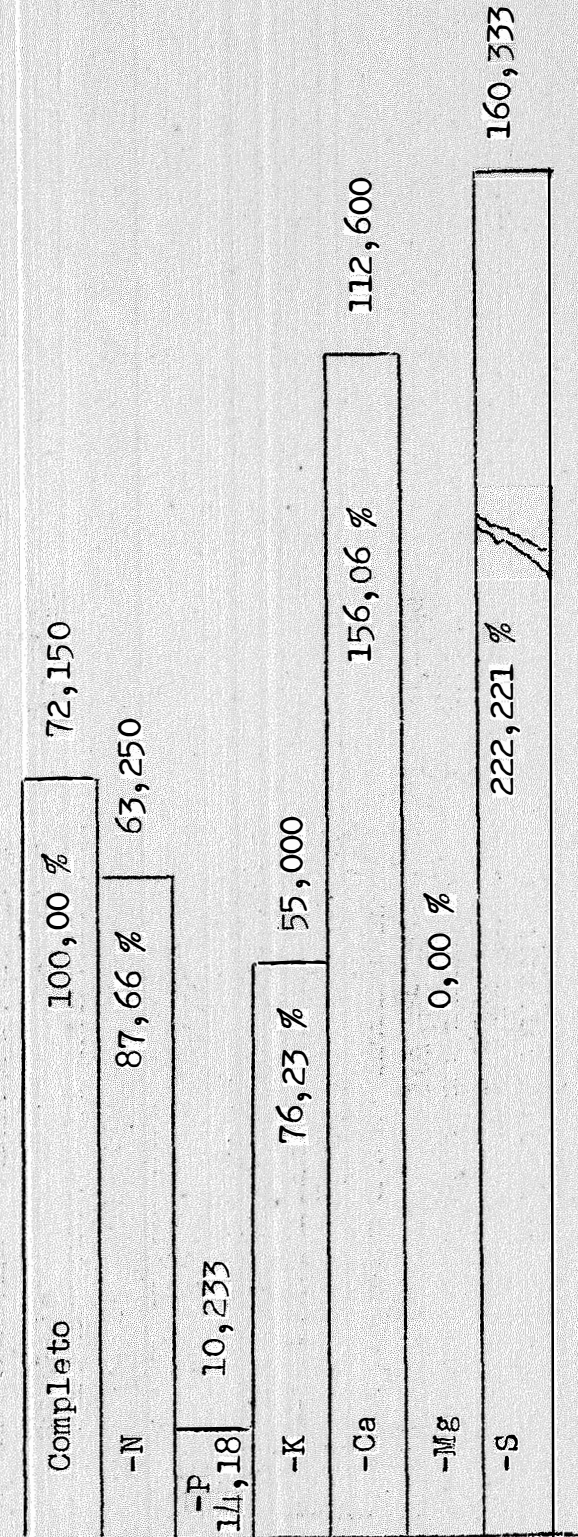
*folha*



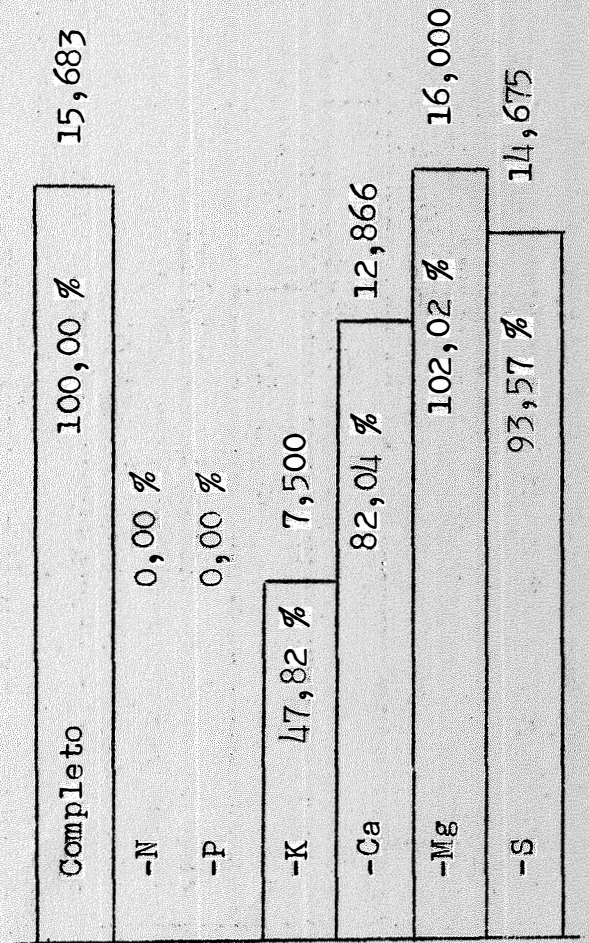
Gráf. 3 - Folha, peso seco



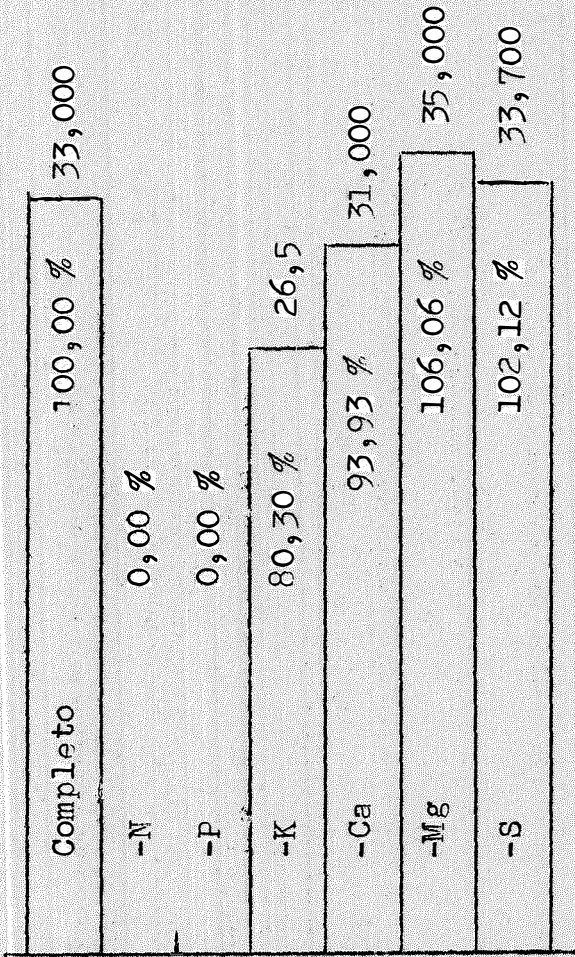
Gráf. 4 - Folha de maior comprimento



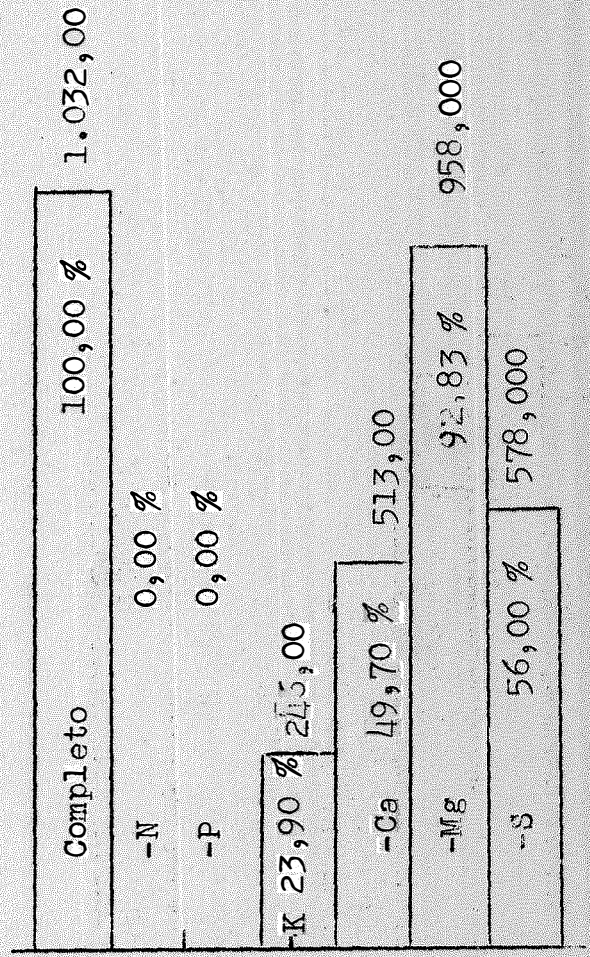
Gráf. 5 - Raiz, peso seco



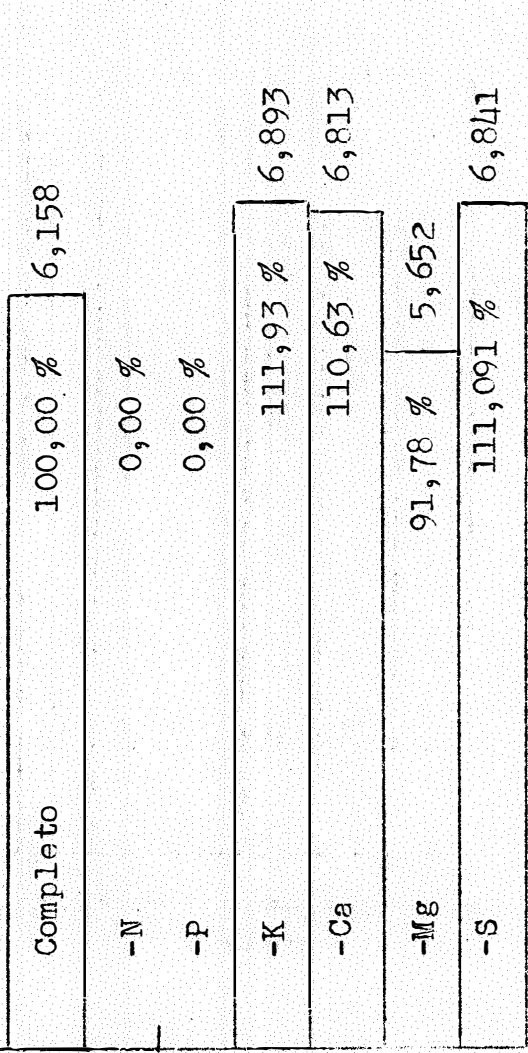
Gráf. 6 - Pedunculo, peso seco



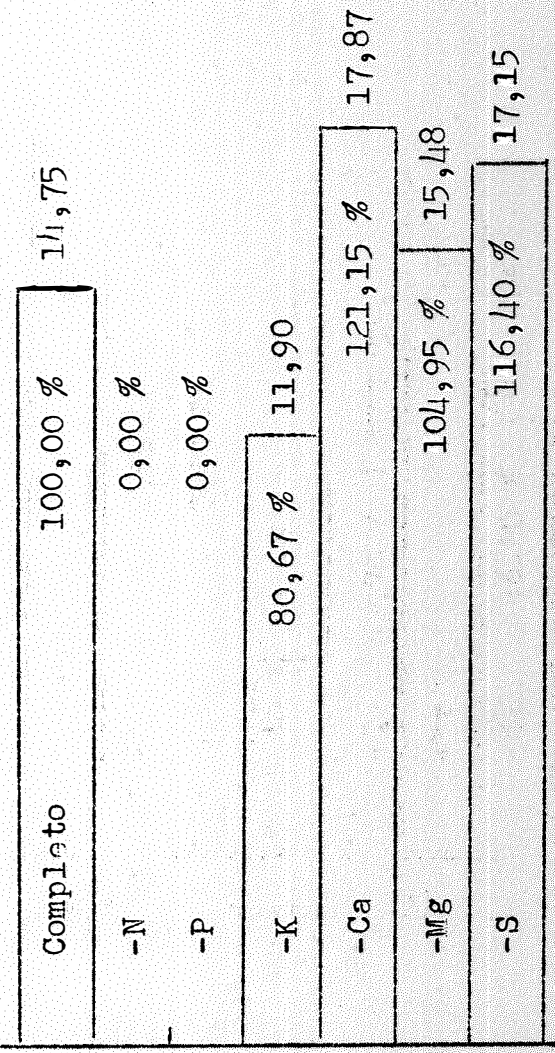
Gráf. 7 - Pedunculo, comprimento



Gráf. 8 - Frutos, peso

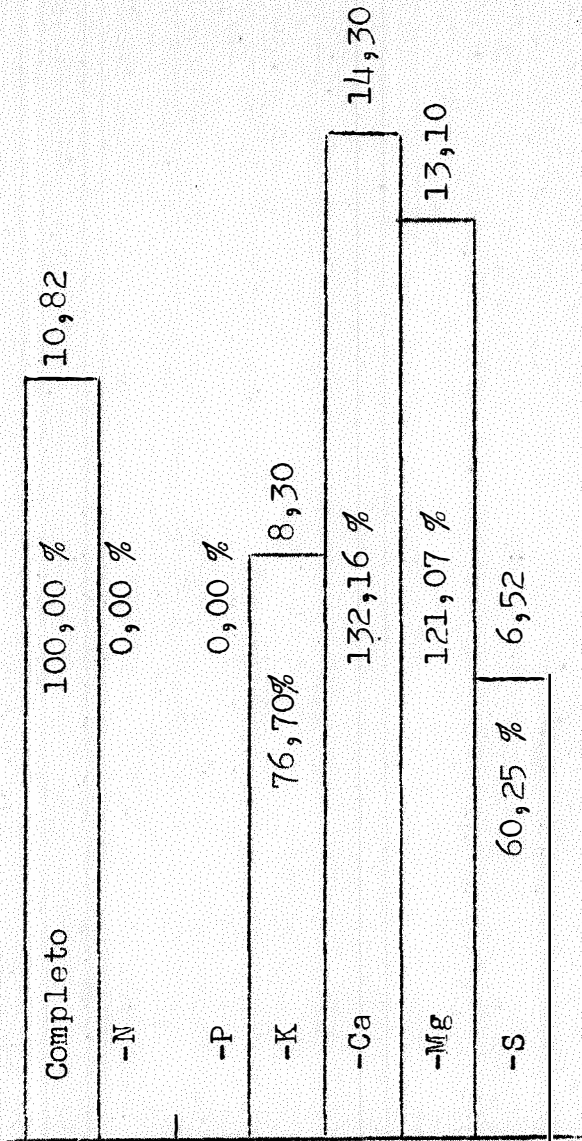


Gráf. 9 - Acidez %



Gráf. 10 - Brix

Stevella



Graf. 11 - Açúcares totais %



PARTE II

ENSAIO DE ADUBAÇÃO, EM CONDIÇÕES DE CAMPO, COM O USO DA  
DIAGNOSE FOLIAR

1. INTRODUÇÃO.

Atualmente as plantações de abacaxizeiro se estendem por todas as regiões do globo, exceto a Europa (COULTER, 1940). Em 1952, essas regiões produziram um total de 1.251.826 toneladas métricas. Nesse mesmo ano, a produção brasileira foi de 136.525 toneladas métricas ou seja mais de um décimo da produção mundial (TEIWES, 1956) como já foi referido na parte I deste trabalho. Trata-se pois, de uma cultura de grande importância para o nosso país.

A despeito dos fatos referidos acima, até o presente poucos têm sido os estudos sobre a adubação do abacaxi efetuados entre nós, podendo-se citar, neste particular, os trabalhos de GALLI (1952), de VACONCELLOS(1952), de COELHO & FALCÃO(1955) e de BRASIL SOBRº et al.(1961).

Julgamos, pois, de bom alvitre, estudar a questão, empregando ainda o método da diagnose foliar, o qual tem sido usado, com relativo sucesso, em diferentes culturas no Brasil e em outros países. Preliminarmente, foi executado um ensaio fatorial NPK 3x3x3, cujos resultados referentes aos dois primeiros anos são apresentados neste trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODOS.

2.1. Variedade usada e características do solo.

No presente ensaio, foi utilizada a mesma variedade de abacaxi que serviu para o estudo da nutrição mineral, Parte I, ou

seja a variedade Pérola.

O solo escolhido foi o regosol, arenoso, profundo, com as características químicas das no Quadro 11 e está situado no bairro de Dois Corregos, município de Piracicaba.

Características	Valor	Interpretação*
Nitrogênio total	0,112 %	teor médio
Fósforo trocável	0,226 e.mg $PO_4^{3-}$ /100g T.F.S.F.	" "
Potássio trocável	0,104 e.mg $K^+$ /100g T.F.S.F.	" baixo
Cálcio trocável	0,90 e.mg $Ca^{++}$ /100g T.F.S.F.	" "
Magnésio trocável	0,200 e.mg $Mg^{++}$ /100g T.F.S.F.	" "
Matéria orgânica	1,280 %	" "
pH	4,8	acidez elevada

\*Segundo CATANI et al. (1955), Boletim 6º do Instituto Agrônomo, Campinas.

Quadro 11. Características químicas do solo usado no experimento.

## 2.2. Delineamento experimental.

O delineamento experimental foi o fatorial NPK 3x3x3, com confundimento, acrescido de três tratamentos suplementares: a) sem enxofre; b) com micronutrientes (Zn, Fe); c) aplicação dos adubos nas axilas das folhas (ver Quadro 12). A Figura 1 dá uma idéia da distribuição das parcelas no terreno.

As parcelas foram constituídas de duas linhas contendo 12 plantas cada uma sendo as primeiras e as últimas consideradas bordaduras; o espaçamento foi de 0,40 x 1,50 metros.

## 2.3. Adubação.

Para os tratamentos fatoriais os fertilizantes e as quan

*Amalia*

1ª Repetição

Bloco II			Bloco III			Bloco VI		
13	28	21	19	11	14	28	5	29
10	22	9	27	4	29	24	16	15
29	30	26	23	28	3	1	30	8
17	2	6	30	7	18	12	25	20
20	8	29	21	28	2	23	29	14
16	24	5	29	30	22	4	27	3
25	28	30	9	17	13	19	11	7
1	12	15	6	10	26	28	18	30

Bloco V

Bloco IV

Bloco I

Fig. 1. Esquema do Ensaio de campo. 2ª Repetição

Bloco III

- 3- N2 P0 K0
- 4- N0 P1 K0
- 7- N0 P0 K1
- 11- N1 P1 K1
- 14- N1 P2 K0
- 18- N2 P2 K1
- 19- N0 P2 K2
- 23- N1 P0 K2
- 27- N2 P1 K2
- 28- N2 P2 K2 (-S)
- 29- N1 P1 K1 (aplic. nas axilas)
- 30- N2 P2 K2 (+ micron.)

Bloco II

- 2- N1 P0 K0
- 6- N2 P1 K0
- 9- N2 P0 K1
- 10- N0 P1 K1
- 13- N0 P2 K0
- 17- N1 P2 K1
- 21- N2 P2 K2
- 22- N0 P0 K2
- 26- N1 P1 K2
- 28- N2 P2 K2 (-S)
- 29- N1 P1 K1 ( aplic. nas axilas)
- 30- N2 P2 K2 (+ micron.)

Bloco I

- 1- N0 P0 K0
- 5- N1 P1 K0
- 8- N1 P1 K1
- 12- N2 P1 K1
- 15- N2 P2 K0
- 16- N0 P2 K1
- 20- N1 P2 K2
- 24- N2 P0 K2
- 25- N0 P1 K2
- 28- N2 P2 K2 (-S)
- 29- N1 P1 K1 ( aplic. nas axilas)
- 30- N2 P2 K2 (+ micron.)

Quadro 12. Tratamentos do ensaio fatorial.

tidades totais empregadas se encontram resumidos no Quadro 13.

No tratamento nº 28, foram empregados nitrocálcio de Cu batão, superfosfato triplo e cloreto de potássio em lugar de sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio, respectivamente.

No tratamento 30, os micronutrientes, ferro e zinco foram aplicados na forma de quelados, à razão de 1,5 gramas por planta, misturados aos demais adubos.

Adubo empregado	Nível	Grama do elemento por planta	Grama de adubo por planta (total)
Sulfato de amônio (18-20% N)	0	0	0
" " " "	1	9	45
" " " "	2	18	90
Superfosfato (18-20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0	0	0
" " " "	1	6	30
" " " "	2	12	60
Sulfato de potássio (48-50% K <sub>2</sub> O)	0	0	0
" " " " "	1	15	30
" " " " "	2	30	60

Quadro 13. Adubos e quantidades empregadas por planta.

Com exceção do tratamento 29, cujos fertilizantes foram aplicados nas axilas das folhas, nos demais tratamentos, a adubação foi feita em cobertura, em volta da planta.

O experimento foi instalado em Abril de 1959 e a adubação foi feita em três aplicações. A primeira marcada para 15 dias após o plantio, foi efetuada em julho devido a ocorrência de uma seca prolongada; a 2ª em fins de outubro e a terceira em março do

ano seguinte.

#### 2.4. Coleta de folhas e de frutos.

Foram feitas duas coletas de folhas para análise: a primeira em 23 de março de 1960 e a segunda a 27 de julho do mesmo ano (no início do aparecimento da inflorescência) tendo sido escolhidas folhas recentemente amadurecidas (3ª ou 4ª folha a partir da mais nova) de 10 plantas por parcela.

A colheita dos frutos, ou seja das infrutescências, se processou de dezembro de 1959 a fevereiro de 1960. Tanto neste caso, como no da coleta de folhas, teve-se o cuidado de não considerar plantas das bordaduras.

#### 2.5. Preparo das amostras de folhas e análises químicas.

No laboratório, as folhas foram divididas em 3 porções iguais, no sentido do comprimento, utilizando-se apenas a porção mediana. O material assim obtido, foi seco em estufa a 70-80°C, moído em moinho de facas e analisado em N, P e K pelos mesmos processos descritos em 2.2. da Parte I.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

#### 3.1. Produção.

Os dados de produção de fruto por parcela se acham no Quadro 14.

A Análise estatística dos dados do Quadro 14 mostrou efeitos significativos lineares para nitrogênio e potássio, na ordem de 1% pelo teste F (PIMENTEL GOMPS, 1960), como se pode verificar no Quadro 15. A adubação fosfatada não afetou a produção.

Tratamento	1ª Repetição Bloco I	2ª Repetição Bloco VI
1 - N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	10.990	4.720
5 - N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	19.280	12.745
8 - N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	26.800	20.815
12 - N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	25.135	15.220
15 - N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	23.720	12.760
16 - N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	11.570	10.280
20 - N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	22.140	16.985
24 - N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	29.960	14.520
25 - N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	11.570	20.995
28 - N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (-S)	21.585	9.170
29 - N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> (apl.nas axilas)	25.490	17.255
30 - N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (+micron.)	33.790	14.520
	Bloco II	Bloco IV
2 - N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	15.650	10.420
6 - N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	21.590	13.975
9 - N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	24.920	22.815
10 - N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	11.810	12.495
13 - N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	10.235	11.590
17 - N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	15.820	19.700
21 - N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	28.725	14.920
22 - N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	15.415	13.050
26 - N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	24.720	13.285
28 - N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (-S)	21.575	26.155
29 - N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> (apl.nas axilas)	27.755	22.585
30 - N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (+micro-nutrientes)	24.330	20.040

	Bloco III	Bloco V
3 - N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	15.750	11.765
4 - N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	8.500	8.490
7 - N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	9.055	9.555
11 - N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	20.100	18.790
14 - N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	8.750	10.690
18 - N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	19.190	12.800
19 - N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	12.329	15.460
23 - N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	21.765	14.490
27 - N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	22.500	21.285
28 - N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	18.480	14.950
29 - N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	21.595	17.360
30 - N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	29.980	26.030

Quadro 14. Produção de abacaxi por parcela.

Esses resultados confirmam aqueles citados por diversos autores (TEIWES, 1956; GEUS, 1961; JACOB e UFXKÜLL, 1958; PY et al., 1956) e que mostram ser o N e o K, os elementos exigidos em maiores quantidades pelo abacaxi. Releva notar ainda, que o solo utilizado no experimento, possuía um teor razoável de N.

As equações de regressão que ligam as quantidades de N e K empregadas respectivamente, com as produções obtidas são as seguintes:

$$\text{para N} \quad Y = 19,21x + 8.210 \quad (1)$$

$$\text{para K} \quad Y = 7,29x + 9.270 \quad (2)$$

onde Y representa produções em kg/ha e x as doses de N ou K<sub>2</sub>O em kg/ha.

Como os efeitos desses elementos foram lineares, não é



	G.L.	S. Q.	Q. M.	F	Signif.
Blocos	5	592,915	118,583	9,55	*
NL	1	620,350	620,350	49,96	**
NQ	1	53,808	53,808	--	--
P	2	11,857	5,928	--	--
KL	1	248,031	248,031	200,0	**
KQ	1	25,043	25,043	--	--
NxP	4	31,093	7,773	--	--
PxK	4	69,110	17,277	--	--
NxK	4	58,813	14,703	--	--
Não Fatoriais	2	64,785	32,393	--	--
Fat. vs. não Fat.	1	376,914	376,914	30,36	**
Res. corrigido	45	558,685	12,415	--	--
Totais	71	2.711,399	--	--	--

C.V. = 21%

Quadro 15. Análise da variância das produções.

possível determinar as quantidades dos mesmos, que nas condições deste ensaio, conduziram à obtenção da produção mais elevada ou da mais econômica.

Os valores obtidos e os esperados calculados por meio da equação (1) são dados a seguir: a reta que representa a regressão entre doses aplicadas de N e as produções se acha no Grafico 12.

Doses de N (kg/ha)	Valores esperados (kg/ha)	Valores observados (kg/ha)
x = 0	Y = 8.210	7.720
x = 150	Y = 11.091	12.073
x = 300	Y = 13.973	13.485

Os valores obtidos e os esperados, calculados por meio da equação (2) aparecem abaixo; a reta de regressão entre as doses aplicadas de  $K_2O$  e as produções se encontra no Gráfico 13.

Doses de $K_2O$ (kg/ha)	Valores esperados (kg/ha)	Valores observados (kg/ha)
x = 0	y = 9.270	8.936
x = 250	y = 11.093	11.762
x = 500	y = 12.915	12.581

Entre os tratamentos não fatoriais não houve diferença significativa. Esse fato, põe em evidência, a eficiência da aplicação do adubo na axila das folhas, de vez que, a dose empregada foi metade dos restantes não fatoriais.

### 3.2. Diagnose foliar.

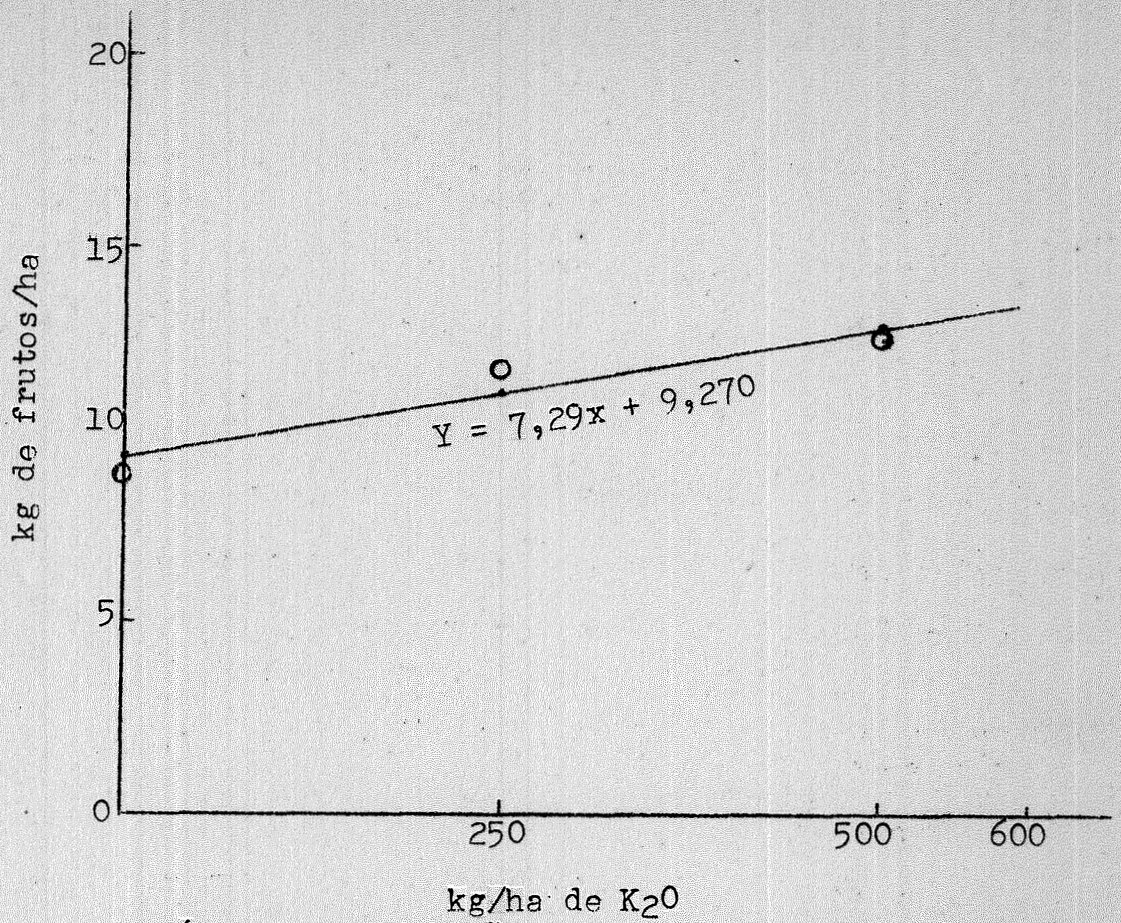
#### 3.2.1. Primeira amostragem.

As porcentagens de N, P e K encontradas nas folhas referentes à primeira amostragem se encontram no Quadro 16.

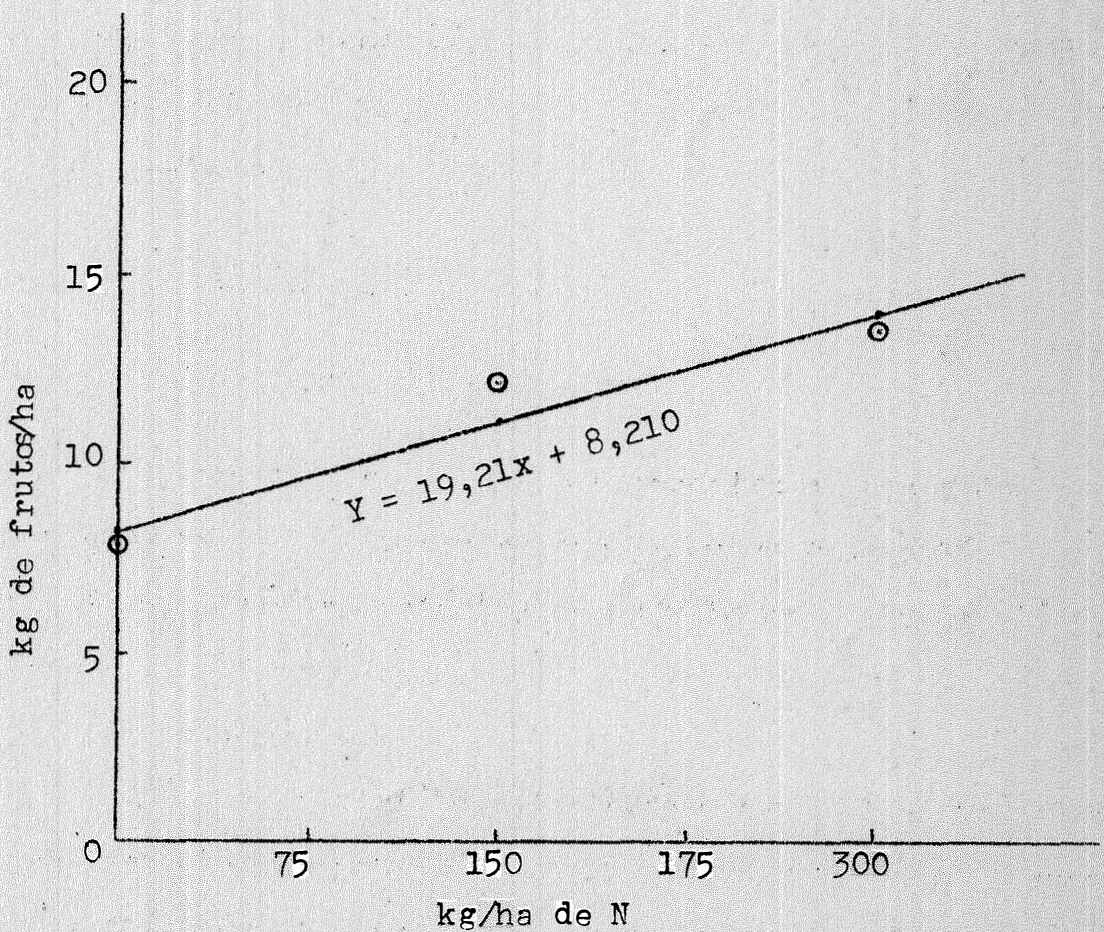
Para a análise estatística os valores do Quadro 16 foram transformados em arc sen  $\sqrt{x}$ .

A - Nitrogênio.

A análise da variância das porcentagens de N transformadas em arc sen  $\sqrt{x}$  (Quadro 17) mostrou que as adubações nitrogenadas e fosfatadas não afetaram os teores desse elemento das folhas.



Gráf. 12 - Regressão entre dose de  $K_2O$  e produção



• valor esperado  
 ⊙ valor observado

Gráf. 13 - Regressão entre dose de N e produção

Tratamento	1ª Repet.			2ª Repet.		
	N	P	K	N	P	K
	Bloco I			Bloco VI		
1- N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1,68	0,108	2,08	2,30	0,137	2,32
5- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	2,35	0,119	1,80	2,24	0,143	1,60
8- N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	1,62	0,121	2,96	2,02	0,144	3,20
12- N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,62	0,121	2,48	1,91	0,139	2,68
15- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2,41	0,126	1,64	2,52	0,120	1,56
16- N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1,62	0,146	2,92	1,74	0,162	3,36
20- N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1,74	0,121	2,92	1,85	0,154	3,20
24- N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	1,62	0,126	3,32	1,90	0,142	3,32
25- N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1,46	0,164	3,68	1,57	0,154	3,60
28- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (-S)	1,51	0,139	3,20	1,91	0,137	3,84
29- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> (aplic. nas axilas)	1,62	0,126	3,12	1,74	0,142	2,96
30- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (+micronutrientes)	1,51	0,133	3,12	1,62	0,131	3,04
	Bloco II			Bloco IV		
2- N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	2,07	0,123	2,00	2,07	0,126	1,92
6- N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	1,74	0,167	3,28	2,24	0,126	2,40
9- N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	1,90	0,126	2,76	2,02	0,126	2,80
10- N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,90	0,148	3,44	2,07	0,122	2,84
13- N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2,30	0,139	1,76	1,96	0,173	2,12
17- N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2,18	0,128	2,88	1,46	0,141	2,72
21- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1,74	0,126	2,88	1,79	0,121	2,92
22- N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,30	0,147	3,80	1,59	0,192	3,92
26- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1,34	0,119	3,12	1,79	0,134	3,20
28- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (-S)	1,51	0,159	3,20	1,68	0,124	3,24
29- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> (aplic. nas axilas)	1,74	0,124	2,64	1,51	0,124	2,80
30- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (+micronutrientes)	1,51	0,120	2,80	1,79	0,129	3,20

	Bloco III			Bloco V		
3- N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	2,52	0,131	1,84	2,02	0,132	1,88
4- N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	2,07	0,131	2,40	2,07	0,146	2,16
7- N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	1,90	0,153	3,48	1,68	0,159	3,52
11- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1,96	0,132	3,20	1,79	0,188	2,84
14- N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	1,57	0,145	1,92	1,74	0,141	1,88
18- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1,68	0,153	2,88	1,34	0,126	2,72
19- N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1,90	0,162	3,84	1,40	0,219	3,48
23- N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	1,51	0,135	3,80	1,51	0,144	3,72
27- N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1,91	0,131	3,04	1,91	0,133	3,00
28- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (-s)	1,74	0,133	3,64	1,79	0,146	3,68
29- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> (aplic. nas axilas)	1,18	0,132	3,20	1,79	0,131	3,40
30- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (+micronutrientes)	1,57	0,136	2,88	1,79	0,130	3,12

Quadro 16. Teores de N, P e K em folhas da primeira amostragem.

Causa da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Blocos	5	1,7408	0,3481	--
N	2	0,4855	0,2427	--
P	2	0,2562	0,1281	--
K <sub>L</sub>	1	6,1116	6,1116	22,68**
K <sub>Q</sub>	1	0,5105	0,5105	--
NxP	4	0,3336	0,0834	--
PxK	4	0,7261	0,1815	--
NxK	4	0,9577	0,2394	--
Não fatoriais	2	0,1418	0,0709	--
Fatoriais vs. não Fat.	1	3,2730	3,2730	12,14**
Resíduo corrigido	45	12,1294	0,2695	--
Totais	71	26,6662	--	--

\* Significativo a 5%

C.V. = 5,95 %

\*\* Significativo a 1%

Quadro 17. Análise da variância dos teores de N das folhas da primeira amostragem.

*Malavolta*

Por outro lado as adubações potássicas tiveram um efeito linear ao nível de 1% pelo teste F, baixando os teores do mesmo, devido talvez a um efeito de diluição, motivado pelo maior desenvolvimento das plantas, quando em presença de adubo potássico.

### B - Potássio.

A análise da variância das porcentagens de K transformada em arc sen  $\sqrt{x}$  (Quadro 18) mostrou que a adubação potássica teve efeitos linear e quadrático, ao nível de 1%, pelo teste F sendo, entretanto, o efeito linear muito mais acentuado. Isso indica que já existe uma tendência para a estabilização do teor de K das fôlhas, com a dose dupla de  $K_2O$ , o que faz supor que a adição de maiores quantidades de fertilizante potássico pode não só deixar de elevar o teor de K das folhas, mas até causar efeitos tóxicos.

A adubação nitrogenada reduziu linearmente, ao nível de 1%, os teores de K das fôlhas; a adubação fosfatada teve efeitos linear e quadrático, no mesmo sentido.

A redução do teor de K das fôlhas, causada pela aplicação de adubo nitrogenado, talvez se prenda a um fenômeno de diluição. A hipótese mais aceitável para explicar o efeito do fósforo, talvez seja a seguinte: a adubação fosfatada provocou maior absorção de magnésio pelas plantas (JACOB, 1958) e, êste diminui a absorção do K devido ao já conhecido efeito antagônico entre êsses elementos (EVANS, 1961; EMMERT, 1961; HAAG & MALAVOLTA, 1960; GALLO et al., 1960).

Entre os tratamentos não fatoriais o de número 28 apresentou maior teor de K nas fôlhas; contudo, não nos é possível atinar com a causa desse fato.

	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Signif.
Blocos	5	1,834	0,367	3,08	*
NL	1	6,542	6,542	55,06	**
NQ	1	0,213	0,213	--	--
PL	1	2,091	2,091	17,60	**
PQ	2	2,163	1,081	9,17	**
KL	1	60,057	60,057	509,4	**
KQ	1	5,083	5,083	42,79	**
NxP	4	0,220	0,055	--	--
NxK	4	0,327	0,082	--	--
PxK	4	0,629	0,157	--	--
Resíduo corrigido	45	5,348	0,1188	--	--
Totais	71	92,015	--	--	--

\*Significativo a 5%

C.V. = 3,00 %

\*\* Significativo a 1%

Quadro 18. Análise da variância dos teores de K das folhas da primeira amostragem.

### 3.2.2. Segunda amostragem.

As porcentagens de N, P e K das folhas referentes à segunda amostragem, se encontram no Quadro 19.

Para a análise estatística os valores do Quadro 19 foram transformados em arc sen  $\sqrt{x}$ .

A - Nitrogênio.

A análise da variância das porcentagens de N transformadas em arc sen  $\sqrt{x}$  mostrou que, diferentemente do que aconteceu na primeira amostragem, as adubações nitrogenadas aumentaram linearmente os teores de N das folhas da segunda amostragem; as adu-

Tratamento	1ª Repet.			2ª Repet.		
	N	P	K	N	P	K
	Bloco I			Bloco VI		
1- N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1,79	0,115	2,00	2,41	0,141	2,28
5- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	2,02	0,129	1,60	1,62	0,141	1,28
8- N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	1,62	0,158	2,96	2,58	0,136	3,28
12- N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,24	0,117	2,68	2,18	0,136	2,72
15- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2,41	0,121	1,64	2,42	0,123	1,56
16- N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1,85	0,198	3,00	2,80	0,153	3,36
20- N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2,02	0,133	3,40	2,07	0,135	3,34
24- N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,35	0,118	3,24	2,58	0,128	3,52
25- N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1,40	0,137	3,52	1,68	0,157	3,56
28- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (-s)	1,51	0,139	3,20	1,91	0,137	3,84
29- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> (aplic. nas axilas)	1,62	0,126	3,12	1,74	1,142	2,96
30- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (+micronutrientes)	1,51	0,133	3,12	1,62	0,131	3,04
	Bloco II			Bloco IV		
2- N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	2,52	0,146	1,84	2,35	0,152	1,52
6- N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	2,80	0,125	1,68	2,63	0,131	1,52
9- N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	2,18	0,128	3,12	2,13	0,130	2,96
10- N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,79	0,156	3,28	1,68	0,123	3,28
13- N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2,24	0,152	1,84	1,96	0,161	1,88
17- N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2,24	0,130	2,80	1,96	0,136	3,16
21- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2,18	0,120	3,12	2,30	0,126	3,20
22- N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	1,90	0,148	3,60	1,74	0,139	3,60
26- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2,35	0,121	3,52	2,24	0,121	3,56
28- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (-s)	1,51	0,159	3,20	1,68	0,124	3,24
29- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> (aplic. nas axilas)	1,74	0,124	2,64	1,51	0,124	2,80
30- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (+micronutrientes)	1,51	0,120	2,80	1,79	0,129	3,20



Knox

	Bloco III			Bloco V		
3- N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,74	0,154	1,88	2,80	0,154	1,40
4- N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	2,02	0,142	2,56	2,41	0,151	1,88
7- N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	2,30	0,157	3,44	1,62	0,199	3,20
11- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1,74	0,141	3,20	2,13	0,123	2,96
14- N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2,97	0,114	1,68	2,74	0,147	1,60
18- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2,41	0,130	2,64	2,46	0,126	2,68
19- N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1,85	0,190	3,60	1,79	0,176	3,48
23- N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,24	0,130	3,60	1,96	0,131	3,52
27- N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2,24	0,135	3,48	2,46	0,154	3,36
28- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (-S)	1,74	0,133	3,68	1,79	0,146	3,68
29- N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> (aplic. nas axilas)	1,18	0,132	3,20	1,79	0,131	3,40
30- N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> (+micronutrientes)	1,57	0,136	2,88	1,79	0,131	3,12

Quadro 19. Teores de N, P e K em folhas da segunda amostragem.

bações potássicas baixaram também linearmente como ocorreu nas folhas da primeira amostragem. As adubações fosfatadas não tiveram influência nesse particular (Quadro 20).

Deve-se assinalar que na ocasião da segunda amostragem as plantas que não receberam adubação nitrogenada exibiam sintomas acentuados de carência de N.

#### B - Potássio.

A análise da variância dos teores de K das folhas (Quadro 21) mostrou que a adubação potássica teve efeitos linear e quadrático ao nível de 1% pelo teste F, sendo entretanto, o efeito linear muito mais acentuado. Já há, contudo, uma tendência para a estabilização dos referidos teores, o que faz supor que maiores adições de fertilizante potássico pode não só deixar de elevar o conteúdo de K das folhas, mas até determinar efeitos tóxicos.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Signif.
Blocos	5	2,794	0,559	--	--
N <sub>L</sub>	1	7,562	7,562	28,00	**
N <sub>Q</sub>	1	0,009	--	--	--
P	2	1,150	0,575	--	--
K <sub>L</sub>	1	3,120	3,120	11,56	**
K <sub>Q</sub>	1	0,698	0,698	--	--
NxP	4	0,895	0,227	--	--
PxK	4	0,899	0,229	--	--
N <sub>L</sub> x K <sub>L</sub>	1	0,170	0,170	--	--
N <sub>L</sub> x K <sub>Q</sub>	1	0,652	0,652	--	--
N <sub>Q</sub> x K <sub>L</sub>	1	0,167	0,167	--	--
N <sub>Q</sub> x K <sub>Q</sub>	1	0,194	0,194	--	--
Não fatoriais	2	0,016	0,008	--	--
Fatoriais vs. não fat.	1	0,024	0,024	--	--
Resíduo corrigido	45	12,104	0,27	--	--
Totais	71	33,112	--	--	--

C.V. = 6,3%

Quadro 20. Análise da variância dos teores de N das folhas da segunda amostragem.

Tendo sido significativa a interação NxK, foi estudado o efeito da adubação potássica, em ausência e em presença de nitrogênio. Observou-se, que ela aumentou linearmente os teores de K das folhas, em ausência ou em presença de nitrogênio, tanto na dose simples como na dose dupla. A adubação nitrogenada, contudo, determinou uma redução nos teores de K das folhas. Esse fato já tinha sido mencionado por outros autores (JACOB & UEXKÜLL, 1958, pág. 8; EMMERT, 1961, pág. 234).

*Di:rolta*

	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Signif.
NL	1	4,507	4,507	57,78	**
NQ	1	0,198	0,198	--	--
PL	1	0,698	0,698	8,95	**
PQ	1	0,0002	--	--	--
KL	1	88,122	88,122	1.129,0	***
KQ	1	9,251	9,251	118,0	***
NxP	4	0,0492	--	--	--
NL x PL	1	0,137	--	--	--
NxK	4	1,611	0,402	5,15	**
NL x KL	1	0,499	0,499	6,40	*
Resto	3	1,112	0,370	4,74	*
PxK	4	0,099	0,0225	--	--
PL x KL	1	0,0006	--	--	--
Não Fatoriais	2	1,277	0,638	8,18	**
Fatoriais vs. não Fat.	1	15,870	15,870	203,4	**
Resíduo corrigido	51	3,976	0,0780	--	--
Totais	71	126,622	--	--	--

C.V. = 2,00%

Quadro 21. Análise da variância dos teores de K das folhas da segunda amostragem.

Examinando-se os teores de N e de K nas folhas da primeira e da segunda amostragem pode-se observar:

a) As adubações nitrogenadas não afetaram os teores de N das folhas da primeira amostragem enquanto que, as adubações potássicas elevaram os teores de K.

b) Na ocasião da segunda amostragem, as adubações nitrogenadas e as potássicas determinaram acréscimos correspondentes dos teores de N e de K das folhas, respectivamente.

Esses fatos indicam que, entre as épocas de amostragem estudadas, a segunda é provavelmente a mais indicada para fins de diagnose foliar, a despeito de ser mais tardia.

*J. Batista*

PARTE III

RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho se refere aos primeiros resultados dos estudos que estamos realizando sobre a nutrição mineral do abacaxizeiro (Ananas sativus, Schult, var. Pérola) e consta de duas partes: a primeira se relaciona com um ensaio efetuado em vasos com areia lavada e soluções nutritiva, carentes ou não de um dos macronutrientes; a segunda, se refere a um ensaio de adubação realizado em condições de campo, em que é empregado o método da diagnose foliar.

1. Ensaio em solução nutritiva, em condições controladas.

Mudas de abacaxizeiro foram cultivadas em vasos com areia e solução nutritiva completa e deficiente em cada um dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S, a fim de se obter informações preliminares a respeito de: sintomas de deficiência de macronutrientes, níveis dos mesmos nas folhas, efeitos na produção e em algumas características das plantas e dos frutos.

a) Foram observados e descritos os sintomas de deficiência de N, P, K, Ca, Mg e S.

b) As plantas dos tratamentos -N, -P e -K apresentaram menor número e menor peso de folhas; as folhas de maior dimensão foram também de comprimento reduzido em relação às dos demais tratamentos.

O tratamento -P teve marcada influência negativa sobre o desenvolvimento radicular, vindo a seguir os tratamentos -K e -N. Nos tratamentos -Ca e -S as raízes se desenvolveram abundantemente, mais do que as das plantas testemunhas.

As plantas cultivadas sob carência de N ou de P, não

*folheta*  
produziram pedúnculos e, as do tratamento -Ca produziram-nos pouco desenvolvidos, em relação às dos demais tratamentos.

c) A análise química das folhas mostrou, que a omissão de um dado elemento, provocou sensível diminuição no teor do mesmo, relativamente aos níveis encontrados nas plantas que receberam o tratamento completo.

d) Os diversos tratamentos afetaram a produção de frutos na seguinte ordem: Complet = -Mg > -S = -Ca > K = -N = -P.

e) O tratamento -Mg produziu frutos menos ácidos que os demais.

f) O tratamento -K produziu frutos com Brix mais baixo que os dos demais tratamentos, exceto o Completo. Por outro lado, a omissão do K baixou a relação Brix-Acidez enquanto que a carencia de Mg elevou-a.

g) No que se refere aos teores de Açúcares Totais dos frutos, os tratamentos se distribuíram na seguinte ordem:

-Ca > -Mg > Completo > -K > -S .

## 2. Ensaio de adubação, em condições de campo, com o uso da diagnose foliar.

Foi executado um ensaio de adubação, fatorial NPK-3x3x3-, em um regosol do município de Piracicaba. Três tratamentos adicionais foram incluídos: a) sem enxofre; b) com micronutrientes (Zn e Fe); c) aplicação dos adubos nas axilas das folhas. O ensaio foi conduzido com auxílio da análise foliar tendo-se tomado amostras de folhas em 23 de março e 27 de julho de 1960 (início do florescimento); o experimento foi instalado em abril de 1959.

Verificou-se que as adubações fosfatadas não afetaram a produção. As fertilizações nitrogenadas e potássicas apresentaram

efeitos lineares significativos (1% pelo teste F). Por esse motivo não foi possível tirar conclusões acerca das doses de N e K<sub>2</sub>O que, nas condições do ensaio, conduziriam à obtenção da produção mais elevada ou da mais econômica.

Entre os tratamentos não fatoriais não houve diferença significativa, o que evidencia a eficiência da aplicação do adubo na axila das folhas, de vez que, a dose empregada foi apenas a metade dos restantes não fatoriais.

São apresentados e discutidos os efeitos dos diversos elementos N, P e K sobre os teores de N e de K das folhas.

Em vista dos resultados obtidos, a primeira época de amostragem é sugerida para diagnosticar deficiências de K e, a segunda para deficiências de N e também de K.

## PARTE IV

AGRADECIMENTOS

O autor expressa os seus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

Doutores M.O.C. Brasil Sobr<sup>o</sup> e F.A.F. de Mello pela orientação geral do trabalho.

Professores Catedráticos Drs. Tufi Coury e E. Malavolta pelas críticas e sugestões apresentadas.

Irmãos Inforzato pela cessão do terreno para a instalação do ensaio de adubação e pelos cuidados constantes durante o transcorrer do mesmo.

À Fundação Rockefeller, N.York, U.S.A. e ao C.N.Pq., Rio de Janeiro, pelo fornecimento de materiais de laboratório.

Aos funcionários da Cadeira de Química Agrícola e Secção Técnica Anexa e da Cadeira de Química Orgânica e Biológica que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta tese de doutoramento.



Arzolla

## PARTE V

LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1945 Official and tentative method of analysis, 6ª edição, Washington, D.C., U.S.A.
- BRASIL SOBRO, M.O.C., F.A.F. DE MELLO, H.P. HAAG, S. ARZOLLA & E.R. OLIVEIRA. 1961 Tese aprovada no 8º Congr. Bras. de Ciência do Solo, Belem, Para.
- CATANI, R.A., J.R. GALLO & H. GARGANTINI. 1955 Boletim nº 69 do Instituto Agrônomo, Campinas.
- CIBES, H. & G. SAMUELS. 1958 Univ. of Puerto Rico, Agric. Exp. Sta. Tech. Paper 25.
- COELHO, M. & L.A. FALCÃO. 1955 Anais do Quinto Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: 267.
- COULTER, J.W. 1940 La Piña. Unión Panamericana, Oficina de Cooperación Agrícola, Washington D.C.
- EMMERT, F.H. 1961 Em Plant Analysis and Fertilizer Problems, American Inst. Biol. Sci., Washington 6, D.C.
- EVANS, H. 1961 Sugar Journal, 23(9):8.
- GALLI, O. 1952 Seleções Agrícolas, nº 74.
- GALLO, J. ROMANO, S. MOREIRA, O. RODRIGUES & C.G. FRAGA JR. 1960 Bragantia, 19(16):229.
- GEUS, J.G. 1961 STIKSTOF, nº 5: 53.
- HAAG, H.P. & F. MALAVOLTA. 1960 Separata nº 20 da Revista do Café Português.
- HOAGLAND, D.R. & D.I. ARNON. 1954 Univ. of Calif., Berkeley. The College of Agriculture, Circ. 317.
- JACOB, A. & H. von UEXKULL. 1958 Fertilizer Use. Verlagsgesellschaft für Ackerbau mbH. Hannover.
- LOTT, W.L., J.P. NERY, J. ROMANO GALLO & J.J. MEDCALF. 1956 Boletim nº 79 do Instituto Agrônomo, Campinas.
- MALAVOLTA, F. 1952 Estudos químico-agrícolas sobre o enxôfre. Tese, Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Vol. IX:39.
- MALAVOLTA, F. 1957 Práticas de Química Orgânica e Biológica. Apostila mimeografada, 77 pag., Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- MARTIN-PRÉVEL, P. 1959 Fertilité, nº 8:19.

- PIMENTEL GOMES, F. 1960 Curso de Estatística Experimental, Publicação didática nº 2 do Instituto de Genética, U.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- PY, C., L. HÄNDLER, R. HUET & A. SILVY. 1956 Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux, Bulletin nº 15.
- SIDERIS, C.P. & H.Y. YOUNG. 1945 Plant Physiol., 20(4):609.
- TEIWES. 1956 Green Bulletin, 3, Verlagsgesellschaft für Ackerbau m.b.H., Hannover.
- TOTH, S.J., A.L. PRINCE, A. WALLACE & D.S. MIKKELSEN. 1948 Soil Sci., 66:459.
- VASCONCELOS, D.M. 1952 Boletim da Secretaria da Agricultura Indústria e Comércio do Estado de Pernambuco.