

ADUBAÇÃO VERDE, FOSFATO NATURAL E GESSO PARA A CULTURA DA MANDIOCA EM LATOSSOLO ROXO TEXTURA ARGILOSA¹

FRANCISCO DIAS NOGUEIRA², MIRALDA BUENO DE PAULA³, PAULO TÁCITO GONTIJO GUIMARÃES⁴
e TOSHIYUKI TANAKA⁵

RESUMO - Foram aplicados ao solo (Latossolo Roxo textura argilosa) 0, 1.000, 2.000 e 3.000 kg de fosfato natural/ha (apatita-de-araxá) e 0, 500 e 1.000 kg de gesso/ha em 05.09.86. A *Crotalaria juncea* foi plantada sem outra adubação adicional em 20.10.86 e incorporada ao solo no estágio de formação de vagens em 15.02.87. Aos 60 dias após a incorporação do adubo verde foi feita a análise de solo em todas as subparcelas. A cultivar IAC 12829, de mandioca, foi plantada em 05.11.87 e colhida em maio de 1989. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema de parcela subdividida, sendo o fatorial completo de fosfato natural x gesso na parcela e dois níveis do adubo verde na subparcela. Foram determinados os teores de nutrientes no limbo e no pecíolo e avaliadas as produções de raízes e ramas, o índice de colheita e a altura de plantas. Houve efeito benéfico do adubo verde e da fosfatagem para produção, componentes da produção e características químicas do solo, indicando que estes insumos de baixo custo podem ser adotados para a cultura da mandioca.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*, apatita de Araxá, *Crotalaria juncea*, vagens.

GREEN MANURE, ROCK PHOSPHATE AND GYPSUM FOR CASSAVA CROP IN CLAYEY TEXTURE, DUSKY RED LATOSOL

ABSTRACT - In one clayey texture, Dusky Red Latosol, 0, 1000, 2000 and 3000 kg/ha of rock phosphate (apatita-de-araxá) and 0, 500, 1000 kg/ha of gypsum were applied on 09.05.86. *Crotalaria juncea* was planted without fertilizers on 10.20.86 and incorporated into the soil by a disk plow at beginning pod stage on 02.15.89. Sixty days after green manure (*Crotalaria*) incorporation the sub-plot soil samples were chemically analyzed. Cassava (*Manihot esculenta*), IAC 12829 cultivar, was planted on 11.15.87 and harvested on May 1989. The experimental design was a randomized completely randomized block in split plot arrangement, with rock phosphate and gypsum treatments in the plots and green manure in the subplot. Leaf surface and petiole nutrient contents were determined, and also were evaluated the roots and shoot yield, harvest index, plants height. Green manure, gypsum and rock phosphate affected the yield and yield components, and also the chemical soil characteristic. The results indicated that these low cost soil amendments and green manure can be used for good cassava yields.

Index terms: *Manihot esculenta*, *Crotalaria juncea*, "apatita de Araxá" pod.

¹ Aceito para publicação em 2 de julho de 1991.

² Eng. - Agr., Dr., EMBRAPA/EPAMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200, Lavras, MG.

³ Enga. - Agra., M.Sc., EPAMIG, Lavras, MG.

⁴ Eng. - Agr., Dr., EPAMIG, Lavras, MG.

⁵ Eng. - Agr., EPAMIG, Belo Horizonte, MG.

INTRODUÇÃO

Com a atual crise energética a agricultura deverá desenvolver sistemas de produção de alimentos que utilizem insumos de baixo custo, tais como adubo verde, adubo orgânico,

isoladamente ou na presença do fertilizante mineral.

De acordo com Miyasaka et al. (1983), a principal finalidade do emprego das leguminosas na adubação verde é a fixação do N no solo e a produção de massa orgânica, geralmente rica em N, P, K e Ca. A leguminosa, geralmente utilizada como adubo verde, absorve os nutrientes do solo e, ao decompor-se, libera-os para as culturas econômicas.

Os solos sob cerrado, apesar do baixo nível de fertilidade, da alta fixação de fósforo e dos altos teores de alumínio, podem se tornar economicamente produtivos desde que haja um manejo adequado, incluindo adubação verde. No que se refere à microbiologia do solo os efeitos da adição de matéria orgânica, sobretudo do carbono orgânico, são muito importantes, favorecendo a solubilização do fósforo e reduzindo sua fixação por alumínio e ferro (Bradley & Sieling 1953). Segundo Casida Junior (1959) a solubilização ocorre como resultado da ativação da microflora pela adição de matéria orgânica.

Miyasaka et al. (1983) discutiram uma série de trabalhos que evidenciam a importância da matéria orgânica. Os mesmos autores mostraram a necessidade de estudos sobre adubos verdes examinando seus efeitos físicos, químicos e biológicos.

A tolerância à acidez do solo pela cultura da mandioca é citada com frequência. A mandioca não tem respondido à aplicação de calcário (Nogueira et al. 1988, Paula et al. 1983, Lorenzi & Pereira 1975 e Corrêa 1971). No entanto, em estudo sobre marcha de absorção de nutrientes, Paula et al. (1983) verificaram que os elementos absorvidos em maiores quantidades foram N, K, e Ca. Para a cultura da mandioca então o gesso promete ser excelente fonte de Ca e S, sendo viável tanto sob o aspecto técnico quanto econômico, para várias culturas, conforme Sickmann et al. (1979), Vitti & Malavolta (1985) e Guimarães (1986). Além de fornecer Ca e S o gesso funciona também como condicionador das camadas subsuperficiais de solos que apresentam alta saturação de Al e baixos teores de Ca +

Mg. Estas condições criam impedimento químico ao desenvolvimento do sistema radicular, com reflexos maléficis na produção.

As leguminosas são absorvedoras de P quando cultivadas em baixa disponibilidade deste nutriente ou em solos adubados com rocha fosfática. A matéria orgânica proveniente das mesmas atua como doadora de prótons ao meio, favorecendo a solubilização do fosfato natural (Vasconcellos et al. 1984). Em solo cultivado com cana-de-açúcar a incorporação da *Crotalaria juncea* aumentou os teores de cálcio + magnésio trocáveis após 90 dias da incorporação (Andrade et al. 1984).

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da adubação verde, do gesso e fosfato natural no desenvolvimento e produtividade da mandioca, nos teores de nutrientes das folhas e pecíolos e nas características químicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em Latossolo Roxo, textura argilosa, originalmente sob cerrado, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG, e os tratamentos constaram de adubo verde (*Crotalaria juncea*), fosfato natural e gesso. Na matéria seca desta leguminosa os teores de N, P, K, Ca e Mg são, respectivamente, de 2,83%, 0,61%, 2,05%, 1,28% e 0,31% (Miyasaka 1984). O fosfato natural foi aplicado na forma de apatita-de-araxá com 37% de P_2O_5 . As doses de apatita-de-araxá foram 0, 1.000, 2.000 e 3.000 kg/ha. As doses de gesso foram 0, 500 e 1.000 kg/ha. O adubo verde constou da presença e da ausência de *Crotalaria*.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema de parcela subdividida, sendo o fatorial fosfato natural x gesso na parcela e o adubo verde na subparcela. A área total da parcela foi de 6 x 7 m (42 m²) e as áreas úteis de 25 e 10 m², respectivamente, para parcela e subparcela. O espaçamento foi de 1 m entre sulco e 0,50 m entre plantas dentro do sulco, tendo este a profundidade variável entre 8 e 10 cm.

Os tratamentos de gesso e fosfato natural foram aplicados a lanço, ao solo, no dia 05.09.86, e incorporados com grade de disco. A *Crotalaria* foi plantada sem outra adubação adicional, em 20 de outubro de 1986 e incorporada ao solo no estádio de for-

mação de vagens no dia 15 de fevereiro de 1987. Aos 60 dias após a incorporação do adubo verde fez-se a amostragem do solo para análise de fertilidade, segundo Vettori (1969), em cada subparcela (com e sem adubo verde). Para o plantio da mandioca (*Manihot esculenta*), cultivar IAC 12829 o solo foi arado e gradado. A adubação básica consistiu de 100 kg de uréia/ha e uma dose de 172,6 kg de KCl/ha calculada para elevar o teor de K a 80 ppm na profundidade de 0 a 20 cm. A análise de tecido vegetal (folha e pecíolo - 4ª e 5ª folha a partir do ápice), foi feita 120 dias após a emergência, conforme Sarruge & Haag (1974). Como fonte de micronutrientes aplicou-se, junto com a adubação básica, FTE BR 12 (mistura de micronutrientes) em dose equivalente a 60 kg/ha. Os parâmetros avaliados foram produção de raízes, ramas, altura de plantas, índice de colheita, teores de macro e micronutrientes nas folhas e pecíolos e características químicas do solo, após a incorporação do adubo verde, mas, antes do plantio da mandioca. O estudo estatístico destes parâmetros foi feito através de análises de variância, seguidas por testes de médias e decomposição dos fatores, conforme Pimentel-Gomes (1970).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de massa verde da crotalária

A produção da massa orgânica proveniente da adubação verde com crotalária foi influenciada significativamente, ($P < 0,05$) pelo fosfato natural. A análise de regressão apresentou a seguinte equação:

$$Y = 22882,2 + 5,89132P - 0,00153439P^2 \quad r^2 = 0,61^*$$

A produção máxima estimada de massa verde, com seu peso de 28.537 kg seria obtida com a dose de 1.919,7 kg de fosfato natural por hectare (Fig. 1). Este resultado era esperado, uma vez que o solo continha apenas 5 ppm de P, na profundidade de 0 a 20 cm, teor inferior ao nível crítico (Howeler 1977), antes da aplicação do fosfato natural (Tabela 1). Miyasaka (1984) pesquisou a produção de massa verde de leguminosas pela consorciação de leguminosas eretas e volúveis, e alcançou a produtividade de 29.730 kg/ha.

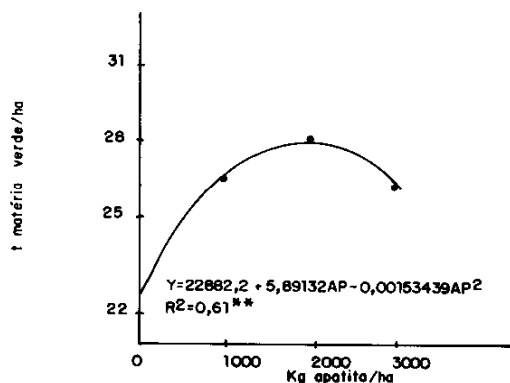


FIG. 1. Produção de matéria verde da crotalária.
AP = apatita.

TABELA 1. Resultados da análise do solo (Latossolo Roxo textura argilosa) antes da aplicação dos tratamentos.

Profundidade	Al mE/100cc	Ca + Mg mE/100cc	K ppm	P ppm	S-SO ₄ ppm	pH
0 - 20 cm	0,5	1,1	37	5	6	5,3
20 - 40 cm	1,2	1,0	23	1	4	5,1
	Carbono	Matéria orgânica	Areia	Limo	Argila	Classe textural
0 - 20 cm	1,55	2,67	31,6	10,2	58,2	Argila
20 - 40 cm	1,12	1,93	28,6	4,2	57,2	Muito argiloso

Teores de P, K, Ca e Al no solo após 60 dias da incorporação do adubo verde

Aos 60 dias após a incorporação do adubo verde foram feitas análises de solo nas profundidades de 0 a 20 cm (Al, P, Ca e K) e 20 a 40 cm (K, Ca e Al). O alumínio trocável no solo reduziu-se à medida que as doses de fosfato natural e de gesso foram aumentadas conjuntamente, independentemente do adubo verde. Na Fig. 2 observa-se que o teor de Al no solo, na profundidade de 0 a 20 cm, reduziu-se chegando ao mínimo, com aplicação aproximada de 2.000 kg de apatita. Observou-se também que a dose mais alta de gesso proporcionou a redução de Al no solo. Na ausência do gesso e do fosfato natural o teor de Al no solo foi de 0,65 (valor observado) emg/100cc. Na profundidade de 20 a 40 cm o Al foi reduzido com a aplicação de gesso e fosfato natural (Fig. 3), sendo esta uma resposta semelhante a outras encontradas na literatura (Reeve & Summer 1972, Alves 1984, Nogueira 1985).

O teor de cálcio no solo aumentou com as doses de fosfato natural e de gesso sendo que na profundidade de 0 a 20 cm, elevou-se com as doses crescentes de gesso, atingindo 1,42 emg/100cc de solo com a dose de 1.000 kg de gesso e 2.000 kg de fosfato natural/ha (Fig. 4). Na ausência do fosfato natural e do gesso o teor de Ca foi de 0,95 emg/100cc e na presença isolada de 3.000 kg de fosfato

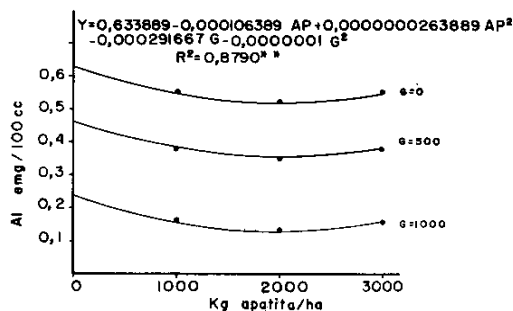


FIG. 2. Teor de Al em Latossolo Roxo, na profundidade de 0 - 20 cm.

AP = apatita
G = gesso

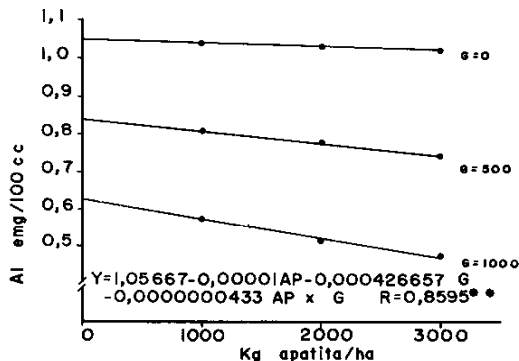


FIG. 3. Teor de Al em Latossolo Roxo, na profundidade de 20 - 40 cm.

AP = apatita
G = gesso

natural/ha foi de 1,15 emg/100cc. Portanto o fosfato natural contribuiu pouco para aumentar o teor de Ca no solo. Na profundidade de 20 a 40 cm houve a mesma tendência, ou seja, o teor de Ca elevou-se com os níveis crescentes de gesso, atingindo 0,85 emg/100cc de solo na presença de 1.000 kg de gesso e 2.000 kg de fosfato natural. Na presença de 3.000 kg de fosfato natural/ha, sem o gesso de Ca elevou-se apenas a 0,56 emg/100cc, mostrando pouca contribuição do fosfato natural para aumentar o teor de Ca na profundidade de 20 a 40 cm (Fig. 5).

O fósforo, na profundidade de 0 a 20 cm aumentou com o incremento de fosfato natural, embora o extrator usado superestime a sua disponibilidade real para as plantas. O teor deste nutriente no solo, determinado pelo extrator Mehlich, atingiu 170 ppm com a dose de 3.000 kg de fosfato natural/ha (Fig. 6).

Os teores de potássio na profundidade de 0 a 20 cm foram independentes do adubo verde e do fosfato natural, e na profundidade de 20 a 40 cm foram dependentes da interação gesso x fosfato natural. Na profundidade de 0 a 20 cm o teor de potássio diminuiu com as doses crescentes de gesso. Quaggio et al. (1982) observaram que a aplicação de gesso promoveu a perda de potássio da camada arável. Na ausência deste, como se observa na Fig. 7, o

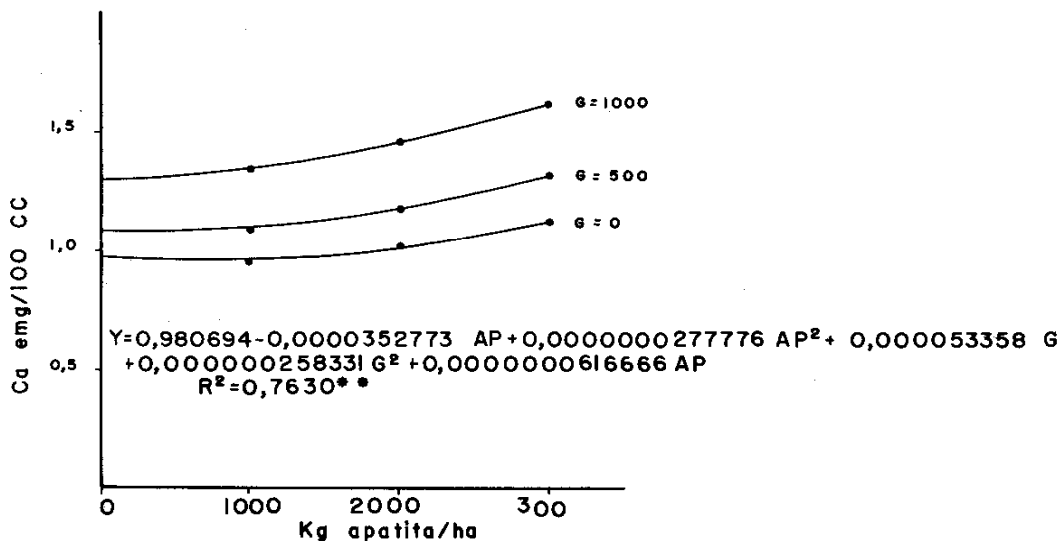


FIG. 4. Teor de Ca em Latossolo Roxo, em profundidade de 0 - 20 cm.

AP = apatita

G = gesso

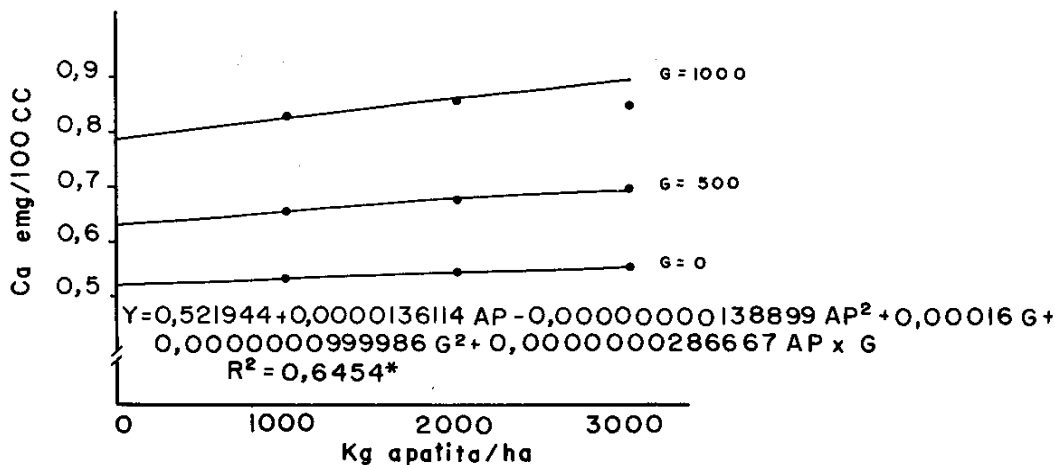


FIG. 5. Teor de Ca em Latossolo Roxo, em profundidade de 20 - 40 cm.

AP = apatita

G = gesso

teor no solo foi de 58 ppm, e com a dose de 1.000 kg, reduziu-se para 53,7 ppm, sugerindo a remoção do K dos sítios de adsorção para a solução do solo, seguida da lixiviação do mesmo para a camada superficial, o que esta-

ria de acordo com Ritchey (1982) e Pavan et al. (1984).

Na profundidade de 20 a 40 cm, na ausência do fosfato natural e do gesso (dose zero), o teor de K foi de 21,2 ppm, e com dose de

3.000 kg de apatita, aplicada isoladamente, o teor foi de 20,2 ppm. Portanto o gesso e o fosfato natural, ambos aplicados na camada superficial (0 a 20 cm), elevaram o teor de K na profundidade de 20 a 40 cm até 27,4 ppm (Fig. 8). O teor médio de S-SO₄ determinado

pelo método turbidimétrico com BaCl₂ H₂O e solução de CaH₂(PO₄)₂. H₂O foi de 6 ppm na ausência do gesso (Tabela 1), o que seria um indicativo para obter resposta ao suprimento de S-SO₄ (Malavolta 1976).

Efeitos dos tratamentos sobre o número de plantas remanescentes (estande)

Na Tabela 2 é apresentada a avaliação dos tratamentos sobre o número de plantas remanescentes aos 90 dias após o plantio. O adubo

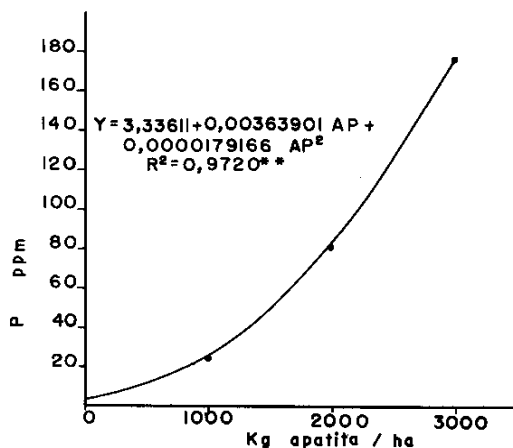


FIG. 6. Teor de P em Latossolo Roxo, na profundidade de 0 - 20 cm.

AP = apatita

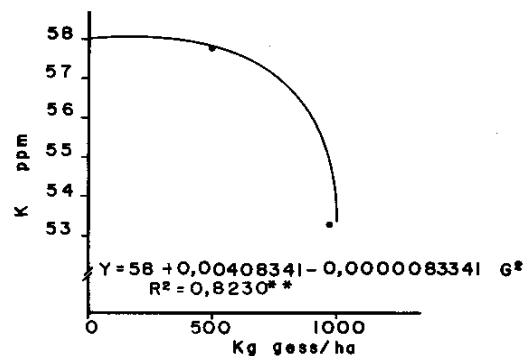


FIG. 7. Teor de K em Latossolo Roxo, na profundidade de 0 - 20 cm.

G = gesso

TABELA 2. Efeito da interação fosfato natural x gesso e do adubo verde no número de plantas remanescentes aos 90 dias após o plantio.

Fosfato natural (kg/ha)	Gesso kg/ha			
	0	500	1000	Média
0	14,6667 Aa	13,1667 Ba	14,5000 Aa	14,1111 a
1000	13,5000 Aa	13,1667 Aa	14,1667 Aa	13,6111 a
2000	13,6667 Aa	14,3333 Aa	13,3333 Aa	13,7778 a
3000	13,6667 Aa	13,8333 Aa	13,8333 Aa	13,7778 a
Média	13,8750 A	13,6250 A	13,9583 A	
Adubo verde				
	Com		Sem	
	14,2778 a		13,3611 b	

Interação P x G DMS Tukey 5%: linha = 1,2942 letra maiúscula, coluna = 1,3948 letra minúscula, CV %: parcela = 4,99, subparcela = 5,33.

verde proporcionou maior número de plantas (Tabela 2). Entretanto, estes valores, praticamente iguais, correspondem a 79,63 e 79,32% da população máxima que seria de 20.000 plantas/ha.

Nutrientes no limbo

Macronutrientes - Houve efeitos significativos ($P < 0,01$) do adubo verde sobre o teor de N, com e sem adubo verde, que foram de 4,4347 e 4,0456%, respectivamente; do fosfato natural, do adubo verde ($P < 0,01$) sobre o teor de P (Fig. 9). Segundo Vasconcellos et al.

(1984) a *C. juncea* incorporou no solo 90,0; 5,0 e 62,0 kg de N, P e K, respectivamente, na presença de 400 kg de P_2O_5 , na forma de apatita-de-araxá. Supõe-se que esta reciclagem favorece a absorção destes nutrientes pelas plantas. Quanto ao N, além de sua fixação biológica, a *C. juncea* contém na sua matéria seca 2,01% de N (Miyasaka 1984), que é também incorporado ao solo. De acordo com o mesmo autor o teor de P na matéria seca da *C. juncea* é de 0,36%, o qual contribui para aumentar sua disponibilidade nas culturas subseqüentes.

Micronutrientes - Houve efeito significativo ($P < 0,01$) da interação fosfato natural x gesso x adubo verde sobre o teor de Zn; do adubo verde ($P < 0,01$) sobre o teor de Cu, cujas médias foram 7,9 e 8,9, respectivamente, na ausência e presença do adubo verde; e de todos os tratamentos ($P < 0,01$) sobre o teor de Mn. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o teor de B. A Fig. 10 mostra que o teor de Zn ficou praticamente estável com o aumento do fosfato natural, na presença de 1.000 kg de gesso, mas reduziu-se significativamente na ausência do gesso e também na presença de 500 kg deste produto. Estes resultados estão de acordo com Nogueira et al. (1988). Por outro lado a absorção do Zn na presença de altas concentrações de P pode ser reduzida (Arnon 1975), tendo ocorrido grande elevação do conteúdo deste nutriente no solo, na profundidade de 0 a 20 cm (Fig. 6), como efeito isolado do fosfato natural, embora sua disponibilidade seja superestimada quando determinada pelo extrator Mehlich.

Na ausência do adubo verde e do gesso houve diminuição do Mn com os incrementos do fosfato natural (Fig. 11), porém, aumentou com as doses de 500 e 1.000 kg de gesso/ha. Na presença do adubo verde houve diminuição significativa do Mn quando na ausência ou na presença de 500 kg de gesso/ha, ficando estável com a dose de 1.000 kg de gesso, de forma semelhante à resposta obtida para o Zn. Segundo Igue (1984) a matéria orgânica da crota-lária pode contribuir para a formação de compostos orgânicos de elevado peso molecu-

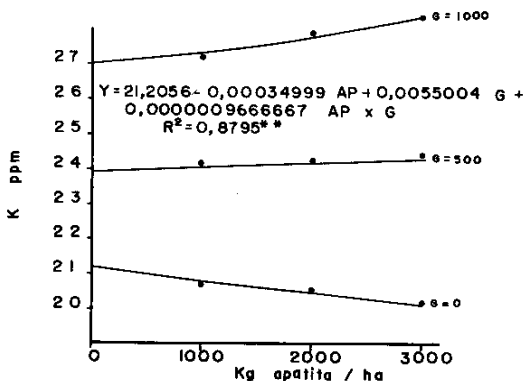


FIG. 8. Teor de K em Latossolo Roxo, na profundidade de 20 - 40 cm.

AP = apatita
G = gesso

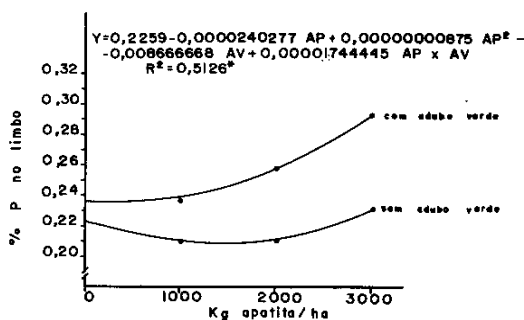


FIG. 9. Teor de P no limbo da mandioca.

AP = apatita
G = gesso
AV = adubo verde

lar, como o ácido húmico, os quais funcionam como um depósito de cátions polivalentes. A formação desses complexos, também conhecidos como quelatos, aumenta a disponibilidade de microrganismos e de micronutrientes para as plantas, além de diminuir a toxicidade de alguns metais (Igue 1984).

Nutrientes no pecíolo

Macronutrientes - Houve efeitos significa-

tivos ($P < 0,01$) do adubo verde sobre o teor de N, que foram de 1,1117 e 0,9778%, respectivamente, com e sem adubo verde. Considerando que a quantidade de matéria seca do pecíolo é pequena a quantidade de N/ha, que seria incorporada ao solo apenas por este componente da folha, não é expressiva em relação ao conteúdo de N observado no limbo.

O efeito do fosfato natural sobre o teor de P no pecíolo foi significativo ($P < 0,01$), tendo

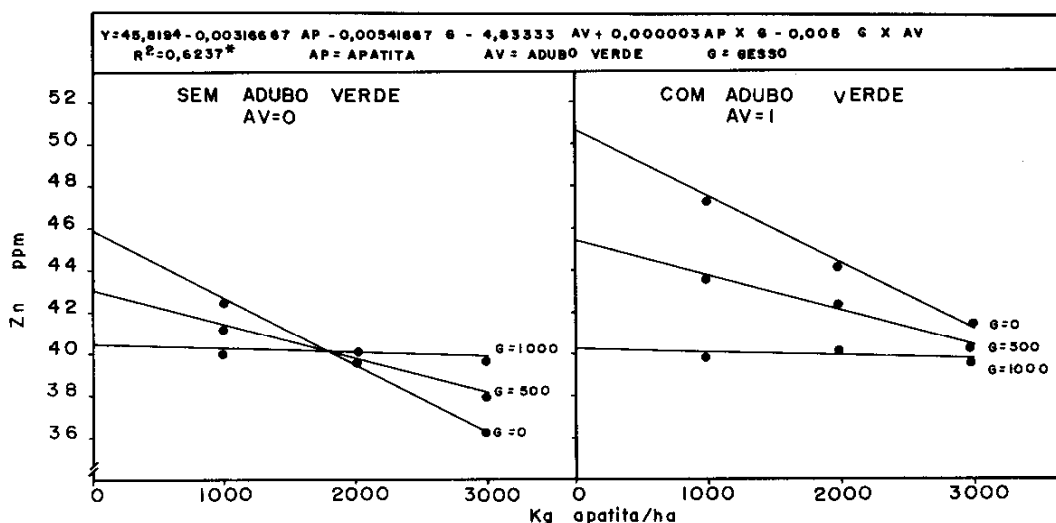


FIG. 10. Teor de Zn no limbo da mandioca, CV IAC 12829, em Latossolo Roxo.

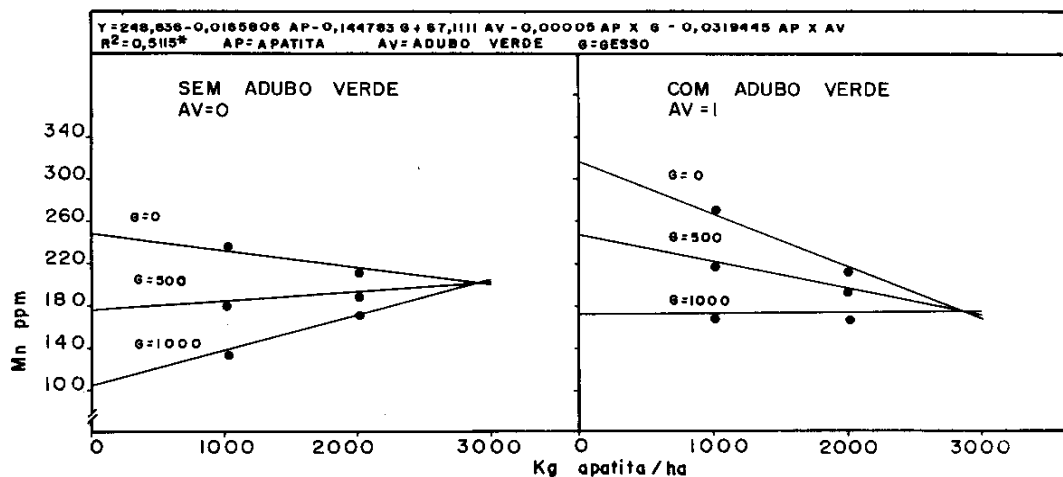


FIG. 11. Teor de Mn no limbo da mandioca, CV IAC 12829, em Latossolo Roxo.

aumentado linearmente com as doses crescentes, sem resposta ao adubo verde, como ocorreu com a concentração de P no limbo (Fig. 12).

O potássio no pecíolo reduziu-se significativamente com o aumento do gesso (Fig. 13) o que poderia ser explicado pela competição catiônica entre o Ca^{++} e o K^+ trocáveis (Arnon 1975).

Houve pequeno aumento do teor de Ca, na ausência do gesso, com doses crescentes de fosfato natural embora o mesmo tenha sido estatisticamente significativo ($P < 0,01$). A maior contribuição para o aumento da concentração de Ca no pecíolo foi dada pela dose de 1.000 kg de gesso/ha (Fig. 14).

Por outro lado, o teor de Mg decresceu significativamente ($P < 0,01$) com as doses crescentes de gesso e fosfato natural, resultado que também pode ser explicado pela competição catiônica, já citada (Fig. 15).

O teor de enxofre no pecíolo elevou-se linearmente com o incremento do gesso agrícola e foi mais elevado na presença do adubo verde (Fig. 16) (0,093% na presença do adubo verde), com a dose de 1.000 kg de gesso/ha. Esta concentração é inferior àquela descrita por Asher et al. (1980) que estabeleceu 0,14% de S no pecíolo.

Micronutrientes - As concentrações de Mn e Fe reduziram-se significativamente (P

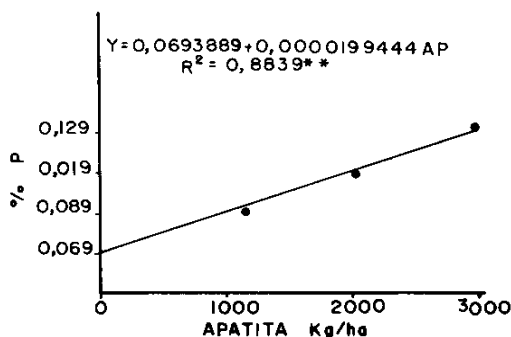


FIG. 12. Teor de P no pecíolo de mandioca CV IAC 12829.
AP = apatita

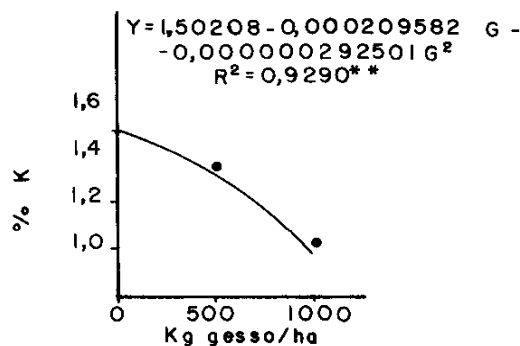


FIG. 13. Teor de K no pecíolo da mandioca CV IAC 12829.
G = gesso

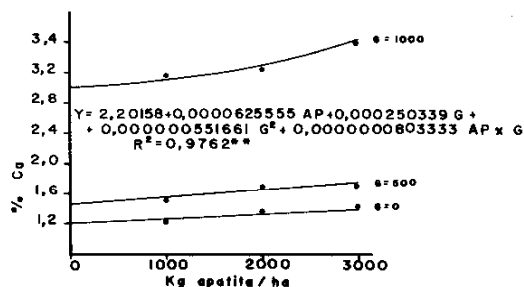


FIG. 14. Teor de Ca no pecíolo da mandioca.
AP = apatita
G = gesso

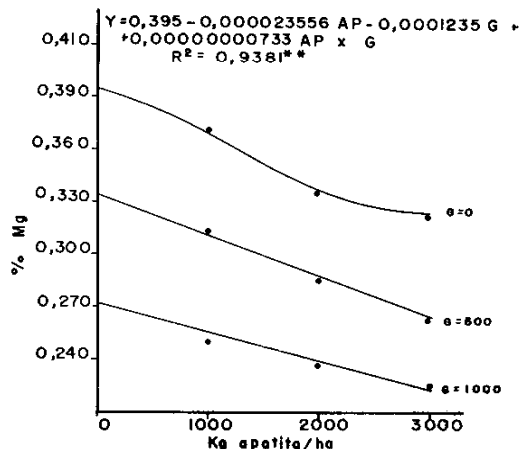


FIG. 15. Teor de Mg no pecíolo da mandioca.
AP = apatita
G = gesso

< 0,01) com os incrementos do gesso e do fosfato natural, na ausência e na presença do adubo verde (Fig. 17 e 18). Como não houve elevação significativa do pH, cujo valor médio foi 5,40 e 5,15, respectivamente, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, após o cultivo, supõe-se que a maior disponibilidade do Ca suprido pelo gesso e fosfato natural (Fig. 4) tenha criado condições para uma

competição que favorecia mais a absorção do Ca em detrimento destes micronutrientes. Também o adubo verde favoreceu a redução dos teores de Mn e Fe no pecfólo.

Em todas as doses de gesso, assim como na presença e ausência do adubo verde, houve efeito quadrático do fosfato natural sobre o teor de Cu (Fig. 19). Na ausência do gesso registrou-se maior concentração de Cu, sugerindo uma relação antagonônica entre o cálcio contido no gesso e no fosfato natural e o Cu disponível no solo.

Houve interação significativa ($P < 0,01$) da apatita-de-aráxá + gesso + adubo verde, sobre os teores de Zn no pecfólo. Estes foram mais altos na presença do adubo verde (Fig. 20). Os teores de Zn reduziram com as doses crescentes de gesso.

Os teores médios de nutrientes encontrados no presente trabalho são apresentados na Tabela 3. No limbo, os teores de N, P, S, Fe e B foram inferiores àqueles encontrados por Asher et al. (1980) e Lorenzi (1978). Provavelmente, devido à aplicação do gesso, uma parte do ferro disponível (Fe^{2+}) tenha combinado com S, formando o sulfeto de ferro (FeS), insolúvel, reduzindo a disponibilidade de Fe^{2+} para as plantas. No pecfólo os teores de P, K,

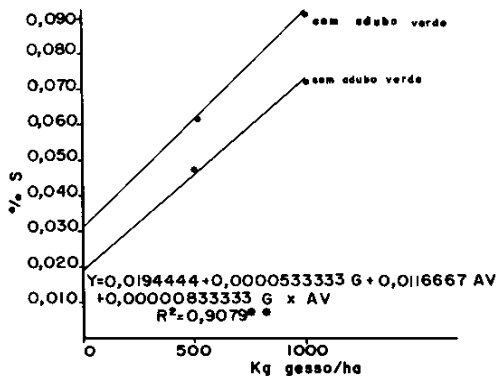


FIG. 16. Teor de S no pecfólo de mandioca.

G = gesso

AV = O = sem adubo verde

AV = I = com adubo verde

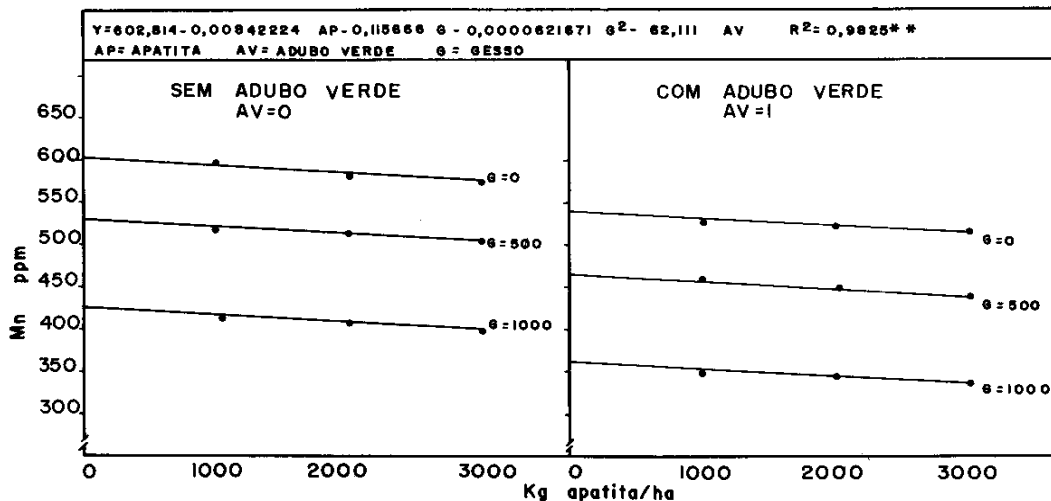


FIG. 17. Teor de Mn no pecfólo da mandioca, CV IAC 12829, em Latossolo Vermelho-escuro.

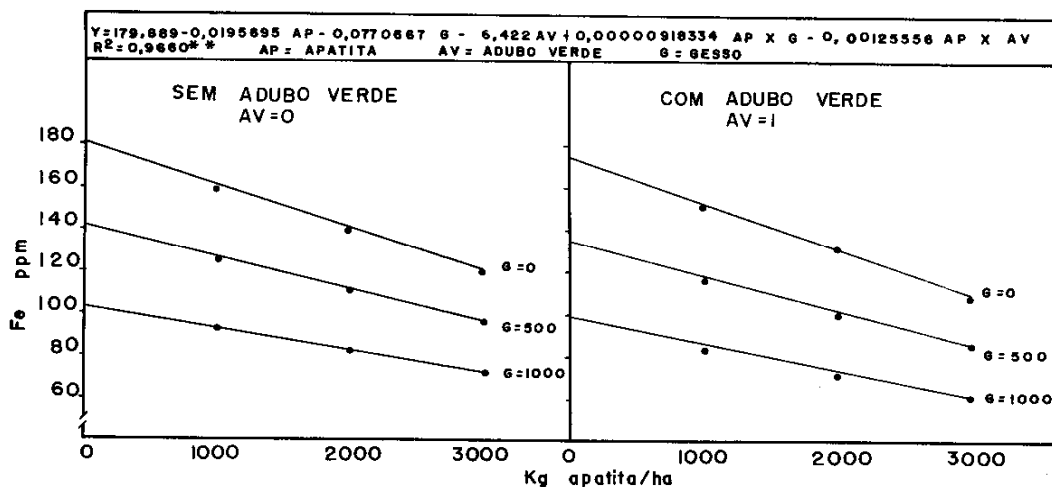


FIG. 18. Teor de Fe no pecíolo de mandioca, CV IAC 12829, em Latossolo Roxo.

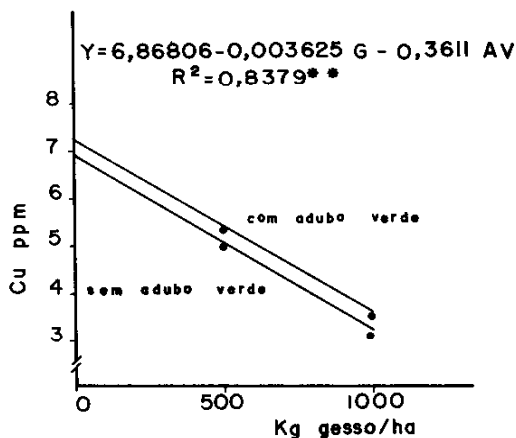


FIG. 19. Teor de Cu no pecíolo de mandioca.

AV = 0 = sem adubo verde

AV = I = com adubo verde

G = gesso

TABELA 3. Teores médios de nutrientes no limbo e no pecíolo de mandioca cultivada em Latossolo Roxo, textura argilosa fertilizado com fosfato natural, gesso e adubo verde.

	Limbo	Pecíolo
	%	%
N	4,2	1,04
P	0,23	0,10
K	1,31	1,28
Ca	1,73	2,71
Mg	0,31	0,30
S	0,12	0,05
-	ppm	-
Cu	8	5,00
Mn	199	475
Zn	41	35
Fe	172	114
B	17	20

Mg e S também foram inferiores àqueles encontrados pelos mesmos autores. As diferenças nesta comparação poderiam ser explicadas pela variação de condições edáficas, climatológicas, épocas de amostragens e também genéticas.

Produção e componentes da produção

Raízes - Houve efeito significativo ($P < 0,01$) do fosfato natural, do gesso, do adubo verde e da interação fosfato natural x adubo verde sobre a produção de raízes. Também houve efeito significativo ($P < 0,05$)

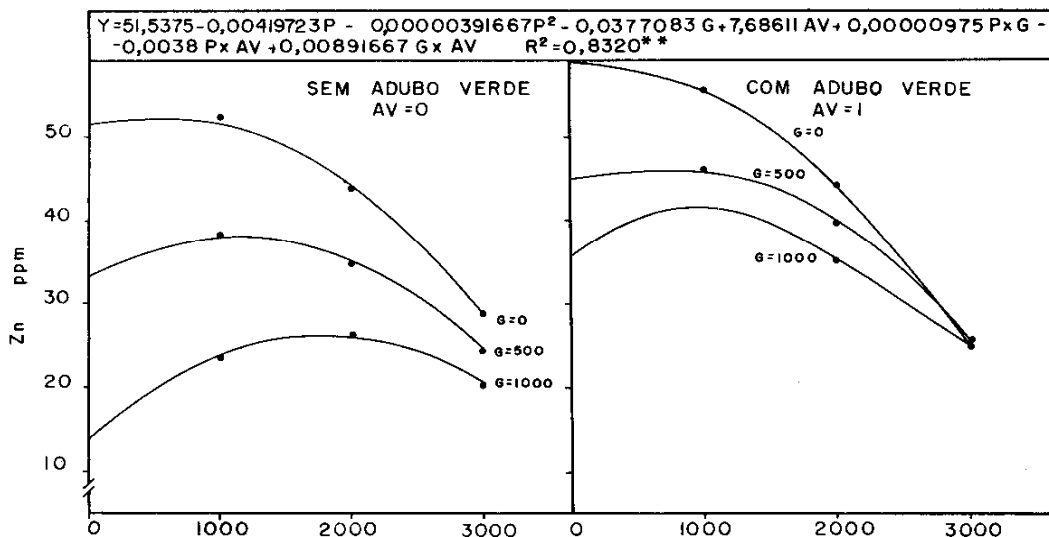


FIG. 20. Teor de Zn no pecfolo de mandioca CV IAC 12829 em Latossolo Roxo textura argilosa.

da interação fosfato natural x gesso. A média geral de produtividade foi 19.838 kg de raízes/ha na presença do adubo verde e 17.163 kg na ausência do adubo verde. Observa-se que o fosfato natural contribuiu para o aumento da produtividade (Fig. 20) tanto na presença quanto na ausência do adubo verde. A produtividade média na região situa-se entre 14 e 16 t de raízes/ha, e, pela estimativa da regressão, na presença do adubo verde e 3.000 kg de fosfato natural, a produtividade seria em torno de 25 t de raízes/ha, correspondente a um aumento de 50% aproximadamente.

Ramas e folhas - Para a produção de ramos e folhas houve a mesma tendência (Fig. 21), ou seja, o adubo verde e o fosfato natural contribuíram para o aumento da produtividade da

parte aérea que foi inferior em relação à produtividade de raízes.

Índice de colheita - O índice de colheita diminuiu na presença das doses de 1.000 e 2.000 kg, tendo-se elevado com as doses de 3.000 kg de fosfato natural (Fig. 22). O adubo verde e o gesso contribuíram para elevar o índice de colheita. O declínio deste no intervalo de 0 a 1.000 kg de fosfato natural talvez possa ser explicado pela baixa solubilidade do fosfato natural (apatita-de-araxá), que, conseqüentemente, não propiciou suficiente disponibilidade de P na dose de 1.000 kg/ha.

Altura de Plantas - A orientação das curvas representativas de altura de Plantas (Fig. 23) teve mais semelhança com aquela de produtividade de ramos (Fig. 24). Observou-se que o adubo verde e o fosfato natural promoveram mais a altura de plantas.

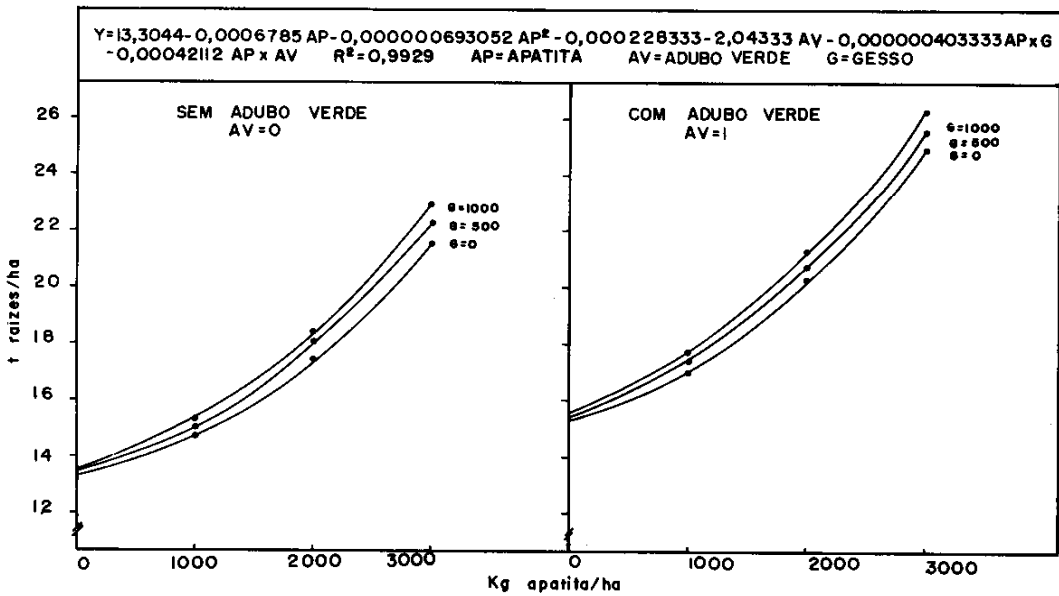


FIG. 21. Produtividade de raízes de mandioca, CV IAC 12829, em Latossolo Roxo.

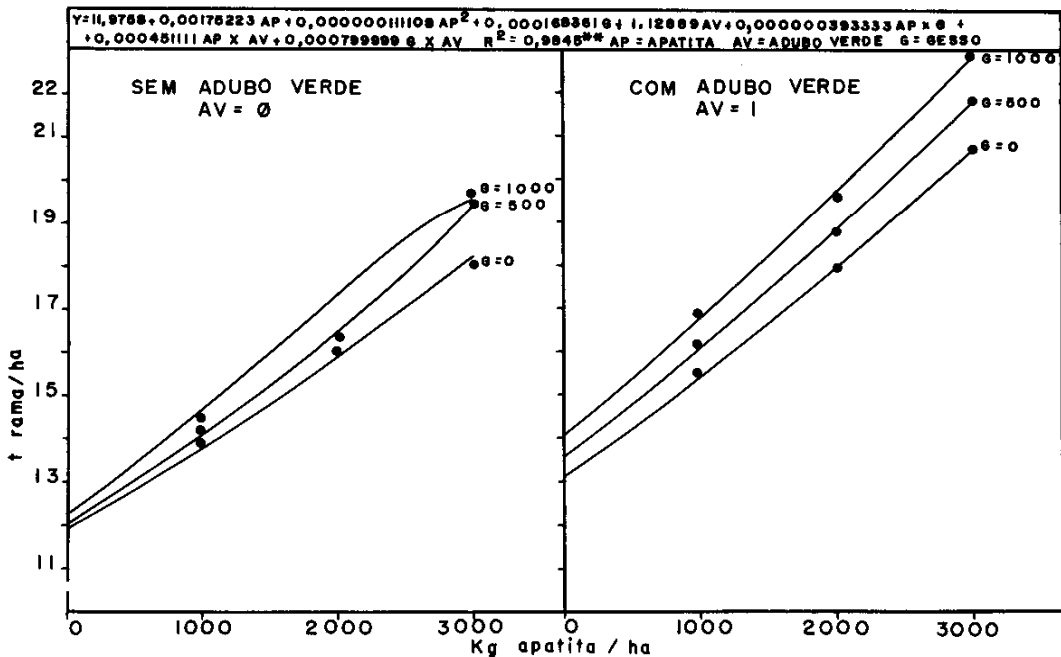


FIG. 22. Produtividade de rama de mandioca, CV IAC 12829, em Latossolo Roxo e textura argilosa.

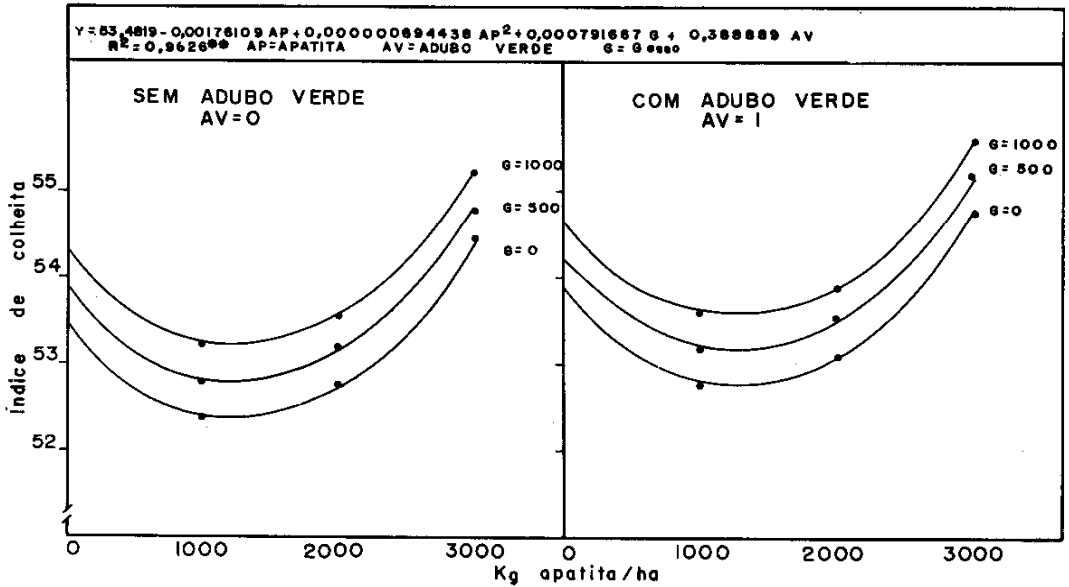


FIG. 23. Índice de colheita de mandioca CV IAC 12829 em Latossolo Roxo textura argilosa.

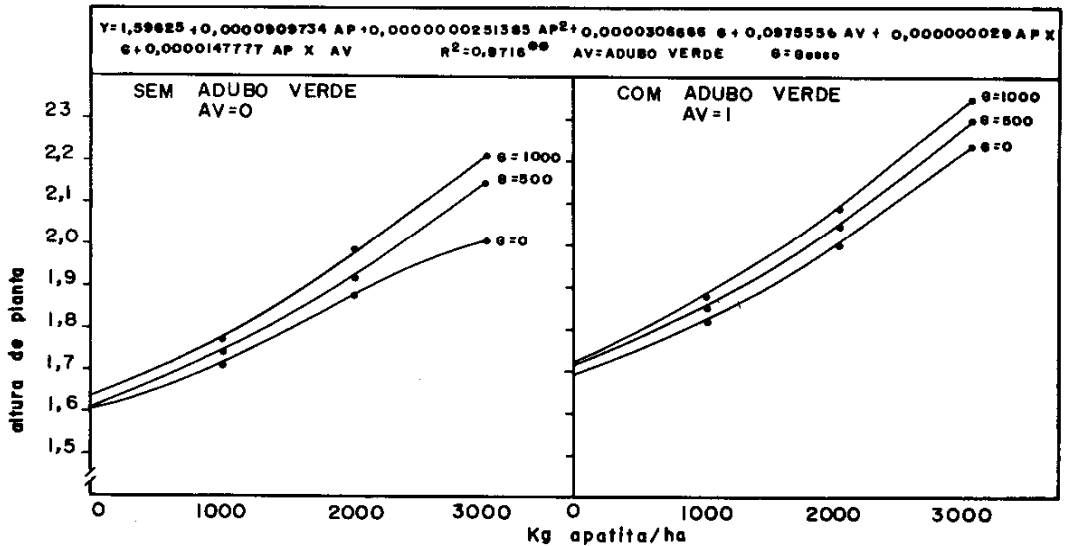


FIG. 24. Altura de plantas de mandioca CV IAC 12829 em Latossolo Roxo textura argilosa.

CONCLUSÕES

1. Pelo uso do adubo verde, do fosfato natural e do gesso, obteve-se maior produção de

raízes, maior índice de colheita, maior produção de ramos e maior altura de plantas.

2. O fosfato natural promoveu aumento da massa orgânica verde da crotalária.

3. O fosfato natural, o gesso e o adubo verde melhoram as condições químicas do solo com reflexos benéficos para os teores de nutrientes no limo e no pecfolo.

AGRADECIMENTOS

Ao Técnico Agrícola Elair Rios (in memoriam), pelo acompanhamento do trabalho no campo; Ao CNPq pela bolsa de pesquisa concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ALVES, H.M.R. Alterações de características químicas em profundidade pela aplicação superficial de calcário e gesso, em um latossolo Vermelho-Amarelo cámbico distrófico textura média fase cerrado. Lavras: ESAL, 1984. 84p. Tese de Mestrado.
- ANDRADE, L.A. de B.; ABRAHÃO, J.T.M.; GODOY, O.P. Efeitos da incorporação de *Crotalaria juncea* L. sobre algumas características do solo e do desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p.46-47.
- ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Berne: International Potash Institute, 1975. 452p.
- ASHER, C.J.; EDWARDS, D.G.; HOWELER, R.H. **Desórdenes nutricionales de la yuca** (*Manihot esculenta* Crantz). Cali: CIAT, 1980. 48p.
- BRADLEY, D.B.; SIELING, D.H. Effect of organic anions and sugars on phosphates precipitation by iron and aluminium as influenced by pH. *Soil Science*, Baltimore, v.76, p.175, 1953.
- CASIDA JUNIOR, L.E. Phosphatase-activity of some common soil fungi. *Soil Science*, Baltimore, v.87, p.305-310, 1959.
- CORRÊA, H. Possibilidade de aproveitamento do cerrado para a cultura da mandioca. In: REUNIÃO DA COMISSÃO NACIONAL DA MANDIOCA, 5., 1971, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: IPEACO, 1971. p.18-32.
- GUIMARÃES, P.T.G. O gesso agrícola na neutralização do alumínio nas camadas subsuperficiais do solo: aplicação às culturas anuais e perenes. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FÓSFORO E DO GESSO NA AGRICULTURA, 1., 1985, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1986. p.145-167.
- HOWELER, R.H. **Nutrición mineral y fertilización de la yuca**. Cali, Colombia: CIAT, 1977. t.1, p.274-321.
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p.232-267.
- LORENZI, J.O. **Absorção de macronutrientes e acumulação de matéria seca para duas cultivares de mandioca** (*Manihot esculenta* Crantz). Piracicaba: ESALQ, 1978. 92p. Tese de Mestrado.
- LORENZI, J.O.; PEREIRA, A.S. **Inventário sobre pesquisa de adubação da mandioca no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1975. 85p. (Mimeografado).
- MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola, nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Ed. Agronômica CERES, 1976. 528p.
- MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p.64-123.
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A. de; CAVALLIERI, P.A. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 138p.
- NOGUEIRA, A.R. de A. **Caracterização físico-química dos efeitos de tratamentos com calcário e gesso em alguns solos de cerrado do Estado de São Paulo**. [S.l.]: USP. Inst. Física e Química de São Carlos, 1985, 106p. Tese de Mestrado.
- NOGUEIRA, F.D.; PAULA, M.B. de; CURTI, N. Calagem e adubação fosfatada corretiva na cultura da mandioca em Latossolo Vermelho-escuro distrófico textura muito argilosa fase cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.8, p.911-918, ago. 1988.
- PAULA, M.B. de; NOGUEIRA, F.D.; TANAKA, R.T. **Nutrição mineral da mandioca: absorção**

- de nutrientes e produção de matéria seca por duas cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.2, n.1, p.31-50, 1983.
- PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T.; FRATT, P.F. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium and aluminium, following lime or gypsum applications to a Brazilian oxisol. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.48, n.1, p.33-38, jan./feb. 1984.
- PIMENTEL-GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1970. 430p.
- QUAGGIO, J.A.; A.R. DECHEN; VAN RAIJ, B. Efeitos da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.6, p.189-194, 1982.
- REEVE, N.G.; SUMMER, M.E. Amelioration of subsoil acidity in Natal oxisols by leaching of surface-applied amendments. **Agrochimica**, v.4, p.1-6, 1972.
- RITCHEY, D.K. **O potássio nos oxissolos e Ultissolos dos trópicos úmidos**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato (EUA); Instituto Internacional da Potassa (Suíça), 1982. 69p. (Boletim Técnico, 7).
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1974. 56p.
- SICKMANN, W.; NEPTUNE, A.M.L.; SABINO, N.P. Acumulação de macronutrientes pelo amendoim cultivado em outono, época seca. **Anais da ESALQ**, v.27, p.393-409, 1979.
- VASCONCELLOS, C.A.; PACHECO, E.B.; CRUZ, J.C.; FRANÇA, G.E. de. Adubação verde nas culturas do milho e sorgo. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p.18-29.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: MA - Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).
- VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E. Fosfogesso - Uso agrícola. In: MALAVOLTA, E. (Coord.). **Seminário sobre corretivos agrícolas**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.161-201.