

ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA A FOSFATO DE ROCHA NA CULTURA DO MILHO¹

ADELSON PAULO ARAÚJO² e DEJAIR LOPES DE ALMEIDA³

RESUMO - Foi instalado um experimento em solo Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, série Itaguaí (Typic Haplustult), com o objetivo de avaliar o efeito da adubação com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), associada à adubação com fosfato de rocha patos-de-minas e superfosfato triplo (na dose de 200 kg P₂O₅ total/ha), na cultura do milho. A adubação fosfatada não afetou a nodulação e os conteúdos de N e K incorporados pelo feijão-de-porco, mas elevou a matéria seca de parte aérea, os conteúdos de P, Ca e Mg incorporados e a colonização micorrízica. A adubação verde aumentou a produção de grãos de milho em 80 kg de N/ha na forma de uréia, quando comparados com os controles. A adubação verde elevou a colonização micorrízica no milho e o K disponível na camada superficial do solo. O fosfato de rocha e o superfosfato igualaram-se no aumento da produção de grãos e do teor foliar de P no milho, devido, provavelmente, à ocorrência de déficit hídrico no cultivo. Não foi verificado nenhum efeito interativo significativo entre adubação verde e adubação fosfatada.

Termos para indexação: *Canavalia ensiformis*, colonização micorrízica, feijão-de-porco, fósforo, nitrogênio.

GREEN MANURE ASSOCIATED WITH ROCK-PHOSPHATE ON MAIZE CROP

ABSTRACT - The experiment was carried out on a Red-Yellow Podzolic dystrophic soil (Typic Haplustult), with the objective of evaluating the effect of green manure with jackbean (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), associated with patos-de-minas rock-phosphate and superphosphate (at a level of 200 kg of total P₂O₅/ha), on maize crop. The phosphate fertilization did not affect the nodulation and the contents of N and K incorporated by jackbean, but increased the shoot dry matter, the contents of P, Ca, and Mg incorporated, and the mycorrhizal colonization. The green manure increased maize yield as much as the fertilization with 80 kg N/ha on urea form, when compared to the controls. The green manure increased the mycorrhizal colonization on corn, and the available K on superficial soil. The superphosphate and rock-phosphate had the same effect on improving the yield and the foliar P concentration on corn, probably due to the water deficit registered on the tillage. No significant interactive effect between green manure and phosphate fertilization was shown.

Index terms: *Canavalia ensiformis*, jackbean, mycorrhizal colonization, nitrogen, phosphorus.

INTRODUÇÃO

A adubação verde tem sido utilizada para fornecer nutrientes às culturas e melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo. As leguminosas têm sido as plantas preferidas, por sua rusticidade, elevada produção de matéria seca, sistema radicular profundo e simbiose com bactérias fixadoras do N₂ atmosférico. Franco & Souto (1984) relacionaram valores de 30 a 800 kg de N/ha fixados anualmente,

¹ Aceito para publicação em 14 de agosto de 1992. Trabalho apresentado no XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, em Campinas, SP, em 21 de julho de 1987.

² Eng. - Agr., Bolsista do CNPq.

³ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo (CNPBS). Caixa Postal 74505, CEP 23851-070, Itaguaí, RJ.

entre diferentes espécies de leguminosas citadas por diversos autores.

Viégas et al. (1960) observaram, em seis cultivos, resposta na produção de milho nos tratamentos que receberam mucuna intercalada à cultura. Kang et al. (1981), intercalando leuce-na com milho, registraram que a leguminosa incorporou de 180 a 250 kg de N/ha por ano, suficientes para manter uma produção de 3.800 kg/ha de milho por dois anos. Uma análise econômica de sistemas de produção indicou aumento de 45% no rendimento e diminuição de 3% no custo dos insumos para a cultura do milho, adotando-se a rotação de culturas e a adubação verde (Martín et al. 1984).

O uso direto de fosfatos de rocha assume, no Brasil, especial importância, tendo em vista que a maioria de nossos solos contém baixos teores de P disponível, e os adubos industrializados apresentam alto custo energético. Contudo, a eficiência destes materiais é muito variável, e o equacionamento de seu uso, complexo (Khasawneh & Doll 1978); e as fontes nacionais têm mostrado, em sua maioria, pouca eficiência (Raij et al. 1981).

O padrão de absorção de nutrientes e a geração de acidez na rizosfera em leguminosas associadas a bactérias diazotróficas influenciam a solubilização de P, causando modificações na quantidade absorvida do nutriente (Bekele et al. 1983). Aguilar & Van Diest (1981) verificaram que leguminosas utilizando N fixado simbioticamente absorveram mais nutrientes catiônicos do que aniônicos, causando uma acidificação do meio e aumentando a disponibilidade de fosfatos de rocha.

Este experimento teve por objetivos estudar os efeitos da adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura do milho, em condições de baixa fertilidade do solo, e avaliar a contribuição do adubo verde no suprimento de N à cultura do milho, quando comparado ao N mineral.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em solo Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, série Itaguaí (Typic

Haplult), localizado na área do CNPBS-EMBRAPA, com as seguintes características de fertilidade (EMBRAPA 1979): camada de 0-20 cm: 1,2 μ g de P/g, 48 μ g de K/g, 2,6 meq de Ca/100 g, 1,3 meq de Mg/100 g, 0,1 meq de Al/100 g, pH 5,6, 1,70% de matéria orgânica e 0,13% de N; camada de 20-40 cm: 0,8 μ g de P/g, 24 μ g de K/g, 2,0 meq de Ca/100 g, 1,1 meq de Mg/100 g, 0,1 meq de Al/100 g, pH 5,6, 1,31% de matéria orgânica e 0,10% de N.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com fatorial do tipo 3 x 2 x 2, com quatro repetições dos tratamentos: três fontes de fósforo (sem adubação, fosfato de rocha patos-de-minas e superfosfato triplo, na dose de 200 kg de P₂O₅ total/ha); dois níveis de adubo verde (sem adubação, adubação verde com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), incorporado); dois níveis de uréia (sem adubação, adubação com 80 kg de N/ha). Incluíram-se ainda três tratamentos extras: adubação com superfosfato, após a incorporação do adubo verde, com ou sem uréia; adubação com fosfato de rocha, com adubo verde em cobertura (sem incorporação), com uréia.

O fosfato de rocha foi aplicado a lanço e incorporado ao solo com enxadas, à profundidade de 20 cm. Nos tratamentos com adubo verde, o superfosfato foi colocado no sulco de plantio, na semeadura do feijão-de-porco; nos tratamentos sem adubo verde e nos tratamentos extras, o superfosfato foi aplicado na semeadura do milho, no sulco de plantio. O fosfato de rocha e o superfosfato possuíam, respectivamente, 24 e 45% de P₂O₅ total.

Semeou-se a leguminosa 23 dias após a aplicação do fosfato de rocha, em sulcos com espaços de 0,50 m entre si, com dez sementes por metro linear, infectadas com as estirpes BR 2003 (CPAC IJ) e BR 2811 (CPAC 42) de *Rhizobium* sp. Foram efetuadas duas coletas de seis plantas por parcela: aos 48 dias do plantio, para avaliação da nodulação, e aos 103 dias, para determinação dos teores na parte aérea de N (pelo método de Kjeldahl), P, K, Ca e Mg (extraídos por digestão nitro-perclórica, com o P quantificado por colorimetria, e os demais elementos, por absorção atômica). Na segunda coleta, retiraram-se amostras das raízes mais finas para avaliação da colonização micorrízica (com a coloração e a quantificação determinadas, respectivamente, pelos métodos de Kormanik et al. (1980) e Giovannetti & Mosse (1980)); no solo da rizosfera avaliou-se a presença de microrganismos solubilizadores de fosfato (Sylvester-Bradley et al. 1982). As plantas foram cortadas rente ao solo e picadas com facão e, dois dias após, incorporadas ao solo com enxadas e, no tratamento extra, deixadas em cobertura.

Após 26 dias da incorporação do adubo verde, todas as parcelas foram adubadas com 40 kg K_2O /ha (na forma de sulfato de potássio) e 30 kg FTE BR-12/ha, e cultivadas com milho, variedade Swan, em sulcos espaçados com espaços, entre si, de 1 m, com duas sementes a cada 30 cm. A uréia foi dividida em três parcelas: a primeira, na semeadura, e a segunda e a terceira, em cobertura, respectivamente aos 36 e 66 dias do plantio. Aos 72 dias do plantio, foram coletadas quatro plantas de cada parcela, para estimativa da matéria seca, retirando-se amostras das raízes mais finas para avaliação da colonização micorrízica. Aos 80 dias, coletaram-se amostras das folhas opostas e imediatamente abaixo da espiga superior (Hanway 1962, citado por Malavolta & Gargantini 1966), cujos terços médios foram secados e moídos para determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg. Aos 121 dias colheu-se o milho, numa área útil de 10 m² por parcela; a produção de grãos foi expressa em 14% de teor de umidade.

Após a colheita, retiraram-se amostras do solo da camada de 0-20 cm de cada parcela, no intervalo entre linhas, para análise de fertilidade (EMBRAPA 1979). O P disponível foi também determinado pela resina de troca aniônica (Raij & Quaggio 1983). Calculou-se o balanço hídrico entre as necessidades da cultura do milho e as chuvas incidentes, como indicado por Doorenbos & Pruitt (1976), com base nos dados de Jacquoud (1971) e do posto climatológico da Estação Experimental de Itaguaí, da PESAGRO-RIO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Adubo verde

As fontes de P não afetaram significativamente a nodulação e os microrganismos solublizadores de fosfato, apesar da tendência a maior produção de matéria seca de nódulos com o superfosfato; a colonização micorrízica foi superior na presença de superfosfato, em relação ao controle (Tabela 1).

A matéria seca de parte aérea foi significativamente aumentada pelo superfosfato, em comparação com o controle (Tabela 2). Os teores e conteúdos de N e K na parte aérea não foram alterados pelas fontes de P. Para os teores e conteúdos de Ca e Mg, o fosfato de rocha e o superfosfato igualaram-se, com superioridade sobre o controle; para o teor e conteúdo de P, o

superfosfato foi superior ao fosfato de rocha, e este, superior ao controle (Tabela 2). O feijão-de-porco confirmou sua rusticidade (Abboud 1986), com elevada produção de matéria seca e acumulação de N, mesmo na ausência de adubação fosfatada.

Cultura do milho

A adubação verde e a uréia elevaram significativamente a produção de grãos – em, respectivamente, 21,6 e 15,7% –, em relação aos controles; a adubação verde aumentou ainda a produção de matéria seca (Tabela 3). A adubação verde foi, assim, capaz de garantir produtividades similares às obtidas com a aplicação de 80 kg N/ha. Muzzili et al. (1983) também verificaram um aumento de 26% na produtividade do milho com a adubação verde de inverno com tremoço-branco. De-Polli & Chada (1989), em quatro cultivos de milho, registraram maiores produções com adubação verde com feijão-de-porco incorporado, ou com adubação mineral nas doses de 80 e 100 kg de N/ha.

A adubação fosfatada aumentou significativamente a produção de grãos, com o fosfato de rocha igualando-se ao superfosfato, com aumentos de produção de, respectivamente, 45,6 e 31,3% em relação ao controle (Tabela 3). Os resultados apresentados referem-se aos efeitos de cada fator, pois as interações não foram significativas; no tratamento com adubação verde, uréia e fosfato de rocha, a produtividade atingiu 3.400 kg/ha (dados não apresentados). A produção de matéria seca, avaliada aos 72 dias do plantio, foi mais abundante com o superfosfato do que com o fosfato de rocha, e com o último, mais do que no controle (Tabela 3).

Entre os 72 e 121 dias do plantio, foi observado um déficit hídrico de cerca de 50 mm, concentrado nos últimos 30 dias do cultivo. Com o superfosfato, foi maior a produção de matéria seca, e a aplicação localizada do fertilizante pode ter ocasionado uma diminuição do volume do sistema radicular; as plantas tornaram-se, assim, mais suscetíveis ao déficit hídrico, com produtividades inferiores (não significativamente) às do fosfato de rocha. Foi baixo ainda o ín-

TABELA 1. Nodulação, colonização micorrízica e microrganismos solubilizadores de fosfato nas raízes do feijão-de-porco, em função da adubação fosfatada.

Tratamento	Número de nódulos (por planta)	Peso seco de nódulos (mg/planta)	Colonização micorrízica (%)	Microrganismos solubilizadores (10^6 colônias/g solo)
Sem adubação fosfatada	19,2	31,6	8,79b	10,9
Rocha fosfatada	17,5	34,7	13,80ab	13,4
Superfosfato triplo	17,3	46,7	18,86a	9,8
CV (%)	43,20	65,48	24,92	53,06

Dados de número de nódulos e microrganismos solubilizadores de fosfato sofreram a transformação $Vx+0,5$, e dados de colonização micorrízica, a transformação $\ar \text{ sen } Vx/100$, antes da análise estatística.

Valores desprovidos de letra ou seguidos pela mesma letra, dentro de uma coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P = 0,05$).

TABELA 2. Matéria seca, teor e conteúdo de nutrientes na parte aérea do feijão-de-porco, em função da adubação fosfatada.

Tratamento	Matéria seca (t/ha)	Teor de nutrientes (%)					Conteúdo de nutrientes (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Sem fosf.	4,391b	2,117	0,121c	0,888	1,972b	0,333b	99,01	5,12c	39,37	86,53b	14,66b
Rocha fosf.	4,629ab	2,220	0,150b	0,773	2,186ab	0,391a	102,43	6,94b	35,39	101,50a	18,09a
Superfosf.	5,087a	2,260	0,169a	0,775	2,322a	0,405a	115,34	8,61a	40,25	117,34a	20,43a
CV (%)	13,09	21,34	11,77	27,98	13,33	17,89	16,82	24,77	33,52	18,54	21,24

Valores desprovidos de letra ou seguidos pela mesma letra, dentro de uma coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P = 0,05$).

dice de colheita (0,4 kg de grãos para 1 kg de matéria seca), do que se conclui que, na ausência da limitação hídrica, o milho poderia produzir mais.

Os teores foliares de nutrientes não foram afetados significativamente pela adubação verde; a uréia trouxe aumento nos teores de N e Mg, mantendo-se os demais inalterados (Tabela 3). O fosfato de rocha e o superfosfato iguaram-se no aumento do teor foliar de P. O teor foliar de N diminuiu com a aplicação do superfosfato, o que sugere um efeito diluição, pois foi maior a produção de matéria seca com esse fertilizante. Os teores de K, Ca e Mg não foram alterados pelas fontes de P (Tabela 3).

A colonização micorrízica não foi significativamente afetada pela adubação fosfatada, ape-

sar da tendência à sua diminuição com a aplicação de P; a adubação verde elevou significativamente a colonização (Tabela 3). Sieverding & Leihner (1984) também verificaram que a rotação de culturas com leguminosas elevou a colonização micorrízica no cultivo subsequente.

Da avaliação sobre os tratamentos extras, conclui-se que na presença de fosfato de rocha e uréia não houve diferença entre as formas de aplicação do adubo verde (incorporado ou em cobertura) para os parâmetros avaliados (dados não apresentados). De-Polli & Chada (1989) registraram superioridade do feijão-de-porco incorporado em relação ao deixado em cobertura, na ausência de N mineral. Isto sugere que a uréia pode ter complementado as necessidades de N da cultura, igualando as formas de apli-

cação do adubo verde. A época de aplicação do superfosfato (antes ou depois da adubação verde) também não afetou os parâmetros avaliados (dados não apresentados).

A inexistência de significância estatística nas interações entre adubação verde e adubação fosfatada para os parâmetros analisados indica

que não houve nenhum efeito da leguminosa no aumento do aproveitamento das fontes de P utilizadas.

Análises de solo

No solo coletado após a colheita do milho, o nível de K foi substancialmente acrescido pela adubação verde (Tabela 4), fenômeno também

TABELA 3. Produção de grãos e de matéria seca de parte aérea, teor foliar de nutrientes e colonização micorrízica no milho, em função da adubação fosfatada, da adubação verde e da uréia.

Tratamento	Produção de grãos (kg/ha)	Matéria seca (kg/ha)	Teor de nutrientes (%)					Colonização micorrízica (%)
			N	P	K	Ca	Mg	
Sem adubação fosfatada	1859b	4307c	1,979a	0,146b	1,452	0,298	0,352	27,09
Rocha fosfatada	2707a	5404b	1,972a	0,173a	1,469	0,345	0,374	17,14
Superfosfato triplo	2441a	7013a	1,834b	0,170a	1,414	0,348	0,364	18,62
Sem adubação verde	2108b	5048b	1,893	0,162	1,427	0,320	0,356	13,84b
Com adubação verde	2564a	6102a	1,964	0,164	1,463	0,341	0,371	28,06a
Sem uréia	2166b	5345	1,825b	0,160	1,483	0,311	0,347b	18,12
Com uréia	2506a	5804	2,032a	0,166	1,407	0,349	0,379a	23,77
CV (%)	18,93	24,09	8,13	14,92	11,84	21,03	12,95	32,48

Dados de colonização micorrízica sofreram a transformação $\arcsin Vx/100$ antes da análise estatística.

Valores desprovidos de letra ou seguidos pela mesma letra, dentro de uma coluna e para um mesmo fator (adubação fosfatada, adubação verde ou uréia), não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P = 0,05$).

TABELA 4. Parâmetros de fertilidade do solo avaliados após a colheita do milho, em função da adubação fosfatada, da adubação verde e da uréia.

Tratamento	N (%)	P-RTA (μ g/g)	P-ECN (μ g/g)	K (μ g/g)	Ca (meq/100 g)	Mg (meq/100 g)	pH	Matéria orgânica (%)
Sem adubação fosfatada	0,12	2,3b	2,0b	45	2,7b	1,5	4,7	1,53
Rocha fosfatada	0,13	3,1a	11,1a	47	2,8ab	1,4	4,7	1,63
Superfosfato triplo	0,13	3,1a	3,0b	45	3,0a	1,5	4,7	1,53
Sem adubação verde	0,12	2,7	4,7	39b	2,7	1,4	4,7	1,53
Com adubação verde	0,13	3,0	6,0	52a	2,9	1,5	4,7	1,60
Sem uréia	0,12	2,9	5,6	45	2,8	1,5	4,8a	1,54
Com uréia	0,13	2,8	5,2	46	2,8	1,5	4,6b	1,59
CV (%)	6,60	31,92	54,29	16,23	13,29	9,37	2,65	12,25

P-RTA - Fósforo extraído pela resina de troca aniônica.

P-ECN - Fósforo extraído pelo extrator carolina-do-norte.

Valores desprovidos de letra ou seguidos pela mesma letra, dentro de uma coluna e para um mesmo fator (adubação fosfatada, adubação verde ou uréia), não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P = 0,05$).

observado por Miyasaka et al. (1966) e Silva et al. (1985), que o atribuíram à mobilização deste nutriente das camadas inferiores do solo. A uréia acarretou ligeira diminuição do pH (Tabela 4).

Os valores de P disponível nos tratamentos com fosfato de rocha e superfosfato foram equivalentes quando se utilizou a resina de troca aniônica, e ligeiramente superiores ao controle; na presença do fosfato de rocha, o extrator carolina-do-norte superestimou esses valores (Tabela 4). Esses resultados reafirmam a necessidade da utilização da resina de troca aniônica (ou de outro extrator não-ácido), quando da presença de fosfato de rocha (Raij 1978). A aplicação do superfosfato aumentou o nível de Ca no solo em relação ao controle (Tabela 4).

CONCLUSÕES

1. A adubação fosfatada não afetou a nodulação, os teores e os conteúdos de N e K na parte aérea do feijão-de-porco, mas aumentou a matéria seca de parte aérea, a colonização micorrízica e os teores e conteúdos de P, Ca e Mg.

2. A adubação verde aumentou a produção de grãos de milho de forma similar à adição de 80 kg de N/ha na forma de uréia, quando comparados aos controles.

3. O fosfato de rocha proporcionou efeitos semelhantes ao superfosfato no aumento da produção de grãos e do teor foliar de P do milho, ambos com superioridade em relação ao controle.

4. Não foi observada nenhuma interação significativa entre a adubação verde e a adubação fosfatada, nos parâmetros avaliados na cultura do milho.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, S.A.; VAN DIEST, A. Rock-phosphate mobilization induced by the alkaline uptake pattern of legumes utilizing symbiotically fixed nitrogen. *Plant and Soil*, The Hague, v.61, p.27-42, 1981.
- BEKELE, T.; CINO, B.J.; EHLERT, P.A.I.; VAN DER MAAS, A.A.; VAN DIEST, A. An evaluation of plant-borne factors promoting the solubilization of alkaline rock phosphates. *Plant and Soil*, The Hague, v.75, p.361-378, 1983.
- DE-POLLI, H.; CHADA, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, p.287-293, 1989.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. *Las necesidades de agua de los cultivos*. Roma: FAO, 1976. (Estudio FAO Riego y Drenaje, 24).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: SNLCS, 1979. n.p.
- FRANCO, A.A.; SOUTO, S.M. Contribuição da fixação biológica de N₂ na adubação verde. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Adubação verde no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.199-215.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, Oxford, v.84, p.489-500, 1980.
- JACCOUD, A. *Curvas características de umidade dos solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*. Itaguaí: UFRRJ, 1971. 72p. Tese de Mestrado.
- KANG, B.T.; WILSON, G.F.; SIPKENS, L. Alley cropping maize (*Zea mays* L.) and leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam.) in southern Nigeria. *Plant and Soil*, The Hague, v.63, p.165-179, 1981.
- KHASAWNEH, F.E.; DOLL, E.C. The use of phosphate rock for direct application to soils. *Advances in Agronomy*, New York, v.30, p.159-206, 1978.
- KORMANIK, P.P.; BRYAN, W.C.; SCHULTZ, R.C. Procedures and equipment for staining large numbers of plant roots samples for endomy-

- corrhizal assay. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v.26, p.536-538, 1980.
- MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H. Nutrição mineral a adubação: In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. **Cultura e adubação do milho**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa, 1966. p.381-428.
- MARTIN, N.B.; SANTOS, Z.A.P.S.; ASSUMPÇÃO, R. Análise econômica da utilização da adubação verde nas culturas de algodão e soja em rotação com milho e amendoim. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.133-160.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; MASCARENHAS, H.A.A.; NERY, C.; CAMPANA, M.; SORDI, G. Efeito da adubação verde com uma gramínea e quatro leguminosas sobre a produção do feijoeiro "da seca" em terra-roxa-misturada. **Bragantia**, Campinas, v.25, p.277-289, 1966.
- MUZZILL, O.; OLIVEIRA, E.L.; GERAGE, A.C.; TORNERO, M.T. Adubação nitrogenada, em milho, no Paraná. III. Influência da recuperação do solo com adubação verde de inverno nas respostas à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, p.23-27, 1983.
- RAIJ, B. VAN. Seleção de métodos de laboratório para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, p.1-9, 1978.
- RAIJ, B. VAN; FEITOSA, C.T.; GROHMANN, F. Eficiência agronômica de fosfatos naturais brasileiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 18., 1981, Salvador. **Mesa redonda sobre adubação fosfatada no Brasil**. Salvador: CEPLAC, 1981. P.46-67.
- RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Instituto Agronômico de Campinas, Boletim Técnico, 81).
- SIEVERDING, E.; LEIHNER, D.E. Influence of crop rotation and intercropping of cassava with legumes on VA mycorrhizal symbiosis of cassava. **Plant and Soil**, The Hague, v.80, p.143-146, 1984.
- SILVA, E.M.R.; ALMEIDA, D.L.; FRANCO, A.A.; DÖBEREINER, J. Adubação verde no aproveitamento de fosfato em solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.85-88, 1985.
- SYLVESTER-BRADLEY, R.; ASAKAWA, N.; LA TORRACA, S.; MAGALHÃES, F.M.M.; OLIVEIRA, L.A.; PEREIRA, R.M. Levantamento quantitativo de microrganismos solubilizadores de fosfatos na rizosfera de gramíneas e leguminosas forrageiras na Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v.12, p.15-22, 1982.
- VIÉGAS, G.P.; GARGANTINI, H.; FREIRE, E.S. Adubação do milho. XIII - Efeito da mucuna, do calcário e de outros adubos, sobre as propriedades químicas do solo. **Bragantia**, Campinas, v.19, p.91-100, 1960.