



Disponibilidade de P no solo e na solução do solo em diferentes tipos de uso na região do planalto santareno no ano de 2012⁽¹⁾.

Renata de Andrade Coelho⁽²⁾; Juliano Gallo⁽³⁾; Eduardo Jorge Maklouf Carvalho⁽⁴⁾; Raimundo Cosme de Oliveira Junior⁽⁵⁾; Henrik Prudente da Silva⁽⁷⁾; Darlisson Bentes dos Santos⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Recursos financeiros Embrapa Amazônia Oriental/CPATU, Médio Amazonas;

⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo; CEULS/ULBRA; Santarém/PA; e-mail: renata.coelho@yahoo.com.br

⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo (Mestre, professor); CEULS/ULBRA; Santarém/PA; e-mail: juliano.gallo@sta.incra.br;

^(4, 5) Engenheiro Agrônomo (PhD EMBRAPA CPATU); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA; Santarém/PA; e-mail: raimundo.oliveira-junior@embrapa.br; eduardo.maklouf@embrapa.br

⁽⁶⁾ Engenheiro Agrícola (Mestre, professor); CEULS/ULBRA; Santarém/PA; e-mail: engenheirodbds@hotmail.com

⁽⁷⁾ Estudante de Agronomia; CEULS/ULBRA; Santarém/PA; email: henrikprudente@hotmail.com

RESUMO: A solução do solo é um sistema heterogêneo aberto, permitindo a ocorrência de trocas de matéria e energia com as fases sólidas e gasosas. A composição da solução do solo depende destas trocas, nas quais estão envolvidas diversas reações químicas. Desta maneira, a solução contém água, gases, elementos minerais e orgânicos dissolvidos. A disponibilidade de Fósforo (P) no solo e na solução do solo representa uma transferência desse nutriente para a planta, independentemente do tipo de uso do solo. O objetivo desse estudo foi analisar a disponibilidade de P na solução do solo e no solo, no ano de 2012, na região do "Planalto santareno", em Santarém/PA, em quatro diferentes tipos de uso e em diferentes profundidades. Para a coleta da solução do solo utilizou-se 48 lisímetros, instalados em quatro profundidades distintas sendo 0,1, 0,2, 0,4 e 0,9m sendo, uma área cultivada com milho, uma com mandioca, uma área de pousio com vegetação secundária em estágio de regeneração (capoeira) e a última área cultivada com soja. Os resultados obtidos mostram que a disponibilidade de P na solução do solo é inferior ao fósforo extraído do solo.

Termos de indexação: Solução do solo, Análises de Fósforo, Disponibilidade de P.

INTRODUÇÃO

O fósforo é um dos componentes essenciais e um dos elementos mais críticos para a nutrição dos seres vivos, seguido do Nitrogênio (N). A quantidade disponível de fósforo no solo é muito baixa, não atendendo, em algumas situações, as necessidades das plantas. Em particular, o Brasil apresenta um dos solos mais velhos do mundo, contendo altos teores de componentes que retêm fósforo, competindo assim com as raízes das plantas. Como consequência, muitas vezes, quantidades em excesso de adubos fosfatados devem ser aplicadas ao solo para satisfazer as necessidades das plantas

(NAHAS, 1991). Com o aumento do uso dos fosfatos naturais reativos e outros tipos de fosfatos como o esterco ou matéria orgânica (M.O), a avaliação da eficiência da aplicação do fertilizante é importante no manejo da adubação Fosfatada (NOVAIS, R.F. et al., 2007).

Diferentes grupos de microrganismos participam da transformação dos nutrientes, tornando-os disponíveis as plantas. Um grupo de microrganismos, constituído por bactérias e fungos, tanto favorecem a solubilização de compostos insolúveis de fósforo como atua no transporte deste para o interior das plantas, propiciando, desta forma, a mineralização de compostos orgânicos de P, a solubilização direta ou indireta, pela oxidação de compostos contendo enxofre, os componentes minerais insolúveis e por fim, a formação de associações com as raízes das plantas. Por outro lado, os microrganismos do solo podem absorver fósforo solúvel, subtraindo-o das plantas quando houver um desequilíbrio entre os conteúdos de Carbono (C), Nitrogênio (N) e Fósforo (P) (NAHAS, 1991).

O P é considerado um dos três nutrientes primários, juntamente com o Nitrogênio e o Potássio (NPK), sendo também um elemento essencial para as plantas e insubstituível. Seu papel é imprescindível na produção de energia (ATP) para o metabolismo dos vegetais, mantendo uma relação direta ou indireta com os demais nutrientes. O P desempenha ainda, um importante papel na transferência de energia nas células, combinado com a fotossíntese, é sintetizado na respiração intracelular (NOVAIS, R.F. et al., 2007).

O elemento é um componente estrutural dos ácidos *nucléicos* de genes e cromossomos, assim como de muitas *coenzimas*, *fosfoproteínas* e *fosfolipídeos*. As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O suprimento adequado de P é essencial desde os

estádios iniciais até o crescimento da planta. Estudos realizados em diversas espécies de plantas, tem mostrado que o suprimento de P na fase inicial da vida da planta é fundamental para o “ótimo” rendimento da cultura. A carência deste no início do desenvolvimento restringe o crescimento e condiciona a planta em uma situação de retardo vegetativo. Por outro lado, esta mesma carência no período mais tardio do ciclo tem um impacto relativamente menor na produtividade das culturas do que no início. Durante a germinação, o P da fitina é mobilizado e convertido em outras formas de fosfato, necessárias para o metabolismo das plantas jovens (MENGEL & KIRKBY, 1987).

É o segundo elemento crítico, e alta demanda no tecido vivo, é de carência geral, constituindo-se em preocupação a manutenção das safras agrícolas para o futuro, devido ao esgotamento das jazidas (NAHAS, 1991). O objetivo destas análises na solução do solo, bem como, no solo propriamente dito, foi de quantificar a disponibilidade de P nestes parâmetros, com distintas profundidades de coleta, métodos de extração e por fim, diferentes áreas de utilização agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está situada no município de Santarém/PA, na comunidade de “Morada Nova”, no planalto santareno, em uma propriedade rural denominada Sítio Paraíso, localizada nas coordenadas $-01^{\circ} 47'10''$ latitude Sul (S) e $-52^{\circ} 56' 17''$ longitude Oeste (W). O solo característico é denominado de Latossolo Amarelo Distrófico (SILVA et al., 1996). Nas áreas de coleta das amostras apresentam-se quatro distintas situações, sendo, uma área com “roça de toco” cultivando milho em 1,5 hectares, com processo de queima realizado anteriormente; uma área do “roça de toco” cultivando mandioca em 1 hectare, com processo de queima anterior à instalação da cultura; área de pousio de cinco anos, com vegetação secundária, em estágio médio a avançado de regeneração (capoeira) com 10 hectares e; uma área de agricultura mecanizada cultivando soja por dois anos, sendo utilizados em 42 hectares, o calcário dolomítico no segundo período. Nestas áreas, não foram aplicadas doses de fósforo e nem houveram tratamentos diferenciados nas culturas.

Coleta e análise do material (solução e solo)

As coletas referentes à disponibilidade de P na solução do solo foram realizadas por meio de

lisímetros (PARIZEK & LANE, 1970).

As profundidades adotadas foram de 0,1, 0,2, 0,4 e 0,9 m com três repetições, no período de março a agosto de 2012. Em cada área foram distribuídos 12 lisímetros aleatoriamente, totalizando 48 extratores (Figura 2).

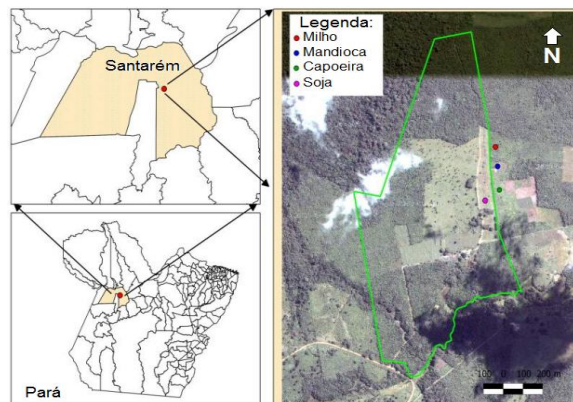


Figura 1- Situação da área de estudo, com localização das áreas trabalhadas. Fonte: Juliano Gallo; adaptações: Darlison Bentes.



Figura 2- Lisímetros de sucção, instalados em campo. Fonte: Autor.

As soluções extraídas por cada lisímetro foram acondicionadas em frascos de 0,1 L, devidamente identificadas e levadas ao laboratório de Química do Centro Universitário Luterano de Santarém - CEULS/ULBRA. As amostras de solos foram coletadas com o “trado holandês”, nas mencionadas profundidades nas proximidades dos lisímetros. Para as análises das amostras da solução do solo, bem como, o próprio solo, foi utilizado o equipamento *Photometer Multiparameter* Hanna HI83200, com o método *Mehlich 1*.

Análise estatística

Os dados de P, obtidos nas análises, foram tratados em planilha eletrônica e submetidos à



análise estatística, utilizando o software ASS/STAT 7.6 Beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Disponibilidade de P na solução do solo

Os resultados da disponibilidade de P na solução do solo obtidos durante o período de coleta, denotam não ocorrer diferenças consideráveis quanto à oferta deste nutriente. Nas culturas de mandioca e soja observa-se que a disponibilidade não ultrapassa 0,07 ppm (partes por milhão), na capoeira essa disponibilidade chega a 0,06ppm.

As médias da disponibilidade de P na solução do solo não ultrapassam os 0,04 ppm. Na primeira profundidade de 0,1 m, a disponibilidade é mais acentuada. A área de capoeira obteve a menor disponibilidade (Tabela 1).

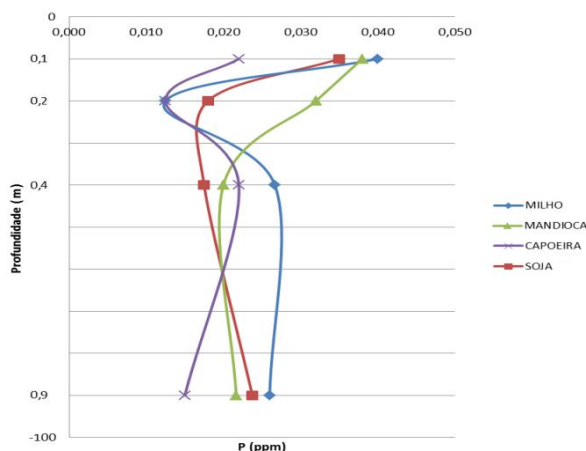


Figura 3- Disponibilidade de P em distintas profundidades na solução do solo, extraído por *Lisímetros*, nas áreas de milho, mandioca, capoeira e soja.

Disponibilidade de P no solo

Na Tabela 2 estão apresentados os teores de P disponíveis no solo, estimado pelos extratores *Mehlich 1*, sendo as amostras coletadas nas proximidades dos lisímetros nas respectivas profundidades de 0,1, 0,2, 0,4 e 0,9 m. Os resultados obtidos mostram que os teores de P no solo são consideravelmente superiores aos teores das soluções do solo, extraídos pelos lisímetros.

Na figura 4, a seguir, observa-se que no milho ocorreu a maior disponibilidade de P na última profundidade analisada, chegando a 4,46 ppm, ao contrário da mandioca que aos 0,9 m apresentou seu

menor valor de 3,00 ppm, porém, ocorreram as maiores disponibilidades nas três primeiras faixas de profundidades, chegando até 5,20 ppm nos 0,4 m.

Tabela 2- Teores de Fósforo (P) no solo (ppm), extraídos por *Mehlich 1* em quatro profundidades e áreas distintas.

Cultura	Profundidade (m)	P (ppm)
Milho	0,1	2,25
	0,2	2,00
	0,4	3,98
	0,9	4,46
Mandioca	0,1	3,76
	0,2	3,49
	0,4	5,20
	0,9	3,00
Capoeira	0,1	2,49
	0,2	1,76
	0,4	1,51
	0,9	2,25
Soja	0,1	2,76
	0,2	3,24
	0,4	3,00
	0,9	1,76

* Fonte: Autor, com adaptações de Darlisson Bentes.

Na área de capoeira foi denotada a menor disponibilidade do nutriente. Na soja, ocorreu um aumento da disponibilidade de P nas três primeiras profundidades, sendo 0,1, 0,2 e 0,4 m havendo um decréscimo na última camada de 0,9m.

Embora o P não seja extraído em grandes quantidades pela mandioca, maior importância agrega sua aplicação, pois os solos brasileiros em geral, e em particular os cultivados com mandioca, normalmente classificados como marginais, são pobres nesse nutriente. Por esta razão, é grande a resposta da cultura à adubação fosfatada (MALAVOLTA e KLIEMANN, 1985).

O extrator de *Mehlich 1* (H_2SO_4 0,0125 mol.L⁻¹ + HCL 0,05 mol L⁻¹) age solubilizando a fração de P. A presença de SO_4^{2-} no extrator, desloca o H_2SO_4 facilmente trocável e reduz sua reabsorção na superfície dos colóides do solo durante o processo de extração, além de solubilizar as formas recentemente precipitadas de P com Ca, Fe e Al.

Segundo Alvarez et al. (1999), na solução, os teores de P encontrados, referem-se apenas a pequena fase líquida retirada do solo, não ocorrendo nenhum fator para a sua solubilização.

Análise dos dados estatísticos



Para a disponibilidade de P, as médias obtidas foram submetidas à análise estatística de variância, com Tukey ao nível de 5% de confiança.

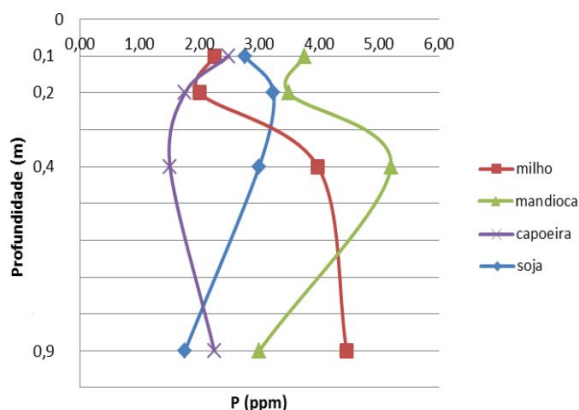


Figura 4- Disponibilidade de P em distintas profundidades no solo, extraído pelo método de Mehlich 1, nas áreas de milho, mandioca, capoeira e soja.

Os dados amostrais da área de cultivo do milho foram insuficientes na profundidade de 0,1 m, por este motivo não foi possível avaliá-los estatisticamente (Tabela 2).

Tabela 2- Disponibilidade de P e análise estatística de variância dos dados.

Profundidade (m)	Médias	Qtd. Amostras
Mandioca		
0,1	0.038 a	5
0,2	0.015 a	4
0,4	0.020 a	2
0,9	0.021 a	6
Capoeira		
0,1	0.022 a	5
0,2	0.012 a	4
0,4	0.022 a	5
0,9	0.014 a	9
Soja		
0,1	0.035 a	2
0,2	0.018 a	5
0,4	0.017 a	8
0,9	0.023 a	8

* Significativo ao nível de 5% de confiança ($0,01 \leq p < 0,5$). ns não significativo ($p > 0,05$). As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Fonte: Autor.

CONCLUSÕES

A disponibilidade de P na solução do solo tanto nas áreas de mandioca, capoeira e soja, não apresentaram, nas diferentes profundidades (0,1, 0,2, 0,4 e 0,9 m) diferença estatística significativa.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V. V. H. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, Viçosa, MG : Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999. P. 25-32.
- GOMES, J. B. V. & CURTI N. Fase líquida do solo nos estudos ambientais. Documentos Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracajú, SE, 90:01-39, 2006.
- LOSS, A. et al. Frações oxidáveis do carbono orgânico em argissolo vermelho-amarelo sob sistema de aleias. Rev. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33: 867-874, 2009.
- MALAVOLTA, E. & KLIEMANN, H.J. Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba: POTAFOS, 1985. 136p .
- MIRANDA, J. et al. Composição química da solução de solo sob diferentes coberturas vegetais e análise de carbono orgânico solúvel no deflúvio de pequenos cursos de água. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30:633-647, 2006.
- NAHAS, E. & ASSIS. Ciclo do Fósforo: transformações microbianas. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 67 p.
- NOVAIS, R.F. et al. Fertilidade do Solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.276-374.
- SILVA, F. A. S. & Azevedo, C. A. V. A New Version of The AssisatStatistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.
- SILVA, F. A. S. & AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: 2009. Anais. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SILVA, F. A. S. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais. Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.
- TOME JUNIOR, J.B. Manual para interpretação de análise de solo. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.



Tabela 1- Teores médios (com desvio padrão) de Fósforo (P) na solução do solo (ppm), extraídos por Lísímetros em quatro profundidades e áreas distintas.

Profundidade	Milho	Mandioca	Capoeira	Soja
m	ppm			
0,1	0,04-	0,038± 0,026	0,022±0,008	0,035±0,007
0,2	0,013± 0,005	0,032± 0,038	0,013±0,005	0,018±0,011
0,4	0,027± 0,015	0,02± 0,014	0,022±0,022	0,018±0,014
0,9	0,026± 0,026	0,022± 0,016	0,015±0,008	0,024±0,02