

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE MICROPARCELAS NA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DE QUATRO SOLOS DA REGIÃO DE BOTUCATU*

LEONIA A. DE LIMA**
MARTHA MISCHAM**
A.M. LOUIS NEPTUNE***

RESUMO

No presente trabalho, procurou-se diagnosticar as principais deficiências minerais de alguns solos da região de Botucatu, utilizando o método das microparcelas de milho.

Cada ensaio tinha sete tratamentos: (1) adubação completa (macro e micronutrientes); (2) com omissão de nitrogênio; (3) com omissão de fósforo; (4) com omissão de potássio; (5) com omissão de enxofre; (6) com omissão de micronutrientes; (7) testemunha.

Os ensaios confirmaram o fato de que o fósforo e o nitrogênio são fatores limitantes nos solos Latossolo vermelho amarelo, fase arenosa, Latossolo Roxo e Regossolo. Observou-se também uma carência de enxofre no Latossolo Vermelho amarelo fase arenosa e no Latossolo Roxo.

Respostas ao potássio e ao nitrogênio foram observadas no Aluvial Hidromórfico.

INTRODUÇÃO

Dentre os métodos usados para avaliar a fertilidade do solo uns fundamentam-se na análise química de solo e/ou de plantas, outros na observação de sintomas visuais de deficiências nutricionais e outros em ensaios de caráter biológico. Dentre os últimos salienta-se o método das microparcelas de milho, que possibilita o estudo do solo no próprio local e em condições naturais.

O método foi descrito primeiramente por HOLME (1944) e discutido novamente em Trinidad (1945). Desde aí o método vem sendo empregado com a finalidade de determinar rapidamente o estado nutricional de um solo e também para comparar o estado nutricional de vários solos ao mesmo tempo.

No Estado de São Paulo não se tem notícia do uso deste método; no entanto, na região cacauzeira da Bahia, bem como nas regiões Norte e Nordeste, tem sido amplamente utilizado por CABALA et al. (1969a, 1969b), FONSECA et al. (1968), SANTANA & ALVIM (1968).

No presente trabalho procurou-se diagnosticar as principais deficiências minerais de quatro solos da região de Botucatu, representativos de solos do Estado de São Paulo, utilizando-se o método biológico das microparcelas de milho, que é considerado como um dos mais rápidos e econômicos para fins de diagnóstico do solo, no campo.

* Entregue para publicação em 30/12/1975.

** Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu (FCMBB).

*** USP – ESALQ, Departamento de Solos e Geologia.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em quatro áreas representativas de alguns solos típicos da região de Botucatu, SP, assim classificados: Área 1, Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa; Área 2, Latossolo Roxo; Área 3, Aluvial-Hidromórfico; Área 4, Regossolo. Estes solos estão localizados nas Fazendas Experimentais da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, sendo a área 1 na Fazenda Experimental São Manuel e as demais na Fazenda Experimental "Presidente Médici".

O início dos ensaios deu-se em novembro de 1969. O método experimental foi semelhante ao usado por ALVIM et al. (1968). Em cada local procedeu-se à limpeza do terreno, em uma área de aproximadamente 72 m². Amostras de solo foram coletadas e os resultados das análises químicas foram interpretados de acordo com CATANI et al. (1955).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições. Cada bloco foi constituído por dois canteiros, de 5,0 x 1,0 m, distanciados de 0,60 m. As parcelas ocuparam uma área de 0,60 x 0,60 m, sendo aberto em cada uma delas três sulcos distanciados de 0,15 m nos quais foram aplicados os tratamentos fertilizantes. Em seguida semearam-se quinze sementes de milho por sulco. Oito dias após a germinação procedeu-se ao desbaste ficando dez plântulas por sulco.

Os tratamentos fertilizantes foram os que seguem, para todas as áreas ensaiadas, variando apenas quanto à calagem: C = adubação completa (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn, Mn, Mo); (-N) = completa, com omissão de nitrogênio; (-P) = completa, com omissão de fósforo; (-K) = completa, com omissão de potássio; (-S) = completa, com omissão de enxofre; (-M) = completa, com omissão de micronutrientes; T = testemunha (sem adubação).

Com o objetivo de medir o efeito do calcário fez-se, em cada área, parcelas sem adição de calcário para os tratamentos completo e testemunha. Não isolou-se o efeito do magnésio pois o calcário utilizado foi o dolomítico.

As doses de nutrientes, em kg/ha, aplicados nos diferentes tratamentos são apresentados no Quadro 1.

Doses (kg/ha)	Fertilizantes	Tratamentos
120 (N)	Sulfato de amônio	(C), (-P), (-K), (-M)
120 (N)	Salitre do Chile	(-S)
150 (P ₂ O ₅)	Superfosfato simples	(C), (-N), (-K), (-M)
150 (P ₂ O ₅)	Superfosfato triplo	(-S)
100 (K ₂ O)	Cloreto de potássio	(C), (-N), (-P), (-S), (-M)

QUADRO 1 – Fertilizantes e doses empregadas nos diferentes tratamentos

Os micronutrientes foram adicionados nas seguintes quantidades, em kg/ha: 10 de Bórax, 0,5 de molibdato de sódio, 10 de cloreto de zinco, 15 de sulfato de cobre e 10 de cloreto de manganês. A calagem foi feita utilizando-se 2 toneladas de calcário dolomítico por hectare, nas áreas 1 e 2.

As plantas foram colhidas 30 dias após a germinação e foram anotados os pesos de matéria seca das plantas das áreas 1 e 2 e os pesos de matéria verde das plantas das áreas 3 e 4.

Utilizou-se o milho (*Zea mays* L.) como planta indicadora pelo fato de apresentar crescimento homogêneo, grande volume de massa, rápido desenvolvimento e as sementes não apresentarem grande reserva de elementos nutrientes que poderiam mascarar os efeitos dos tratamentos, em virtude do pequeno tempo de duração do ensaio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Área 1: Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa – A análise de variância dos dados de produção de matéria seca de milho, na área 1, conduziu a um valor do teste “F” para tratamentos significativo ao nível de 1% de probabilidade. As médias dos tratamentos e o valor de Δ para o teste Tukey encontram-se no Quadro 2.

Tratamentos	Médias	Médias em % do tratamento completo
C	239,80	100,0
-N	140,44	58,5
-P	110,88	46,2
-K	200,67	83,6
-S	146,36	61,0
-M	213,52	89,0
T	102,19	42,6

$\Delta(1\%) = 64,49$

QUADRO 2 – Médias de produção de matéria seca (em gramas) de milho nos tratamentos fertilizantes, na área 1.

Pelo Quadro 2, observa-se que no Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa as médias dos tratamentos (-N), (-S) e T diferiram da média do tratamento completo, ao nível de 1% de probabilidade, apresentando grandes reduções porcentuais de massa em relação ao tratamento completo. Os tratamentos (-M) e (-K) apresentaram produções médias em torno de 85% do completo, não diferindo deste ao nível de 5% de probabilidade.

O efeito da calagem pode ser observado pelos valores de produção média de matéria seca apresentados no Quadro 3, onde se verifica que houve um aumento de 16% na produção com a adição de calcário.

Tratamentos	Médias	Médias em % do completo	Médias em % da testemunha
C	239,80	100,0	—
C (-calcário)	201,44	84,0	—
T	102,19	42,6	100,0
T (-calcário)	85,83	35,7	83,9

QUADRO 3 – Produção média (em g) de matéria seca por influência da calagem.

As análises químicas do solo em estudo estão apresentadas no Quadro 4.

pH	e.mg/100 g de TFSA					
	H ⁺	Al ³⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
5,70	2,56	0,08	0,09	0,17	2,16	0,48

QUADRO 4 – Análises químicas do solo na área 1.

Quanto ao balanço iônico neste solo, algumas relações importantes sob o ponto de vista da nutrição de plantas apresentaram os seguintes valores: Ca/Mg = 4,50; Ca/K = 12,70; K/Mg = 0,35.

Pode-se observar que, na área 1, o método das microparcels forneceu resultados comparáveis aos da análise química do solo. Para um teor baixo de fósforo, o tratamento (-P) apresentou uma produção de massa de apenas 46,2% em relação ao completo, estando bem próximo da testemunha. Verifica-se também que, para um teor médio de potássio, o tratamento (-K) conduziu a uma produção de 83,6% do completo.

Área 2: Latossolo Roxo – Na área 2 também constatou-se diferença entre os tratamentos fertilizantes, sendo que o valor do teste "F" foi significativo ao nível de 1% de probabilidade. O Quadro 5 apresenta as médias de produção de matéria seca.

Tratamentos	Médias	Médias em % da testemunha
C	201,12	100,0
-N	131,98	65,6
-P	107,16	53,2
-K	185,35	92,1
-S	116,97	58,1
-M	170,83	84,9
T	109,90	54,6

$\Delta (1\%) = 48,93$

QUADRO 5 – Médias de produção de matéria seca (em g) de milho nos tratamentos fertilizantes na área 2.

Os valores apresentados no Quadro 5 mostram que, à semelhança de que ocorreu na área 1, na área 2 também as médias dos tratamentos (-N), (-P), (-S) e T diferiram da média do tratamento completo, ao nível de 1% de probabilidade. Pode-se observar que as reduções de massa, em relação ao tratamento completo são bastante acentuadas. Por outro lado, as reduções apresentadas nos tratamentos (-K) e (-M) não foram significativas a 5% de probabilidade.

O efeito da calagem pode ser avaliado pelos valores apresentados no Quadro 6. Observa-se que este efeito foi grande somente quando foram adicionados todos os nutrientes. Quando se comparam as produções dos tratamentos testemunha com e sem calcário verifica-se uma redução na produção de apenas 2,4%. Este fato pode ser compreendido através dos resultados das análises químicas do solo em questão, apresentados no Quadro 7.

Tratamentos	Médias	Médias em % do completo	Médias em % da testemunha
C	201,12	100,0	—
C (-calcário)	121,48	60,4	—
T	109,90	54,6	100,0
T (-calcário)	107,34	53,3	97,6

QUADRO 6 – Produção média (em g) de matéria seca por influência da calagem.

pH	e.mg./100 g de TFSA					
	H+	Al ³⁺	PO ₄ ³⁻	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺
5,20	6,24	0,16	0,021	0,23	4,59	1,30

QUADRO 7 – Análises químicas do solo da área 2.

Quanto ao balanço iônico pode-se observar as relações iônicas: Ca/Mg = 3,53; Ca/K = 19,95; K/Mg = 0,17.

À semelhança do que ocorreu na área 1, na área 2 também pode-se observar que o método das microparcels pode ser comparado ao de análise química do solo, com respeito ao fósforo e ao potássio. Observa-se que o tratamento (-P) conduziu a uma produção de matéria seca muito pequena, inferior à da testemunha, o que está de acordo com o nível baixo de fósforo no solo obtido através da análise química.

Área 3: Aluvial-Hidromórfico — A análise de variância dos dados de produção de matéria verde de milho na área 3 conduziu a um valor do teste “F” para tratamento significativo ao nível de 1% de probabilidade. As médias dos tratamentos são apresentados no Quadro 8.

Tratamentos	Médias	Médias em % da testemunha
C	1350,00	100,0
-N	257,50	19,0
-P	1112,50	82,4
-K	825,00	61,1
-S	1133,75	83,9
-M	1243,75	92,1
T	188,75	13,9

$\Delta(1\%) = 677,59$

QUADRO 8 – Médias de produção de matéria verde (em g) de milho nos tratamentos fertilizantes na área 3.

Observando-se os valores do Quadro 8, vê-se que apenas os tratamentos (-N) e T diferiram do tratamento completo, ao nível de 1% de probabilidade. Embora a produção média do tratamento (-K) tenha sido bastante reduzida, não se pode constatar uma diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade. Observa-se que os outros tratamentos que não diferiram do completo (-P), (-S), (-M), apresentaram pequenas reduções.

Com o objetivo de verificar diferenças entre grupos de tratamentos de pequena e de grande reduções na produção utilizou-se o teste de Scheffé para o contraste entre a média dos tratamentos C, (-P), (-S) e (-M) e a média dos tratamentos (-N), (-K) e T. A estimativa obtida para o contraste (9435,00) excede o valor de S calculado, ao nível de 1% de probabilidade (5261,15). Pode-se concluir pela inclusão do tratamento (-K) no grupo dos tratamentos de baixa produção.

As análises químicas do solo desta área são apresentadas no Quadro 9.

pH	e.mg./100 g de TFSA					
	H+	Al ³⁺	PO ₄ ³⁻	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺
6,2	1,04	0,08	0,28	0,06	9,20	3,52

QUADRO 9 – Análises químicas do solo da área 3.

Pode-se observar as relações iônicas: Ca/Mg = 2,61; Ca/K = 153,33; K/Mg = 0,02.

Pelos resultados apresentados para este tipo de solo verifica-se, novamente, que o método das microparcels pode ser comparado ao da análise química do solo. Ao contrário das áreas 1 e 2 estudadas, o teor de fósforo no solo da área 3 é médio e a redução na produção do tratamento (-P) é pequena. Quanto ao teor de potássio, a análise química mostrou um teor baixo e, em correspondência, o método das microparcels conduziu a uma redução acentuada da produção no tratamento (-K).

Área 4: Regossolo – A análise de variância dos dados de produção de matéria verde na área 4 conduziu a um valor do teste "F" para tratamentos significativo ao

nível de 1% de probabilidade. As médias dos tratamentos estão no Quadro 10.

Tratamentos	Médias	Médias em % da testemunha
C	1593,75	100,0
-N	787,50	49,4
-P	433,75	27,2
-K	1262,50	79,2
-S	1313,75	82,4
-M	1145,00	71,8
T	448,75	28,1

$\Delta(1\%) = 594,03$

QUADRO 10 – Médias de produção de matéria verde (em g) de milho nos tratamentos fertilizantes na área 4.

Diferiram do tratamento completo, ao nível de 1% de probabilidade, os tratamentos (-N), (-P) e T com reduções acentuadas na produção enquanto que os demais tratamentos apresentaram uma pequena redução em relação ao completo.

O Quadro 11 mostra os resultados da análise química do solo.

pH	e.mg./100 g de TFSA					
	H+	Al ³⁺	PO ₄ ³⁻	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺
6,4	4,16	0,08	0,04	0,06	0,96	0,32

QUADRO 11 – Análises químicas do solo da área 4.

Observam-se as relações iônicas: Ca/Mg = 3,00; Ca/K = 16,00; K/Mg = 0,19.

No caso do solo da área 4 pode-se observar uma concordância entre os métodos das microparcels e da análise química do solo, no caso do fósforo. Para o potássio era de se esperar uma maior redução na produção no tratamento (-K), devido ao baixo teor deste elemento no solo. No entanto, FONSECA et al. (1968) correlacionando os resultados experimentais de ensaios de microparcels observaram que 78% dos ensaios em solos com teores de K na faixa de 0,00 a 0,20 e.mg/100 g TFSA e de Mg maiores que 1,5 e.mg/100 g TFSA reagiram ao K; nos solos com teores de Mg menores que 1,5 pouca reação houve à adição de K. Observa-se que o solo da área 4 apresenta teores de Mg e de K de 0,32 e 0,06 e.mg/100 g TFSA, respectivamente. Apenas o solo da área 3 apresentou teores de K e Mg na faixa considerada pelos autores citados anteriormente; verifica-se que o solo da área 3 foi o único que apresentou reação ao K.

Uma comparação entre as produções relativas nas quatro áreas estudadas, de acordo com os tratamentos, pode ser feita através da Figura 1.

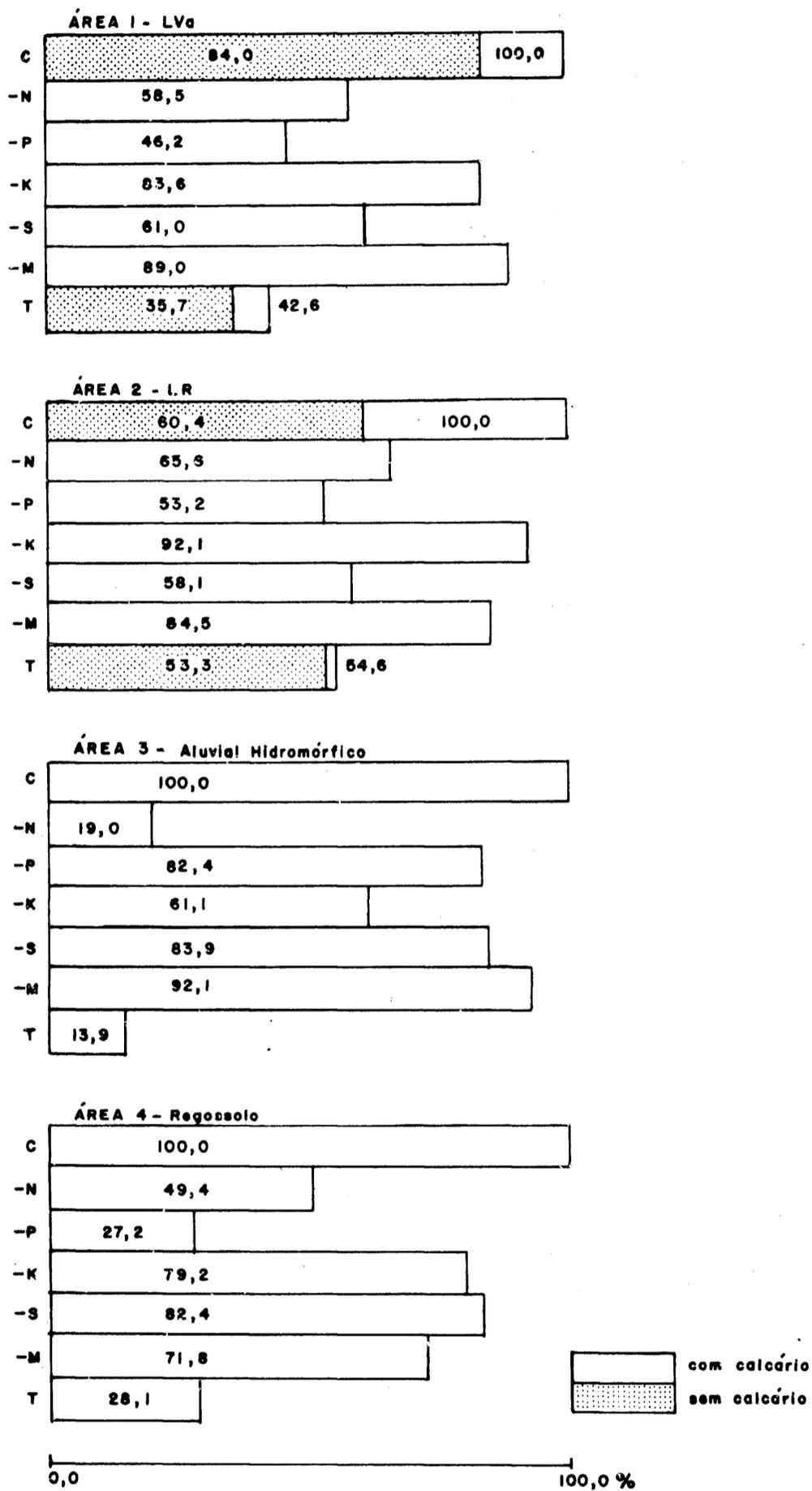


Figura 1 - Produções de massa de milho conforme os tratamentos, em porcentagem do tratamento completo, nas 4 áreas.

CONCLUSÕES

Os resultados em termos de peso de matéria seca e verde, mostraram que o método das microparcelas de milho fornece resultados comparáveis aos da análise química do solo, e confirmaram que o fósforo e o nitrogênio são fatores limitantes nos solos LVa, LR e Regossolo.

Observa-se também uma carência de enxofre nos solos LVa e LR, elemento não determinado em análise química de solo de rotina. Respostas ao potássio e ao nitrogênio foram observadas no Aluvial-Hidromórfico, pois que, onde o potássio foi omitido houve grande redução da produção, evidenciando também efeito antagônico do magnésio, que se apresentava neste solo com altos teores. Quanto à resposta ao nitrogênio, é fato conhecido a grande variabilidade neste tipo de solo, porém a falta de drenagem talvez seja uma razoável explicação para esse fato.

SUMMARY

UTILIZATION OF THE CORN MICROPLOT METHOD IN THE EVALUATION OF FERTILITY OF FOUR SOILS IN THE REGION OF BOTUCATU, STATE OF SÃO PAULO

The aim of this paper was to find out the principal mineral deficiencies of some soils of the region of Botucatu, State of São Paulo, using the corn microplots method.

Each experiment had seven treatments: (1) complete fertilization (macro and micronutrients), (2) with omission of nitrogen, (3) with omission of phosphorus, (4) with omission of potassium, (5) with omission of sulphur, (6) with omission of micronutrients, (7) control.

The results showed that phosphorus and nitrogen are limiting factors of the yellow red latossol, sandy phase, the dark red latossol and the regossol. Sulphur deficiency was also observed in the first two soils.

Responses to potassium and nitrogen were obtained in the Hydromorphic Alluvial.

LITERATURA CITADA

- ALVIM, P. de T., SANTANA, C.J.L. & MIRANDA, E.R. de, 1968. Avaliação da fertilidade de alguns solos de cerrado em Brasília por meio de ensaios de microparcelas. *Ciência e Cultura*, 20(3):613-9.
- CABALA ROSAND, F.P. PRADO, E.P. & MIRANDA, E.R. de, (1969a). Avaliação da fertilidade dos solos pelo método das microparcelas de milho. I. Diagnose nutricional dos solos da região caueira da Bahia. CEPLAC - Centro de Pesquisas do Cacau. Itabuna, 15 p.

- CABALA ROSAND, F.P., PRADO, E.P. & MIRANDA, E.R. de, (1969b). Avaliação da fertilidade dos solos pelo método biológico das microparcelas de milho. V. Estado nutricional de alguns solos aluviais da zona cacauieira do Espírito Santo. CEPLAC – Centro de Pesquisas do Cacau, Itabuna, 9 p.
- CATANI, R.A., GALLO, J.R. & GARGANTINI, H., 1955. Amostragem de solos, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Bolm. Inst. Agron. Campinas, nº 69, 29 p.
- FONSECA R., CABALA, F.P., PIRES, E. DIAS, A.C., PINHO, A.F., MIRANDA, E.R. de & SANTANA, C.J.L., (1968). Avaliação da fertilidade dos solos pelo método biológico das microparcelas de milho. II. Correlações dos resultados experimentais com os teores trocáveis de potássio e magnésio. CEPLAC – Centro de Pesquisas do Cacau, Itabuna, 10 p.
- HOLME, R.V., 1944. The importance of soil tests as shown by the use of corn microplot experiments. In: Proceedings of the 1944 Meeting of British Wes Indies Sugar Technologists, Barbados. B.W. I. Sugar Association (Inc.), pp. 46-58.
- SANTANA, C.J.L. & ALVIM, P.T. (1968). Avaliação da fertilidade dos solos pelo método biológico das microparcelas de milho. VII. Diagnose nutricional de alguns solos da região amazônica. CEPLAC – Centro de Pesquisas do Cacau, Itabuna, 8 p.