

ZORILDA GOMES DOS SANTOS  
ENGENHEIRO-AGRÔNOMO

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DA REGIÃO  
PRODUTORA DE CÔCO DO ESTADO DE SERGIPE  
ATRAVÉS A TÉCNICA DE MICROPARCELAS

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Ferraz de Mello

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura  
"Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, para  
obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de  
Plantas.

PIRACICABA  
1976

D E D I C O

Aos meus pais

e

Ao meu esposo

## A G R A D E C I M E N T O S

Agradeço às seguintes pessoas e Instituições:

Prof. Dr. Francisco de Assis Ferraz de Mello

Engº Agrº Raymundo Fonsêca Souza

Engº Agrº Edmilson Machado de Almeida

Engº Agrº Antonia Fonsêca de Jesus Magalhães

Engº Agrº Luiz Francisco da Silva Souza

Engº Agrº Joelito de Oliveira Rezende

Engº Agrº Ranulfo Correia Caldas

Prof. Dr. Zilmar Ziller Marcos

Sr.<sup>a</sup> Herbene Maria Valença Rosa Fernandes

Srt.<sup>a</sup> Maria José Gomes Santos

Sr. Manoel Crispim Freire

Sr. Benedito José da Silveira

Sr. Wilson Pinto

Sr. Thiers Gonçalves Sobrinho

Srt.<sup>a</sup> Clóris Alessi

Sr.<sup>a</sup> Tekla Eunice Klar

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

E. S. A. "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo.

## I N D I C E

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1 - Aplicação do Método das Microparcelas no Brasil....	7
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	10
3.1 - Solos .....	10
3.2 - Esquema Experimental .....	16
3.3 - Instalação, Condução e Colheita de Ensaios .....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
4.1 - Efeitos Gerais dos Tratamentos .....	22
4.1.1 - Município de Aracaju .....	22
4.1.1.1 - Grupos I e II de Ensaios.....	23
4.1.1.2 - Grupo III de Ensaios... ..	28
4.1.2 - Município de Santa Luzia do Itanhy .....	32
4.1.3 - Município de Itaporanga d'Ajuda .....	35
4.2 - Correlação entre Teores de Fósforo e Potássio no So lo e Respostas das Microparcelas.....	41
4.2.1 - Fósforo .....	41
4.2.2 - Potássio .....	41
5. CONCLUSÕES .....	47
6. RESUMO .....	48
7. SUMMARY .....	51
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54

## INDICE DE QUADROS

	Página
Quadro 1 - Análises químicas das amostras de solos colhidas nas áreas experimentais de Aracaju .....	12
Quadro 2 - Análises químicas das amostras de solos colhidas nas áreas experimentais de Santa Luzia do Itanhy	13
Quadro 3 - Análises químicas das amostras de solos colhidas nas áreas experimentais de Itaporanga d'Ajuda...	14
Quadro 4 - Resultados do grupo I de ensaios conduzidos no Município de Aracaju. Os dados se referem às médias de 4 repetições de peso de matéria fresca de plantas de milho ( <i>Zea mays</i> L.) nos diversos tratamentos .....	24
Quadro 5 - Resultados da análise conjunta dos 4 ensaios do grupo I conduzidos em Aracaju (Quadro 4). Os dados se referem às produções médias dos tratamentos .....	25
Quadro 6 - Resultados do grupo II de ensaios conduzidos no Município de Aracaju. Os dados se referem a médias de 4 repetições do peso de matéria fresca de plantas de milho ( <i>Zea mays</i> , L.) nos diversos tratamentos .....	26
Quadro 7 - Resultados da análise conjunta dos 8 ensaios do grupo II conduzidos em Aracaju (Quadro 6). Os dados se referem às produções médias dos tratamentos .....	27
Quadro 8 - Resultados dos ensaios do grupo III conduzidos no Município de Aracaju. Os dados se referem às médias de 4 repetições do peso de matéria fresca de plantas de milho ( <i>Zea mays</i> , L.) nos diversos tratamentos .....	29
Quadro 9 - Resultados da análise conjunta dos ensaios do grupo III conduzidos no Município de Aracaju. (Quadro 8). Os dados se referem às médias de produção dos tratamentos .....	31

Quadro 10 - Resultados dos ensaios conduzidos no Município de Santa Luzia do Itanhy. Os dados se referem às médias de 4 repetições do peso de matéria fresca de plantas de milho ( <i>Zea mays</i> , L.) nos diversos tratamentos .....	33
Quadro 11 - Resultados da análise conjunta dos 7 ensaios conduzidos no Município de Santa Luzia do Itanhy . Os dados se referem às produções médias dos tratamentos .....	36
Quadro 12 - Resultados dos ensaios conduzidos no Município de Itaporanga d'Ajuda. Os dados se referem às médias de 4 repetições do peso de matéria fresca de plantas de milho ( <i>Zea mays</i> , L.) nos diversos tratamentos.....	37
Quadro 13 - Resultados da análise conjunta dos 3 ensaios conduzidos no Município de Itaporanga d'Ajuda. Os dados se referem às produções médias dos tratamentos .....	40

#### ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 - Croqui dos experimentos .....	19
Figura 2 - Correlação entre os teores de fósforo assimilável nos solos cultivados com coqueiro no Estado de Sergipe e respostas obtidas nas microparcelas de milho .....	42
Figura 3 - Previsão de resposta a adubação fosfatada em solos cultivados com coqueiro no Estado de Sergipe .....	43
Figura 4 - Correlação entre os teores de potássio trocável nos solos cultivados com coqueiro no Estado de Sergipe e respostas obtidas nas microparcelas de milho .....	44
Figura 5 - Previsão de resposta a adubação potássica em solos cultivados com coqueiro no Estado de Sergipe .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera*, L.) ocupa grandes áreas no Nordeste do Brasil, devido às adequadas condições edafoclimáticas encontradas naquela região.

De modo geral, os rendimentos alcançados pelo coqueiro no Brasil são muito baixos, o que é atribuído à falta de pesquisas básicas que venham imprimir um cunho racional ao seu cultivo (SOUZA, 1968).

A SUDENE (1971) reconhece no coqueiro um instrumento poderoso, para o desenvolvimento agrícola e da renda da população nordestina. Também recomenda o incentivo à racionalização da cultura, como meio para que o Brasil possa entrar com o produto no abastecimento dos grandes mercados internacionais e aumentar a receita de divisas.

No Estado de Sergipe, o coqueiro é predominantemente cultivado na zona fisiográfica do litoral, em solos com baixa disponibilidade de nutrientes essenciais. É o segundo produtor nacional de coco, com uma área cultivada de 25.000 hectares. A cultura é a segunda em importância econômica para o Estado e abastece seis indústrias locais.

A CEPA/SE (1973) indica que a agricultura participa com 42% na formação da renda interna do Estado de Sergipe. Admite que o desenvolvimento global da economia sergipana está pendente do aumento da produção e produtividade das culturas alimentares e produtoras de matéria prima que tenham mercado assegurado.

De acordo com JACOB & UEXKÖLL (1961) para o coqueiro aproveitar ao máximo as condições climáticas favoráveis, é necessário que haja quantidade suficiente de nutrientes no solo. Portanto, a pesquisa de fórmulas de adubação adequadas às nossas condições é uma das metas principais para atingir a racionalização da cultura.

A deficiência de elementos nutritivos nos solos cultivados com coqueiro no Estado de Sergipe, é facilmente observada pelo diagnóstico visual - tamanho de folhas, clorose, definhamento do estipe, número reduzido de cocos nos cachos, etc. Essas deficiências de nutrição já foram constatadas tecnicamente através de inúmeras análises de folhas e de solos.

Neste trabalho, utilizou-se um método biológico rápido, de campo, empregando o milho como planta indicadora, com a finalidade de caracterizar as principais deficiências dos solos cultivados com coqueiro no Estado de Sergipe e melhor orientar o planejamento de experimentos de adubação com a cultura.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Há uma extensa relação de métodos químicos, biológicos e químico-biológicos, que são empregados na determinação da necessidade de adubação, conforme descreve MALAVOLTA (1967).

Desses métodos, o mais utilizado é a análise química de solos.

A aplicação dos resultados da análise do solo nas recomendações quantitativas de fertilizantes e corretivos para as culturas, requer a prévia calibração com resultados de trabalhos experimentais, o que é feito através dos estudos de correlação entre teores de nutrientes no solo e respostas das plantas à aplicação dos fertilizantes.

Diversos pesquisadores têm desenvolvido e utilizado diferentes sistemas para expressar essas correlações e definir índices

de fertilidade dos solos para várias culturas (BRAY, 1948; BRAY, 1958; CATE & NELSON, 1965; FREITAS et alii, 1966; FUZATTO & CAVALERI, 1966; FUZATTO & FERRAZ, 1967; ROUSE, 1968; VAN RAIJ, 1974; etc.)

Como consequência dos trabalhos de calibração, vem se intensificando o uso da análise do solo para fins de avaliação da fertilidade e indicação de fertilizantes para as diversas culturas. No Brasil, já foram efetuados vários trabalhos nesse sentido. Citam-se alguns: CATE & VETTORI (1968); FONSECA et alii (1969); FONSECA (1970) e CATANI & JACINTHO (1974).

Também são encontrados na literatura, levantamentos da fertilidade por meio da análise do solo. A título de primeira aproximação, GALVÃO & CATE (1969) apresentaram em forma de mapas, o levantamento das áreas carentes em fósforo e potássio e necessitadas de calagem, em solos do Nordeste do Brasil. Trabalho semelhante foi desenvolvido por FONSECA et alii (1969) em solos do Estado de Sergipe.

A diagnose foliar tem sido usada como base para interpretação de resultados experimentais, para avaliar a quantidade de elemento que é absorvido pelo vegetal e para recomendações de adubos. Para muitas culturas existe definição dos níveis críticos (INSTITUTO DE ÓLEOS, 1961; MALAVOLTA et alii, 1963; MALAVOLTA et alii, 1974).

Os ensaios de adubação em vasos são empregados na calibração dos resultados analíticos de solos. Segundo WAUGH & FITTS

(1966), podem ser definidos níveis críticos de um nutriente no solo por esse meio, mas o teste final desses níveis deve ser feito com ensaios de campo.

A técnica de ensaios em vasos também é muito usada na avaliação preliminar da fertilidade dos solos (GARGANTINI, 1958; McCLUNG et alii, 1958; CABALA-ROSAND et alii, 1969; SOBRAL et alii, 1974; etc.)

Ensaio de adubação realizados em condições de campo representam a fase final de obtenção dos dados para interpretação da análise do solo, do ponto de vista agrônomo. De modo geral, esses experimentos são precedidos das análises de solos e ensaios em vasos.

HARDY & BAZAN (1966) preconizaram um método para testar a fertilidade no próprio campo e em tempo relativamente curto. Trata-se do método das microparcels. As parcelas têm as dimensões de 0,60m x 0,60m e são separadas por espaços do mesmo tamanho. O delineamento experimental é do tipo fatorial NPK 3<sup>3</sup>. A planta indicadora é o milho, que é colhido após quatro semanas de crescimento e imediatamente pesado. O julgamento do resultado é feito pelo peso de matéria verde. O método simplesmente indica quais dos três macronutrientes, NPK, são deficientes e a extensão aproximada da deficiência. Os autores recomendam que os resultados sejam usados na orientação de fórmulas a serem ensaiadas nas culturas comerciais.

## 2.1 - Aplicação do Método das Microparcelas no Brasil

A literatura consultada evidencia que todos os pesquisadores que empregaram o método biológico das microparcelas, usaram o milho como planta indicadora, em virtude do mesmo apresentar crescimento homogêneo, grande volume de massa e desenvolvimento rápido. Alguns utilizaram o delineamento experimental proposto por HARDY & BAZAN (1966). A maioria usou também blocos ao acaso, estudando os efeitos de outros nutrientes além do NPK.

ALVIM et alii (1968) diagnosticaram a fertilidade de alguns solos típicos do cerrado em Brasília, através de cinco ensaios empregando o método biológico das microparcelas de milho. Os experimentos foram em blocos ao acaso com quatro repetições e os tratamentos: Adubação completa; Sem N; Sem P; Sem K; Sem Mg; Sem S; Sem Zn-Cu-B-Mo; Testemunha. A calagem foi feita em toda a área experimental. Cada ensaio foi acrescido de mais quatro parcelas sem calagem, sendo que em duas aplicaram o tratamento completo e nas outras o testemunha. Os resultados contribuíram para um melhor conhecimento dos solos estudados, ficando demonstrado que o Fósforo, Cálcio e Magnésio são os nutrientes mais carentes naquelas áreas, resultados que foram concordantes com as análises químicas dos solos. Os efeitos da calagem foram evidentes e também concordantes com as análises de solos. Concluíram, indicando a necessidade de novos ensaios, com a introdução de tratamentos fatoriais. Os autores consideram o método como o mais indicado para diagnosticar deficiências minerais em condições de campo.

Segundo FONSECA et alii (1968) o método das microparcelas de milho, empregado na zona cacauera da Bahia, mostrou-se efetivo na evidência das deficiências de fósforo. Correlacionaram as respostas das microparcelas com resultados de análises químicas de solos, encontrando níveis "críticos" cuja utilização é razoável, segundo os autores, na recomendação de adubação fosfatada, pela análise do solo, para culturas anuais daquela zona.

CABALA-ROSAND et alii (1969) empregaram o método das microparcelas para estudar as prováveis deficiências nutricionais em solos aluviais da zona cacauera do Espírito Santo. Utilizaram o delineamento fatorial NPK 3<sup>3</sup> e blocos ao acaso com quatro repetições, constando dos tratamentos: Testemunha; Completo; Menos N; Menos P; Menos K; Menos Ca; Menos Mg; Menos S; Menos micronutrientes (B, Cu, Zn e Mo). Concluíram que o Nitrogênio e o Fósforo eram os elementos mais deficientes na região e recomendaram a realização de ensaios quantitativos sobre a influência dos dois nutrientes em plantações de cacau.

CABALA-ROSAND et alii (1969) conduziram 205 ensaios em microparcelas, na zona cacauera da Bahia. Desses ensaios, 165 em esquema fatorial NPK 3<sup>3</sup> e o restante em blocos ao acaso com os mesmos tratamentos usados no Espírito Santo. Os ensaios forneceram informações das principais deficiências daqueles solos e permitiram aos autores o estudo de correlações entre pH e resposta ao Fósforo, teor de

Magnésio no solo e respostas ao Potássio, relação  $Ca^{++} + Mg^{++}/K^{+}$  no solo e reação ao Fósforo. Com os resultados obtidos foram calculadas fórmulas de adubação para emprego nos cacauais baianos. Serviram também como base para a condução de experimentos quantitativos e semi-quantitativos na cultura do cacau.

SANTANA et alii (1971) obtiveram um diagnóstico relativo das deficiências de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em solos de cerrado do Território Federal do Amapá, utilizando o método das micro parcelas de milho. O delineamento usada foi um fatorial NPK 3<sup>3</sup>. Dos cinco ensaios, dois apresentaram respostas significativas ao Nitrogênio, Fósforo e Potássio e três revelaram respostas significativas apenas ao Fósforo e Potássio. Os autores pretendem continuar o estudo por esse método, visando obter maiores informações, que servirão de orientação para uma série de experimentos com fertilizantes em solos daquela região.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados 31 ensaios pelo método das microparcelas de milho, descrito por HARDY & BAZAN (1966), na Zona Fisiográfica do Litoral do Estado de Sergipe.

#### 3.1 - Solos

Os ensaios foram conduzidos em solos representativos para a cultura do coco, nos municípios de: Aracaju, Santa Luzia do Itanhy e Itaporanga d'Ajuda.

Quanto à classificação, localização e uso atual, os solos foram caracterizados da seguinte maneira:

AREIAS QUARTZOSAS MARINHAS EUTRÓFICAS (OLMOS et alii, 1968); localizado na Estação Experimental de Aracaju-IPEAL, Município de Aracaju, Estado de Sergipe; utilizado com cultura do coco, com cobertura de gramíneas e leguminosas.

AREIAS QUARTZOSAS E AMARELAS DISTRÓFICAS (OLMOS et alii, 1968); localizado na Fazenda Crasto (Piquete Lagoa Seca), Município de Santa Luzia; utilizado com cultura do coco.

AREIAS QUARTZOSAS VERMELHAS E AMARELAS DISTRÓFICAS (OLMOS et alii, 1968); localizado na Fazenda Crasto (Sítio Enseada-Piquete nº 1), Município de Santa Luzia; utilizado com cultura do coco.

PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO (OLMOS et alii, 1968); localizado na Fazenda do Senhor José Garcez Filho, Município de Itaporanga; utilizado com cultura do coco.

De cada talhão experimental, foi coletada uma amostra composta de solo à profundidade de 0-0,20m, para fins de caracterização química das áreas ensaiadas. Os resultados dessas análises se encontram nos Quadros 1, 2 e 3.

As análises químicas das amostras de solos foram feitas pelos seguintes métodos:

Quadro 1 - Análises químicas das amostras de solos colhidas nas áreas experimentais de Aracaju

Local	-pH água	P assim. (ppm)	C%	N%	C/N	e.mg/100 g							V%	
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>		T
Se/1	6,1	3	0,25	0,041	6,1	0,10	0,30	0,12	0,10	0,62	1,12	0,20	1,94	32
Se/3	6,2	2	0,08	0,028	2,9	0,30	0,30	0,05	0,06	0,71	0,95	0,04	1,70	42
Se/4	5,8	4	0,12	0,027	4,4	0,60	0,10	0,03	0,07	0,80	1,08	0,08	1,96	41
Se/5	5,7	1	0,12	0,031	3,9	0,30	0,40	0,04	0,06	0,80	1,37	0,12	2,29	35
Se/6	6,0	3	0,11	0,029	3,8	0,10	0,45	0,05	0,08	0,68	1,00	0,10	1,78	38
Se/7	6,3	3	0,10	0,026	3,8	0,20	0,35	0,03	0,09	0,67	0,34	0,10	1,11	60
Se/8	5,8	3	0,19	0,038	5,0	0,30	0,15	0,03	0,09	0,57	1,22	0,10	1,89	30
Se/9	5,6	23	0,14	0,016	8,8	0,40	0,20	0,03	0,07	0,70	1,00	0,10	1,80	39
Se/27	5,6	19	0,19	0,019	10,0	0,70	0,20	0,05	0,07	1,02	0,88	0,0	1,90	54
Se/28	5,5	1	0,37	0,027	13,7	0,30	0,70	0,05	0,07	1,12	0,56	0,1	1,78	63
Se/29	5,5	2	0,24	0,013	18,5	0,10	0,30	0,04	0,07	0,51	0,02	0,2	0,73	70
Se/30	6,2	3	0,38	0,046	8,3	0,80	0,80	0,04	0,10	1,74	0,44	0,0	2,18	80
Se/31	5,7	2	0,18	0,032	5,6	0,20	0,30	0,04	0,07	0,61	0,12	0,1	0,83	73
Se/32	6,1	2	0,14	0,033	4,2	0,40	0,40	0,03	0,08	0,91	0,66	0,0	1,57	58
Se/33	6,3	5	0,27	0,037	7,3	0,40	0,70	0,06	0,06	1,22	0,66	0,0	1,88	65
Se/34	5,9	1	0,16	0,030	5,3	0,30	0,30	0,05	0,09	0,74	0,56	0,1	1,40	53

Quadro 2 - Análises químicas das amostras de solos colhidas nas áreas experimentais de Santa Luzia do Itanhy

Local	pH água	P assim. (ppm)	C%	N%	C/N	e. mg/100 g						V%		
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>		Al <sup>+++</sup>	T
Se/13	5,6	2	0,36	0,044	8,2	0,50	0,60	0,05	0,06	1,21	1,69	0,3	3,2	38
Se/15	5,6	1	0,40	0,023	17,4	0,50	0,40	0,04	0,04	0,98	0,81	0,3	2,09	47
Se/16	5,6	1	0,48	0,046	10,4	0,60	0,30	0,04	0,04	0,98	1,15	0,4	2,53	39
Se/17	5,3	2	1,36	0,139	9,8	1,10	0,50	0,02	0,07	1,69	3,01	0,3	5,00	34
Se/18	6,0	3	0,98	0,081	12,1	1,40	0,80	0,04	0,06	2,30	1,67	0,1	4,07	57
Se/19	5,6	16	0,80	0,081	9,9	1,20	0,80	0,05	0,06	2,11	1,58	0,2	3,89	54
Se/22	6,1	3	0,56	0,072	7,8	0,50	0,90	0,02	0,05	1,47	1,45	0,1	3,02	49

Quadro 3 - Análises químicas das amostras de solos colhidas nas áreas experimentais de Itaporanga d'Ajuda

Local	pH água	P assim. (ppm)	C%	N%	C/N	e.mg/100 g							V%	
						Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>		T
Se/23	5,0	1	0,40	0,039	10,2	0,60	0,60	0,05	0,04	1,29	2,11	0,1	3,50	37
Se/24	4,9	1	0,31	0,057	5,4	0,30	0,60	0,04	0,04	0,98	1,8	0,4	3,18	31
Se/26	5,4	1	0,27	0,037	7,3	0,50	0,50	0,05	0,04	1,09	1,56	0,2	2,85	38

pH - determinação potenciométrica, usando uma parte de solo para 2,5 partes de água.

Carbono - combustão da matéria orgânica em atmosfera de Oxigênio, a 600°C e gasometria do CO<sub>2</sub> formado.

Nitrogênio - digestão de 5 g da amostra em ácido sulfofênico, destilação da amônia e recebimento em solução de ácido bórico 4%, sendo posteriormente efetuada a titulação com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N.

Fósforo assimilável - extração por solução 0,05 N em HCl e 0,025 N em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, relação solo:solução - 1:10, agitação durante 5 minutos e dosagem em colorímetro "Klett Summerson", após desenvolvimento da cor azul pela solução sulfo-molibdica, utilizando-se o ácido ascórbico como redutor.

Potássio e Sódio trocáveis - extração por solução 0,05 N em HCl e 0,025 N em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, relação solo:solução - 1:10, agitação durante 5 minutos e dosagem por fotometria de chama.

Cálcio, Magnésio e Alumínio trocáveis - extração pelo KCl 1 N, relação solo:solução - 1:10, agitação durante 5 minutos. Dosagens do Cálcio e Magnésio por quelatometria com EDTA 0,025 N e do Alumínio pela titulação com NaOH 0,025 N.

Hidrogênio mais Alumínio trocáveis - extração pelo acetato de cálcio normal e titulado pelo NaOH 0,1 N.

### 3.2 - Esquema Experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 10 tratamentos e 4 repetições. Cada microparcela compreendia uma área de 0,60m x 0,60m, distanciada uma da outra de 0,60m e continha, após desbaste, 3 fileiras com 10 plantas cada.

Os experimentos foram reunidos em três grupos, segundo os tratamentos.

No primeiro grupo, foram usados os seguintes tratamentos:

- 1 - Testemunha
- 2 - Adubação completa (N-P-K-Ca-Mg-S-Zn-Cu-B-Mo)
- 3 - Menos Nitrogênio
- 4 - Menos Fósforo
- 5 - Menos Potássio
- 6 - Menos Cálcio
- 7 - Menos Magnésio
- 8 - Menos Enxofre
- 9 - Menos Micronutrientes (Zn-Cu-B-Mo)
- 10 - Adubação completa + Calagem

O segundo grupo diferiu do primeiro apenas na composição do tratamento 6, que foi substituído por: Menos Potássio e Magnésio.

No terceiro grupo foram utilizados os seguintes tratamentos:

- 1 - Testemunha
- 2 - Adubação completa (N-P-K-Ca-Mg-S-Zn-Cu-B-Mo)
- 3 - Menos Nitrogênio + Calagem
- 4 - Menos Fósforo + Calagem
- 5 - Menos Potássio + Calagem
- 6 - Calagem
- 7 - Menos Magnésio + Calagem
- 8 - Menos Enxofre + Calagem
- 9 - Menos Micronutrientes (Zn-Cu-B-Mo) + Calagem
- 10 - Adubação completa + Calagem.

As doses dos nutrientes por hectare foram:

Nitrogênio	-	120 kg de N
Fósforo	-	220 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Potássio	-	120 kg de K <sub>2</sub> O
Cálcio	-	300 kg de CaO
Magnésio	-	60 kg de MgO
Enxofre	-	60 kg de S
Zinco	-	10 kg de ZnSO <sub>4</sub> . 7 H <sub>2</sub> O
Cobre	-	15 kg de CuSO <sub>4</sub> . 5 H <sub>2</sub> O
Boro	-	10 kg de NaB <sub>4</sub> O <sub>7</sub> . 10 H <sub>2</sub> O
Molibdênio	-	0,5 kg de Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> . 2 H <sub>2</sub> O

Foram utilizadas diferentes fontes de nutrientes, a fim de obter os equilíbrios qualitativos e quantitativos das diferentes misturas. As fontes foram as seguintes: Nitrocálcio Petrobrás, Sulfato de amônio, Urêa, Superfosfato triplo, Superfosfato simples, Cloreto de potássio, Sulfato duplo de potássio e magnésio, Carbonato de magnésio, Sulfato de cálcio, Sulfato de zinco, Cloreto de zinco, Sulfato de cobre, Cloreto cúprico, Borax e Molibdato de sódio.

A calagem foi feita na base de 550 kg de calcário por hectare, tendo em vista a eliminação do alumínio trocável dos solos (média das áreas). O material utilizado foi o Hidróxido de Cálcio (cal).

### 3.3 - Instalação, Condução e Colheita dos Ensaios

Em cada local escolhido, procedeu-se a limpeza do terreno, numa área de aproximadamente 6,00m x 13,20m, construindo-se em volta uma cerca de proteção para evitar a penetração de animais.

De cada talhão experimental foram tomadas amostras compostas de 0-0,20m de profundidade, para as análises químicas.

Os blocos foram preparados com terra revolvida à profundidade de 0,20m, destorroada e escarificada, formando leirões de 2,40m x 6,00m, distanciados de 0,60m (Figura 1).

Em cada microparcela, com área de 0,60m x 0,60m foram

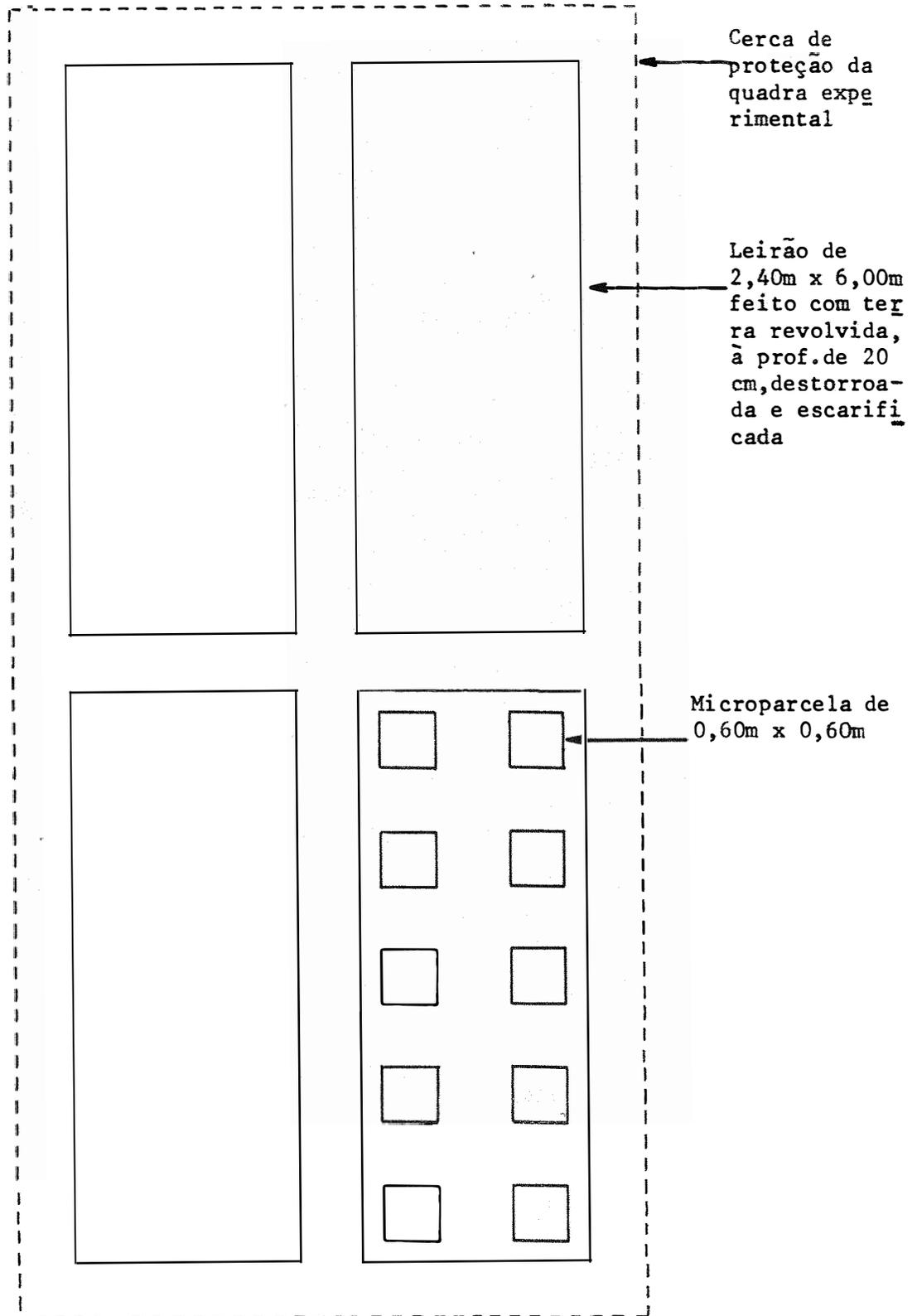


Figura 1 - Croqui dos experimentos

abertos três sulcos, afastados de 0,15m e com profundidade de 6-7 cm. Os tratamentos fertilizantes foram aplicados nos sulcos, em seguida, cobertos com uma fina camada de terra, sendo feito logo após o plantio de 15 sementes de milho por sulco. Após a germinação as plântulas foram desbastadas para 10 por sulco, ou seja, 30 por microparcela.

No caso dos tratamentos que receberam calagem, o Hidróxido de cálcio foi distribuído em toda a parcela, a terra bem revolvida e o material adicionado desde a superfície até 0,20m de profundidade, no dia do plantio.

Nos períodos secos, os experimentos foram regados diariamente.

Decorridas 4 semanas após o desbaste, as plantas de milho foram arrancadas, livres de terra e tomados os pesos de matéria fresca, de toda a planta, para cálculo das respostas aos diferentes nutrientes.

Foi feita a análise conjunta dos experimentos, segundo PIMENTEL GOMES (1973), com os mesmos agrupados segundo o tipo de solo e tratamentos. Nestes grupos, não foram incluídos os experimentos que apresentaram coeficiente de variação acima de 35%.

Foram estudadas as correlações entre os teores de Fósforo e Potássio nos solos e as produções relativas das parcelas que

não receberam esses nutrientes. Utilizou-se para este fim a equação usada por FREITAS et alii (1966) e o sistema empregado por LONG & SEATZ (1953).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Efeitos Gerais dos Tratamentos

#### 4.1.1 - Município de Aracaju

O Quadro 1 mostra que não houve variação acentuada na fertilidade das áreas estudadas. Pela tabela de CATANI & JACINTHO (1974) a acidez variou de média a fraca, os teores de alumínio trocável são baixos e há extrema deficiência de nutrientes. A ocorrência de casos isolados em que o fósforo e potássio estão acima da média encontrada, pode ser atribuída a erros analíticos, sobretudo no caso do fósforo em que as produções foram muito baixas na falta desse nutriente na adubação.

O baixo índice de fertilidade é comprovado pelas respostas das plantas no tratamento sem fertilizantes (testemunha), conforme é visto nos Quadros 4, 6 e 8.

#### 4.1.1.1 - Grupos I e II de Ensaio

Os resultados apresentados nos Quadros 4 e 6 indicam produções muito baixas nos tratamentos sem nitrogênio ou sem fósforo, que na maioria dos casos foi significativa pelo teste de Tukey a 5%. Essa reação ao fósforo está condizente com os baixos teores de fósforo no solo, enquanto que a reação ao nitrogênio ratifica as indicações de extrema deficiência desse elemento nos solos, apontadas pela diagnose foliar de coqueiros cultivados em solos do Nordeste, com características semelhantes aos estudados, conforme cita SOUZA (1968).

O comportamento dos tratamentos em que se omitiu potássio, cálcio ou magnésio foi muito variável. Verificou-se que a retirada do potássio provocou decréscimos de produção, que nem sempre foram significativos e, em alguns casos, não afetou a produção. A retirada de magnésio prejudicou a produção na maioria dos casos, porém, provocou aumentos em duas áreas, sendo inclusive significativo em uma delas. O tratamento sem cálcio só em uma área baixou a produção, nas demais provocou aumentos; em nenhum caso de forma significativa. A retirada de potássio e magnésio, ao mesmo tempo, causou diminuição de produção em todas as áreas. A julgar pelos baixos teores desses nutrientes nas áreas estudadas, atribui-se ao desequilíbrio nas suas proporções no solo, provocado pela adição de fertilizantes, as controladas respostas.

Quadro 4 - Resultados do grupo I de ensaios conduzidos no Município de Aracaju. Os dados se referem às médias de 4 repetições de peso de matéria fresca de plantas de milho (*Zea mays* L.) nos diversos tratamentos

TRATAMENTOS	L O C A I S							
	Se/1		Se/3		Se/4		Se/5	
	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice
1-Testemunha	282	23*	388	43*	283	61	63	58
2-Adubação completa	1210	100	891	100	465	100	108	100
3-Menos N	435	36*	484	54	263	56	75	69
4-Menos P	440	36*	486	54	205	44*	91	84
5-Menos K	870	72	1060	119	325	70	108	100
6-Menos Ca	907	75	1047	117	647	139	145	134
7-Menos Mg	905	75	809	91	593	127	174	161*
8-Menos S	885	73	807	90	438	94	143	132
9-Menos Micronutr.	980	81	964	108	362	78	118	109
10-Adub.completa+Cal.	1570	130	1148	129	565	121	170	157*
D.M.S. TUKEY 5%	562	46	417	47	234	50	60	55
C.V. (%)	27,2		21,1		23,2		20,8	
$\bar{x}$	848		808		414		119	
s $\bar{x}$	115,4		85,6		48,0		12,4	

Quadro 5 - Resultados da análise conjunta dos 4 ensaios do Grupo I conduzidos em Aracaju (Quadro 4). Os dados se referem as produções médias dos tratamentos.

T R A T A M E N T O S	PRODUÇÕES MÉDIAS (g)
10-Adubação completa + Cal.	863,25 a
6-Menos Ca	686,50 ab
2-Adub. completa	668,50 ab
7-Menos Mg	620,25 ab
9-Menos Micronutr.	606,00 ab
5-Menos K	590,75 ab
8-Menos S	568,25 ab
3-Menos N	314,25 b
4-Menos P	305,50 b
1-Testemunha	254,00 b

D.M.S. TUKEY 5% = 445,17

C.V. = 28%

Quadro 6 - Resultados do grupo II de ensaios conduzidos no Município de Aracaju. Os dados se referem a médias de 4 repetições do peso de matéria fresca de plantas de milho (*Zea mays* L.) nos diversos tratamentos.

T R A T A M E N T O S	L O C A I S															
	Se/27		Se/28		Se/29		Se/30		Se/31		Se/32		Se/33		Se/34	
	Peso (g)	Nº índice	Peso (g)	Nº índice	Peso (g)	Nº índice	Peso (g)	Nº índice	Peso (g)	Nº índice	Peso (g)	Nº índice	Peso (g)	Nº índice	Peso (g)	Nº índice
1-Testemunha	259	17*	278	6*	295	16*	1482	43*	360	27*	829	37*	670	28*	315	26*
2-Adubação completa	1491	100	4841	100	1777	100	3437	100	1352	100	2247	100	2378	100	1227	100
3-Menos N	340	23*	2436	50*	889	50*	1738	51*	510	38*	1290	57*	1273	53*	789	64*
4-Menos P	397	27*	217	4*	332	19*	2212	64*	576	43*	743	33*	1024	43*	365	30*
5-Menos K	831	56*	2390	49*	1310	74	3212	93	866	64	2083	93	2009	84	918	75
6-Menos K e Mg	767	51*	2835	59*	1076	60*	2554	74*	928	69	1668	74	1671	70	1101	90
7-Menos Mg	1203	81	3620	75	1302	73	2840	83	1322	98	2277	101	1760	74	1230	100
8-Menos S	1595	107	3845	79	1453	82	2628	76*	1340	99	2178	97	1802	76	1387	113
9-Menos Micronutr.	1347	90	3462	72	1654	93	2960	86	1212	90	1869	83	2238	94	1432	117
10-Adub. completa+Cal.	1810	121	5416	112	2130	120	2355	68*	1772	131	2999	133	2052	86	2052	167
D.M.S. TUKEY 5%	462	31	1917	39	542	30	619	18	729	54	849	38	857	36	411	33
C.V. (%)	18,8		26,8		18,2		10,0		29,2		18,4		20,8		15,5	
$\bar{x}$	1004		2934		1222		2542		1024		1819		1690		1082	
s x	94,8		393,6		111,2		127,1		149,7		174,3		176,0		84,3	

Quadro 7 - Resultados da análise conjunta dos 8 ensaios do grupo II conduzidos em Aracaju (Quadro 6). Os dados se referem às produções médias dos tratamentos.

T R A T A M E N T O S	PRODUÇÕES MÉDIAS (g)
10-Adubação completa + Calagem	2573,25 a
2-Adubação completa	2343,75 ab
8-Menos S	2028,50 ab
9-Menos Micronutrientes	2021,75 ab
7-Menos Mg	1944,25 abc
5-Menos K	1702,38 bc
6-Menos K e Mg	1575,00 bcd
3-Menos N	1158,13 cde
4-Menos P	733,25 de
1-Testemunha	561,00 e

D.M.S. TUKEY 5% = 848,41

C.V. = 23%

Quando se retirou os micronutrientes não houve respostas significativas. Ocorreu resposta semelhante com a retirada do enxofre, à exceção da área Se/30 em que a produção baixou significativamente.

O tratamento calagem mais adubação completa baixou a produção em apenas duas áreas; nas demais causou aumentos de 12 a 57% em relação à adubação completa sem calagem. Possivelmente, a calagem nessas condições, aproximou o solo da proporção de cations mais conveniente às plantas e considerada ideal por HUNTER (1966).

Um resumo dos resultados da análise conjunta dos dois grupos de experimentos é apresentado nos Quadros 5 e 7, podendo-se verificar o destaque dado ao nitrogênio e fósforo, como elementos que se mostraram mais deficientes nas áreas estudadas, e ao tratamento adubação completa mais calagem que se afigurou como maior produtor.

#### 4.1.1.2 - Grupo III de Ensaios

Através dos resultados mostrados no Quadro 8 verifica-se a confirmação das severas deficiências de nitrogênio e fósforo, mesmo considerando-se os resultados da área Se/9, que apresentou produções muito baixas de um modo geral e também não mostrou diferenças significativas entre os tratamentos.

Na presença da calagem a omissão do potássio não apre-

Quadro 8 - Resultados dos ensaios do grupo III conduzidos no Município de Aracaju. Os dados referem às médias de 4 repetições do peso de matéria fresca de plantas de milho (*Zea mays* L.) nos diversos tratamentos.

TRATAMENTOS	L O C A I S							
	Se/6		Se/7		Se/8		Se/9	
	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice
1-Testemunha	670	31*	808	23*	628	33*	388	56
2-Adubação completa	1872	87	1843	53*	1493	79	875	126
3-Menos N + Calagem	1442	67	2035	59*	893	48*	485	70
4-Menos P + Calagem	998	46*	1435	41*	539	29*	423	61
5-Menos K + Calagem	2270	105	2565	74	1705	91	763	110
6-Calagem	1125	52*	1175	34*	493	26*	378	54
7-Menos Mg + Calagem	1383	64	2552	74	1083	58	643	92
8-Menos S + Calagem	1782	83	2790	81	1507	80	740	106
9-Menos Micron.+Cal.	2070	96	2888	83	1900	101	880	127
10-Adub.completa+Cal.	2160	100	3458	100	1880	100	695	100
D.M.S. TUKEY 5%	865	40	1129	33	807	43	466	67
C.V. (%)	22,9		21,9		27,8		31,1	
$\bar{x}$	1577		2155		1212		627	
$s \bar{x}$	180,9		236,2		168,7		97,5	

sentou respostas significativas, chegando a aumentar a produção em dois casos. Por outro lado, a omissão de magnésio nas mesmas condições, provocou baixa de produção em todas as áreas, respostas que na maioria das vezes se aproximaram da significância.

Não houve respostas à retirada de enxofre ou de micro nutrientes na presença da calagem.

Em relação à adubação completa com calagem, as produções observadas no tratamento só com adubação completa foram mais baixas em três áreas e mais alta em uma.

A calagem isoladamente, como era de se esperar nessas condições, teve efeito comparável ao da testemunha.

Os resultados da análise conjunta desse grupo de ensaios estão resumidos no Quadro 9, reafirmando a acentuada deficiência de nitrogênio e fósforo bem como o efeito da calagem mais adubação completa.

Os resultados obtidos nesse grupo, de certa forma, estão de acordo com as observações de FREITAS et alii(1966) durante o estudo de áreas deficientes em potássio para o algodão. Esses autores verificaram que a baixa saturação de potássio apresentada por uma elevada porcentagem de amostras, estava associada à baixa saturação com cálcio e magnésio e concluíram que em solos dessa natureza só se pode

Quadro 9 - Resultados da análise conjunta dos ensaios do grupo III conduzidos no Município de Aracaju (Quadro 8). Os dados se referem às médias de produção dos tratamentos.

T R A T A M E N T O S	PRODUÇÕES MÉDIAS (g)
10-Adubação completa + Cal.	2048,25 a
9-Menos Micron. + Cal.	1934,50 ab
5-Menos K + Cal.	1825,75 ab
8-Menos S + Cal.	1704,75 ab
2-Adubação completa	1520,75 abc
7-Menos Mg + Cal.	1415,25 abcd
3-Menos N + Cal.	1213,75 bcd
4-Menos P + Cal.	848,75 cd
6-Calagem	792,75 cd
1-Testemunha	623,50 d

D.M.S. TUKEY 5% = 795,94

C.V. = 26%

esperar respostas a adubação potássica se, ao mesmo tempo, se elevar os teores de cálcio e magnésio.

É possível que, se neste trabalho tivesse sido empregado calcário magnesiano, os efeitos da calagem tivessem sido mais consistentes.

#### 4.1.2 - Município de Santa Luzia do Itanhy

Neste grupo de ensaios, pode-se verificar através do Quadro 2 que os solos apresentaram acidez média; teores de fósforo, potássio e cálcio muito baixos; alumínio trocável de baixo a médio e magnésio trocável variando de baixo a alto. O teor de carbono foi alto em uma área, médio em duas e baixo nas demais. O teor médio de fósforo indicado na área Se/19 não foi levado em consideração, pois além de fugir de todos os teores até então encontrados naqueles solos, a produção do tratamento sem fósforo na área correspondente foi muito baixa.

As respostas obtidas estão resumidas no Quadro 10.

Observe-se que as produções foram muito baixas em todas as áreas, quando o nitrogênio ou o fósforo foi omitido, sendo estatisticamente significativa em todas, exceto em uma para o caso do nitrogênio.

Quadro 10 - Resultados dos ensaios conduzidos no Município de Santa Luzia do Itanhy. Os dados se referem às médias de 4 repetições do peso de matéria fresca de plantas de milho (*Zea mays* L.) nos diversos tratamentos.

TRATAMENTOS	L O C A I S													
	Se/13		Se/15		Se/16		Se/17		Se/18		Se/19		Se/22	
	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice
1-Testemunha	219	10*	150	5*	115	5*	83	7*	335	13*	557	29*	170	15*
2-Adubação completa	2126	100	2890	100	2445	100	1140	100	2558	100	1895	100	1159	100
3-Menos N	772	36*	632	22*	603	25*	480	42	1032	40*	1004	53*	318	27*
4-Menos P	495	23*	181	6*	153	6*	136	12*	366	14*	490	26*	397	34*
5-Menos K	1558	73	991	34*	1245	51*	88	8*	1961	77	1640	87	642	55*
6-Menos Ca	1967	92	1572	54*	1157	47*	756	66	2993	117	2305	122	974	84
7-Menos Mg	1134	53*	1552	54*	776	32*	833	73	2630	103	1248	66	783	68
8-Menos S	1514	71	2110	73	1287	53*	965	85	2572	101	1836	97	991	85
9-Menos Micronutr.	1299	61	1491	52*	1418	58*	1510	132	3562	139	1963	104	931	80
10-Comp1 + Cal.	1976	93	2592	90	1732	71*	2160	189*	3283	128	1868	99	1241	107
D.M.S. TUKEY 5%	918	43	905	31	684	28	666	58	1236	48	869	46	431	37
C.V. (%)	28,8		26,2		25,7		33,5		25,9		24,1		23,3	
$\bar{x}$	1306,0		1416,1		1093,1		815,1		1958,0		1480,0		760,0	
s(x)	188,5		185,9		140,4		136,8		253,9		178,4		88,6	

A subtração do potássio baixou a produção em todas as áreas; nota-se, porém, que houve grande variação nos níveis de resposta. A variação encontrada pode estar ligada à pobreza de potássio disponível e à grande oscilação nos teores dos demais cations, que foi observada nas áreas ensaiadas.

A omissão do cálcio baixou a produção, de forma significativa, nas áreas em que o baixíssimo teor de cálcio esteve associado a baixo teor de magnésio. Nas duas áreas em que houve aumento de produção, o total de cálcio mais magnésio no solo era maior que nas demais áreas.

A retirada de magnésio provocou diminuição na produção, mesmo em áreas com teores médio e alto do elemento no solo. Tal redução foi significativa em alguns casos e em outros não. Em um caso excepcional houve pequeno aumento de produção.

O tratamento sem enxofre baixou a produção na maioria das áreas, sendo de forma significativa apenas em uma. Enquanto que o tratamento sem micronutrientes, provocou aumento de produção em três áreas, que apresentaram teores mais elevados de matéria orgânica no solo, baixando a produção nas demais.

O efeito da calagem nessas áreas foi muito variável, Dois casos extremos foram observados nas áreas Se/16 e Se/17; na pri-

meira, o efeito da calagem pode ter sido mascarado pela natureza exclusivamente calcítica do corretivo aplicado, pois essa área foi a que apresentou teor mais baixo de magnésio do grupo. Observe-se que, de certa forma, os teores mais elevados de magnésio no solo influenciaram nas respostas positivas à calagem, naturalmente que observadas também as proporções dos outros cations no solo.

A despeito das consideráveis variações nos teores de alguns nutrientes nessas áreas, a análise conjunta dos ensaios, cujo resultado está resumido no Quadro 11, indica através da comparação, os tratamentos mais expressivos para a região em estudo. Essas informações podem ser utilizadas com razoável segurança no planejamento de futuros ensaios.

#### 4.1.3 - Município de Itaporanga d'Ajuda

Os resultados analíticos apresentados no Quadro 3 indicam que os solos, nos quais foram conduzidos os ensaios desse grupo, são de acidez média a elevada, são muito pobres em fósforo, potássio, carbono e cálcio e apresentaram teores médios de magnésio.

As respostas aos diversos tratamentos são mostradas no Quadro 12.

As produções obtidas no tratamento sem fósforo, foram significativamente baixas e estão condizentes com os baixos teores de fósforo nos solos.

Quadro 11 - Resultados da análise conjunta dos 7 ensaios conduzidos no Município de Santa Luzia do Itanhy. Os dados se referem às produções médias dos tratamentos.

T R A T A M E N T O S	PRODUÇÕES MÉDIAS (g)
10-Adubação completa + Calagem	2121,71 a
9-Menos Micronutrientes	2029,00 a
2-Adubação completa	1739,14 ab
6-Menos Ca	1674,86 ab
8-Menos S	1610,71 ab
7-Menos Mg	1279,43 bc
5-Menos K	1160,71 bc
3-Menos N	691,57 cd
4-Menos P	316,86 d
1-Testemunha	232,71 d

D.M.S. TUKEY 5% = 709,70

C.V. = 26%

Quadro 12 - Resultados dos ensaios conduzidos no Município de Itaporanga d'Ajuda. Os dados se referem às médias de 4 repetições do peso de matéria fresca de plantas de milho (*Zea mays* L.) nos diversos tratamentos.

TRATAMENTOS	L O C A I S					
	Se/23		Se/24		Se/26	
	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice	Peso (g)	Nº Índice
1-Testemunha	228	17*	355	24*	155	23*
2-Adubação completa	1334	100	1485	100	669	100
3-Menos N	943	71	1565	105	602	90
4-Menos P	268	20*	402	27*	191	28*
5-Menos K	1154	86	2021	136	832	124
6-Menos Ca	1374	102	3203	215*	652	97
7-Menos Mg	745	56*	1421	95	412	62
8-Menos S	1071	80	1942	130	805	120
9-Menos Micronutr.	1378	103	1923	129	675	101
10-Adub.completa + Cal.	1307	98	2129	143	602	90
D.M.S. TUKEY 5%	516	38	707	47	422	63
C.V. (%)	21,6		17,2		30,9	
$\bar{x}$	980		1680		560	
s $\bar{x}$	106,0		145,2		86,6	

Nesse grupo, chama a atenção as produções relativamente altas obtidas no tratamento sem nitrogênio. Apenas duas áreas apresentaram uma leve tendência de resposta a este nutriente.

Conforme ocorreu nos outros grupos, as respostas ao potássio foram controversas. Em duas áreas, a omissão do potássio determinou aumentos de produção. Possivelmente, os baixos teores de cálcio no solo prejudicaram a absorção do potássio. JENNY & AYRES, citados por SEATZ & WINTERS (1943), verificaram que a baixos níveis de saturação do potássio, a sua disponibilidade para as plantas era maior quando o ion complementar era cálcio, do que quando este era o hidrogênio. Também FUZATTO & FERRAZ (1967) encontraram respostas insignificantes ou negativas a potássio para o algodão, associadas a quocientes abaixo de 10 da relação  $Ca^{++}/K^{+}$ .

O tratamento sem cálcio, em duas áreas não alterou as produções em relação à adubação completa e em uma área produziu mais que o dobro.

Quando o magnésio foi retirado, as produções foram mais baixas em todas as áreas sem, entretanto, atingir a significância estatística em duas delas.

Não houve resposta ao enxofre, bem como aos micronutrientes.

A calagem em duas áreas não mostrou efeito e em uma provocou aumento de produção próximo da significância a 5% pelo teste de Tukey. Tratando-se de solos com acidez média a elevada e com totais de cálcio mais magnésio trocáveis abaixo de 1,2 e.mg/100 g de terra, admite-se que o uso de uma maior quantidade de calcário, do que a que foi empregada nesses ensaios, sobretudo do tipo dolomítico, poderia dar melhores respostas.

Os resultados da análise conjunta desses ensaios estão resumidos no Quadro 13, no qual se observa que o fósforo é o elemento mais carente. O tratamento adubação completa mais calagem continua entre os que mais produziram.

As indicações obtidas neste e nos demais grupos nos parecem importantes, na revelação de deficiências e de desequilíbrios de nutrientes.

Deve-se acrescentar que a inexistência de efeitos negativos quando da omissão de vários nutrientes, mesmo em condições de extremas deficiências reveladas pelas análises químicas dos solos, pode ser atribuída, em parte, ao suprimento fornecido pelas reservas contidas nas sementes e pelo fato de as plantas serem colhidas relativamente novas. Seria isso, talvez, uma deficiência do processo das microparcelsas.

Quadro 13 - Resultados da análise conjunta dos 3 ensaios conduzidos no Município de Itaporanga d'Ajuda. Os dados se referem às produções médias dos tratamentos.

T R A T A M E N T O S	P R O D U Ç Õ E S M É D I A S (g)
6-Menos Ca	1743,00 a
10-Adubação completa + Calagem	1346,00 a
5-Menos K	1335,67 a
9-Menos Micronutrientes	1325,33 ab
8-Menos S	1272,67 abc
2-Adubação completa	1162,67 abc
3-Menos N	1036,67 abc
7-Menos Mg	859,33 abc
4-Menos P	287,00 bc
1-Testemunha	246,00 bc

D.M.S. TUKEY 5% = 1049,15

C.V. = 22%

## 4.2 - Correlação entre Teores de Fósforo e Potássio no Solo e Respostas das Microparcelas

### 4.2.1 - Fósforo

Conforme está ilustrado na Figura 2, empregou-se a equação da reta para exprimir a correlação, utilizando como variável dependente a produção do tratamento sem fósforo como uma porcentagem do tratamento que recebeu adubação completa e, como variável independente, a recíproca do teor de fósforo assimilável do solo. O coeficiente de correlação obtido foi baixo ( $r = -0,265$  n.s.), o que pode ser uma indicação de que o extrator usado não foi satisfatório.

Os teores deste elemento nos solos estudados foram muito baixos, não sendo possível, nessas condições, estabelecer classes de teores de fósforo disponível. Percebe-se, entretanto, na faixa até 3 ppm de P assimilável no solo uma previsão de 100% de resposta, usando para tal determinação o sistema anteriormente empregado por LONG & SEATZ (1953) e que está representado na Figura 3.

### 4.2.2 - Potássio

Com os mesmos critérios adotados para o fósforo, obteve-se para o potássio trocável um coeficiente de correlação mais elevado ( $r = -0,463^*$ ), o que pode ser visto na Figura 4.

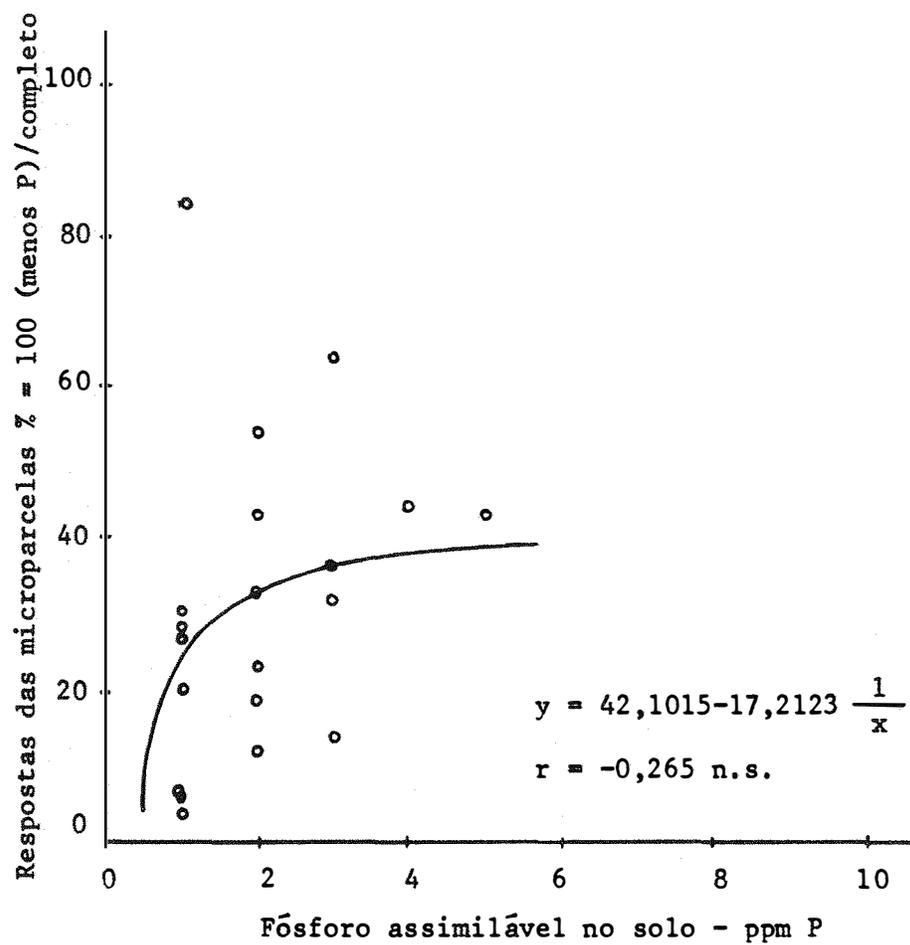


Figura 2 - Correlação entre os teores de fósforo assimilável nos solos cultivados com coqueiro no Estado de Sergipe e respostas obtidas nas microparcelas de milho.

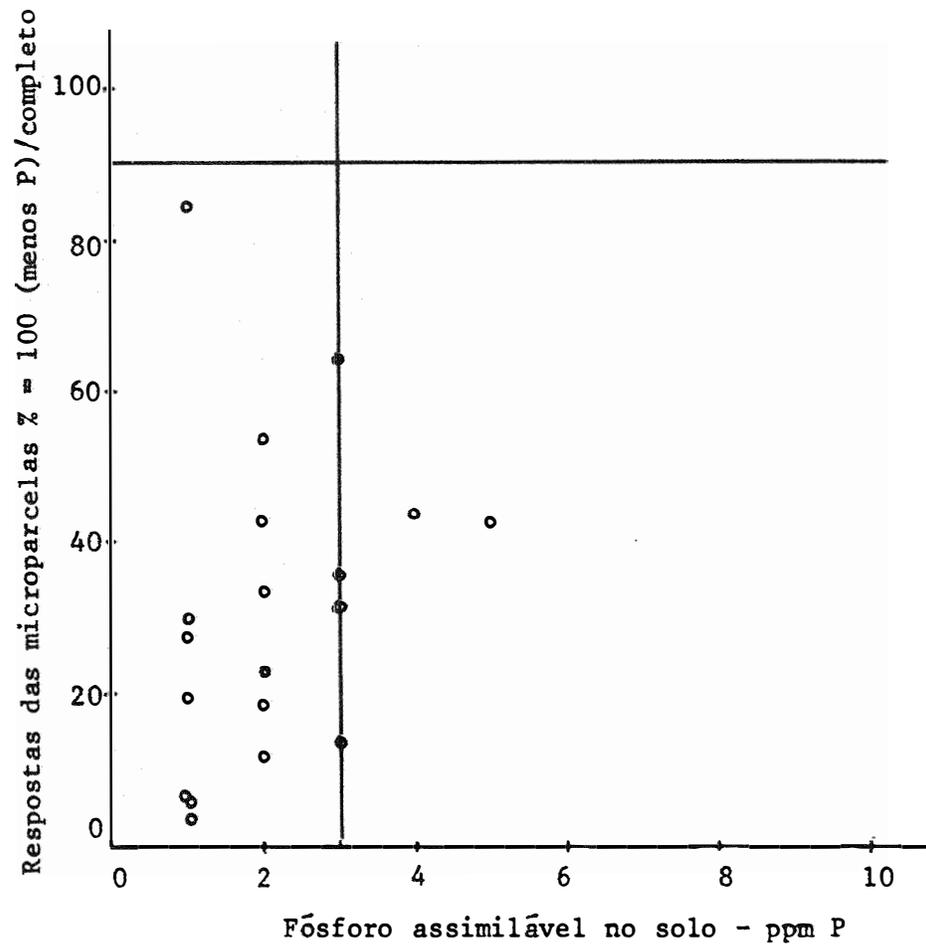
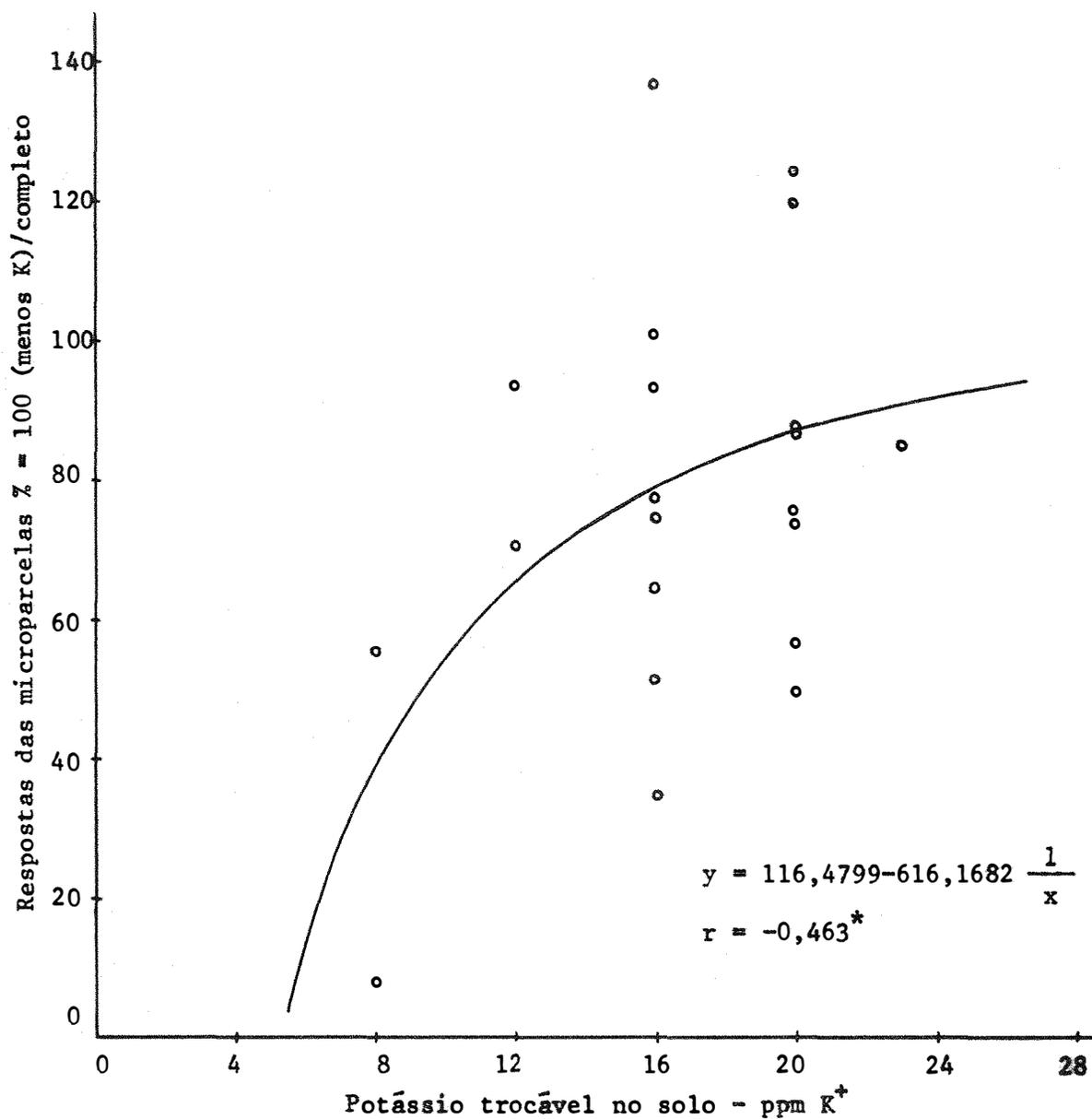


Figura 3 - Previsão de resposta a adubação fosfatada em solos cultivados com coqueiro no Estado de Sergipe



**Figura 4 -** Correlação entre os teores de potássio trocável nos solos cultivados com coqueiro no Estado de Sergipe e respostas obtidas nas microparcelas de milho

Também para o potássio trocável foi impraticável determinar classes de teores, tendo em vista a pobreza generalizada desse nutriente nos solos estudados. Sendo indicada até a faixa de 20 ppm de K no solo, uma previsão de 70% de resposta, conforme mostra a Figura 5.

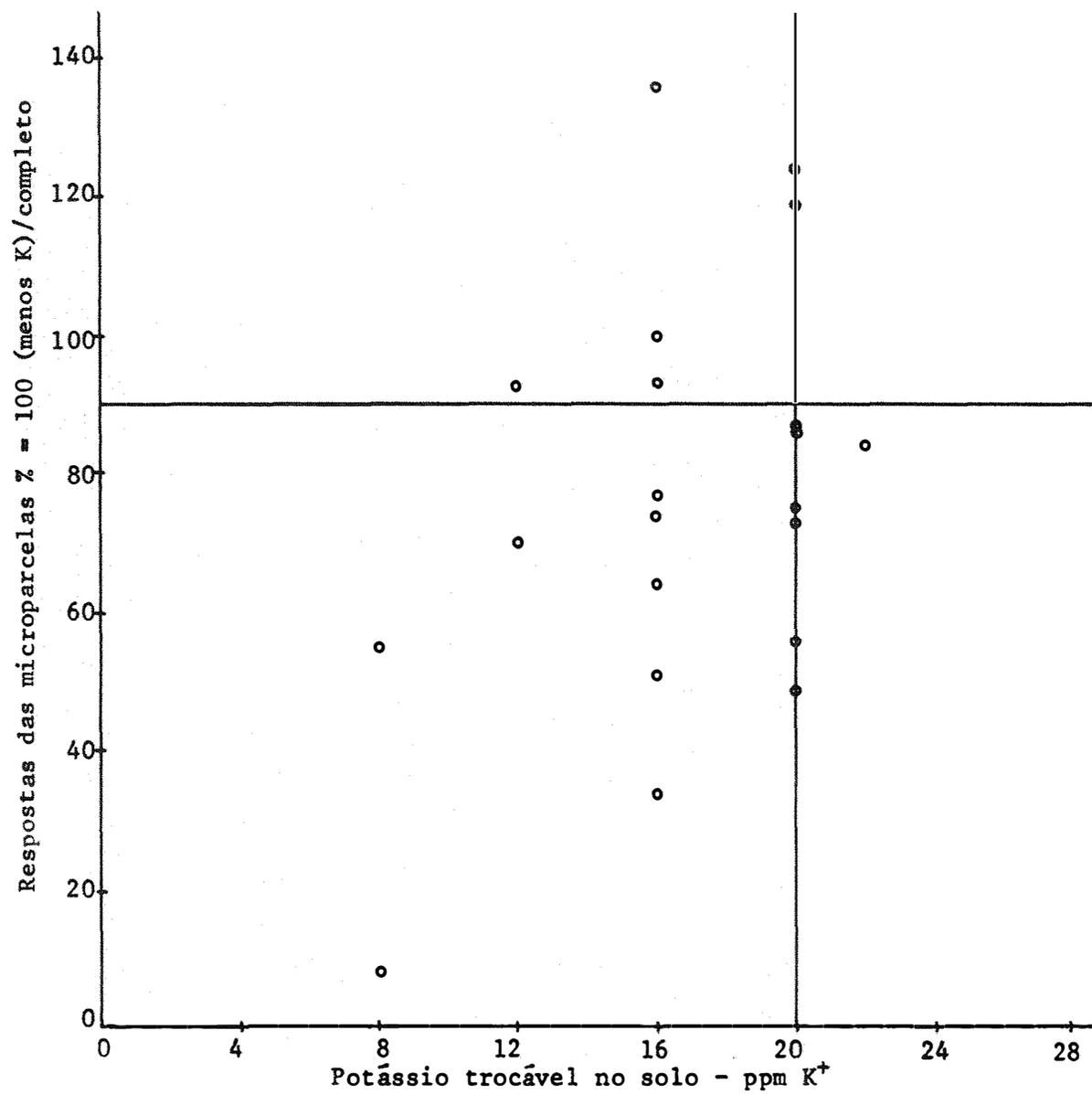


Figura 5 - Previsão de resposta a adubação potássica em solos cultivados com coqueiro no Estado de Sergipe

## 5. CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos, podem-se tirar as seguintes conclusões, para as condições estudadas:

- 1 - O nitrogênio e o fósforo foram os fatores que mais limitaram o crescimento das plantas.
- 2 - As respostas às omissões de potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes mostraram grandes variações nas diferentes áreas, indicando a necessidade de maiores estudos. Ficando igualmente indicada, a necessidade de estudar o efeito do calcário dolomítico no equilíbrio entre os cations, para melhor caracterizar as deficiências de alguns nutrientes.
- 3 - Nas áreas estudadas há uma previsão de 100% de resposta ao fósforo, na faixa até 3 ppm de P assimilável nos solos.
- 4 - Nas áreas estudadas há uma previsão de 70% de resposta ao potássio, na faixa até 20 ppm de  $K^+$  nos solos.

## 6. RESUMO

Em solos representativos para a cultura do coco no Estado de Sergipe: AREIAS QUARTZOSAS MARINHAS EUTRÓFICAS, AREIAS QUARTZOSAS E AMARELAS DISTRÓFICAS, AREIAS QUARTZOSAS VERMELHAS E AMARELAS DISTRÓFICAS e PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO foram conduzidos 31 ensaios, empregando o método biológico das microparcelas de milho, para avaliação da fertilidade.

Cada experimento de microparcelas foi constituído de 10 tratamentos, em blocos ao acaso, com 4 repetições. Os ensaios foram agrupados segundo os tratamentos. Em um grupo, comparou-se o tratamento denominado "completo" (N-P-K-Ca-Mg-S-Cu-B-Zn-Mo) com uma série de tratamentos em que se omitiu um, alguns ou todos os nutrientes (testemunha) e em que se acrescentou calcário. Em outro grupo a comparação foi feita entre um tratamento completo mais calagem e uma série de outros em que se retirou: calagem, calagem e adubação (testemunha) e um, alguns ou todos os nutrientes.

Cada microparcela, medindo 0,60m x 0,60m, recebeu 45 sementes de milho distribuídas em igual proporção em três filas, distanciadas de 0,15m. Após a germinação foi feito o desbaste, deixando 10 plantas por fileira.

Os tratamentos fertilizantes foram aplicados em sulcos, no dia do plantio. A calagem foi feita com hidróxido de cálcio, distribuindo-o em toda a superfície da parcela e misturando-o com a terra, desde a superfície até 0,20m de profundidade, também no dia do plantio. Após 4 semanas do desbaste as plantas de milho foram arrancadas, livres de terra e tomados os pesos de massa verde de toda a planta.

De cada área experimental, foi tomada amostra composta do solo à profundidade de 0 a 0,20m para as análises químicas de fertilidade.

Foi feita a análise conjunta dos experimentos, com os mesmos reunidos segundo o tipo de solo e tratamentos. Foram estudadas as correlações entre os teores de fósforo e potássio nos solos e as produções relativas das parcelas que não receberam esses nutrientes.

Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- 1 - O nitrogênio e fósforo foram os fatores que mais limitaram o crescimento das plantas.
- 2 - As respostas às omissões de potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes mostraram grandes variações nas diferentes áreas estudadas, indicando a necessidade de maiores estudos. Ficando igualmente indicada, a necessidade de estudar o efeito do calcário dolomítico no equilíbrio entre os cations, para melhor caracterizar as deficiências de alguns nutrientes.
- 3 - Nas áreas estudadas há uma previsão de 100% de resposta ao fósforo, na faixa até 3 ppm de P assimilável nos solos.
- 4 - Nas áreas estudadas há uma previsão de 70% de resposta ao potássio, na faixa até 20 ppm de  $K^+$  nos solos.

## 7. SUMMARY

Thirty one experiments, using the corn microplot biological technique, were conducted to study the fertility status of soils representative for the production of coconuts in the State of Sergipe. The following soils were used: marine quartz sand, eutrophic; yellow quartz sand, distrophic; red-yellow quartz sand, distrophic and red-yellow podzolic, distrophic.

Each microplot experiment was composed of 10 treatments in a randomized block design with 4 replications. The tests were grouped according to treatments. In one group the treatment named complete (N-P-K-Ca-Mg-S-Cu-B-Zn-Mo) was compared with a series of treatments in which one, some or all the nutrients were omitted and in which lime was added. In another group the comparison was made between a complete treatment plus lime and a series of others in which were absent: lime, lime and fertilizer (check) and one, some or all nutrients.

Each microplot, measuring 0.60m x 0.60m, received 45 seeds of corn distributed in equal proportion in three rows 0.15m apart. After germination the rows were thinned leaving 10 plants per row.

The fertilizer treatments were applied in rows at planting time. Liming was done with calcium hydroxide, distributing it over the entire surface of the plot and mixing it with the soil from the surface down to a depth of 0.20m, also at planting time. Four weeks after thinning the corn plants were pulled out, free of soil and the green weight of the whole plant recorded.

A composite soil sample was taken from each experimental area at the depth of 0 to 0.20m for the fertility chemical analysis.

A composite analysis of the experiment was made, grouping, them according to soil type and treatments. Correlations between soil phosphorus and potassium content and the relative yield of the plots to which these nutrients were not supplied were studied.

The results obtained allowed for the following conclusions:

1. Nitrogen and phosphorus were the most limiting factors for the growth of the plants.
2. The responses to omitting potassium, calcium, magnesium, sulfur and micronutrients showed great variation in the different areas studied, indicating the need for greater studies. It is likewise indicated the need to study the effect of dolomitic limestone in the equilibrium between cations in order to better characterize the deficiencies of some nutrients.
3. For the areas studied there is an estimative of 100% response for phosphorus in the range of up to 3 ppm of soil available P.
4. For the areas studied there is an estimative of 70% response for potassium in the range of up to 20 ppm of soil  $K^+$ .

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, M.P.T.; SANTANA, C.J.L.; MIRANDA, E.R. Avaliação da fertilidade de alguns solos de cerrado em Brasília por meio de ensaios de microparcelas. Ciência e Cultura, 20(3):613-19, 1968.

BRAY, R.H. Correlation of soil tests with crop response to added fertilizers and with fertilizer requirements. In: BEAR, F.E. et alii. Diagnostic techniques for soils and crops. Washington D.C., American Potash Institute, 1948. p.53-85.

\_\_\_\_\_. The correlation of phosphorus soil test with the response of wheat through a modified Mitscherlich equation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 22:314-17, 1958.

CABALA-ROSAND, F.P.; PRADO, E.P.; MIRANDA, E.R. Fertilidade de alguns solos aluviais da zona cacauera do Espírito Santo, Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU, 2., Salvador/Itabuna, 1967. Memórias. Itabuna, Centro de Pesquisas do Cacau, 1969. p.470-74.

CABALA-ROSAND, F.P.; PRADO, E.P.; MIRANDA, E.R.; SANTANA, M.B.M.; SOUZA, R.F. Deficiências minerais e efeitos da adubação na região caqueira da Bahia. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU, 2., Salvador/Itabuna, 1967. Memórias. Itabuna, Centro de Pesquisas em Cacau, 1969. p.436-42.

CATANI, R.A. & JACINTHO, A.O. Análise química para avaliar a fertilidade do solo. Boletim técnico-científico, E.S.A. "Luiz de Queiroz", n. 37, 1974. 57p.

CATE, R.B. & NELSON, L.A. Um método rápido para correlação de análises de solo com ensaios de adubação. Technical bulletin, International Soil testing, n.1, 1965. 24p.

\_\_\_\_\_ & VETTORI, L. Resultados econômicos do uso de fertilizantes baseados nas informações da análise de solo. Raleigh, Contrato/Aid-Universidade Estadual de Carolina do Norte, 1968. (Relatório Preliminar, n.1).

CEPA. COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DE SERGIPE. Sugestões de políticas e programas agrícolas para o Estado de Sergipe. Aracaju, 1973. 134p.

FONSECA, R. Guia para adubações por análises de solos. Cruz das Almas. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Leste, 1970. 27p.

FONSECA, R.; DIAS, A.C.; PINHO, A.; PIRES, E.; MIRANDA, E.; CABALA, P.; SANTANA, C. Correlações dos teores de fósforo nos solos com respostas de microparcelas de milho na zona cacauera da Bahia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 3:235-42, 1968.

\_\_\_\_\_ ; SANTOS, Z.G.; JESUS, A.F. "Soil testing para cacau. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU, 2., Salvador/Itabuna, 1967. Memórias. Itabuna, Centro de Pesquisas do Cacau, 1969. p.461-66.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; SOUZA, L.F.S.; REZENDE, J.O. Disponibilidade de fósforo, potássio e necessidade de calagem em solos do Estado de Sergipe. Cruz das Almas. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Leste, 1969. 6p.

FREITAS, L.M.M.; McCLUNG, A.C.; PIMENTEL GOMES, F. Determinação das áreas deficientes em potássio para a cultura de algodão. Fertilidade, 26:37-45, 1966.

FUZATTO, M.G. & CAVALERI, P.A. Correlação entre a resposta do algodoeiro à adubação fosfatada e a análise química do solo, nas condições do Estado de São Paulo. Bragantia, 25(37):407-20, 1966.

\_\_\_\_\_ & FERRAZ, C.A.M. Correlação entre o efeito da adubação potássica no algodoeiro e a análise química do solo. Bragantia, 26(26):345-52, 1967.

- GALVÃO, S.J. & CATE, R. Levantamento da fertilidade de solos do Nordeste: 1ª aproximação. Recife. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste, 1969. 14p.
- GARGANTINI, H. Levantamento da fertilidade de solos da Estação Experimental de Pindamonhangaba. Bragantia, 17(13):177-93, 1958.
- HARDY, F. & BAZAN, R. The maize microplot method of soil testing. Turrialba, 16(3):267-70, 1966.
- HUNTER, A.S. Fertilidade dos solos. Recife, Instituto de Pesquisas IRI, 1966. 150p.
- INSTITUTO DE ÓLEOS. Instruções gerais para o diagnóstico foliar do coqueiro. Rio de Janeiro, 1961. 260p.
- JACOB, A. & UEXKÜLL, H.V. Fertilización-nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Amsterdam, Internationale Handelmaatschappij, 1961. 626p.
- LONG, O.H. & SEATZ, L.F. Correlation of soil tests for available phosphorus and potassium with crop yield responses to fertilization. Soil Sci. Soc. Proc. 17:258-62, 1953.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 2ª ed. São Paulo. Biblioteca Agronômica Ceres, 1967. 606p.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. 727p.

\_\_\_\_\_; PIMENTEL GOMES, F.; COURY, T.; ABREU, C.P.; VALSECHI, O.; HAAG, H.P.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; MELLO, F.A.F.; ARZOLLA, J.D.P.; ARZOLLA, S.; RANZANI, G.; KIEHL, E.J.; CROCOMO, O.J.; MENARD, L.N.; NOVAIS, R.F.; FREIRE, O.; OLIVEIRA, E.R. A diagnose foliar na cana-de-açúcar IV. Resultados de 40 ensaios fatoriais NPK 3x3x3, primeiro corte no Estado de São Paulo. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1963. 47p.

McCLUNG, A.C.; FREITAS, L.M.M.; GALLO, J.R.; QUINN, L.R.; MOTT, G.O. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade, em solos de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. Bragantia, 17(3):29-44, 1958.

OLMOS, J.T.L. FONSECA, R. & ALMEIDA, E.M. Estudo expedito de solos do Estado de Sergipe para fins de classificação, correlação e legenda preliminar. Cruz das Almas, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Leste, 1968.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 5ª ed. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1973. 430p.

- ROUSE, R.D. Soil test theory and calibration for cotton, corn, soybeans and Coastal bermudagrass. Bulletin, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn, n.375, 1968. 65p.
- SANTANA, C.J.L.; MAGALHÃES, J.C.; CRUZ, E.S. Avaliação da fertilidade dos solos dos campos cerrados do Amapá por meio de ensaios quantitativos em microparcelas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 11., Brasília, 1967 Anais. Rio de Janeiro, 1971. p.48.  
[ Resumo ]
- SEATZ, L.F. & WINTERS, E. Potassium release from soils as affected by exchange capacity and complementary ion. Soil Sci. Soc. Proc., 8: 150-53, 1943.
- SOBRAL, L.F.; RIBEIRO, J.V.; SOUZA, L.F.S.; JESUS, A.F.; SAMPAIO, J.V. Avaliação preliminar da fertilidade dos solos dos tabuleiros costeiros sul do Estado de Sergipe. Aracaju. Superintendência da Agricultura e Produção, 1974. 23p.
- SOUZA, F.E. Aspectos da cultura do coqueiro do nordeste. Recife. SUDENE, 1968. 123p.
- SUDENE. Estudo de mercado de produtos agropecuários do nordeste: coco. Recife, 1971. 27p.

VAN RAIJ, B. Calibração do potássio trocável em solos para feijão, algodão e cana-de-açúcar. Ciência e Cultura, 26(6):595-79, 1974.

WAUGH, D.L. & FITTS, J.W. Estudos para interpretação de análises de solo: de laboratório e em vasos. Boletim Técnico, International Soil testing, n.3, 1966. 36p.