

Pesquisa em andamento

Número 36

5p.

100 exemplares

dez./1999

ISSN 1517-4921

DINÂMICA DE VARIÁVEIS BIOLÓGICAS ASSOCIADAS AO CICLO DO FÓSFORO EM SOLO DE CERRADO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Roberto G. Carneiro¹; Iêda de C. Mendes²; Arminda M. de Carvalho²;
Lucio J. Vivaldi²; Paulo Emílio Lovato³

Os microrganismos do solo desempenham papel fundamental no ciclo do fósforo (P) e em sua disponibilização para as plantas, através da solubilização do P inorgânico (Pi), da mineralização do P orgânico (Po), do fluxo de P pela biomassa microbiana e da associação entre plantas e fungos micorrízicos. O impacto de sistemas agrícolas nas propriedades microbiológicas dos solos da região do Cerrado, especialmente, aquelas ligadas ao ciclo do P é pouco conhecido. O objetivo deste trabalho é avaliar a influência de diferentes plantas de cobertura e dos sistemas de plantio direto (PD) e plantio com preparo convencional do solo (PC) na dinâmica de algumas variáveis biológicas associadas ao ciclo do P: conteúdo de P na biomassa microbiana (biomassa-P), populações de microrganismos totais e solubilizadores de Pi (fungos e bactérias) e atividade da fosfatase ácida.

Nas estações seca (julho de 1998) e chuvosa (janeiro de 1999), foram coletadas amostras de solo em duas profundidades (0 a 5 cm e 5 a 20 cm), em três áreas adjacentes localizadas na Embrapa Cerrados, num Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso: área I - dois anos de implantação dos sistemas PD e PC; área II - seis anos de implantação do PD e PC; e área III - solo sob vegetação nativa de cerrado. As áreas I e II foram desmatadas em 1978, sendo cultivadas inicialmente com culturas anuais sob preparo convencional durante oito anos e, em seguida, deixadas em pousio.

Para avaliar os efeitos do sistema de plantio direto (PD) recém-implantado em relação ao plantio com preparo de solo convencional (PC), um experimento vem sendo conduzido desde o início de 1997 (área I), constando de uma sucessão de espécies de cobertura e milho. O delineamento experimental é o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e três repetições, sendo as parcelas constituídas pelas espécies vegetais de cobertura: *Cajanus cajan* (Guandu), *Mucuna pruriens* (Mucuna-cinza) e vegetação espontânea (testemunha). As subparcelas são constituídas pelos sistemas de manejo: PD e PC (aração e gradagem). Concomitantemente ao preparo do solo no sistema PC, é realizada a incorporação das espécies vegetais.

Para avaliação do efeito de um sistema consolidado de PD em comparação ao PC, as amostragens foram realizadas num experimento iniciado em 1992 (área II) que consiste em quatro faixas com 320 m de comprimento por 50 m de largura, sendo duas com plantio direto (PD) e duas com plantio em sistema convencional de preparo do solo (PC). Para cada sistema de manejo, uma das faixas consta da sucessão milho/soja e a outra, soja/milho. As faixas de PD são subdivididas em parcelas de 1700 m², onde várias culturas de cobertura são plantadas na safrinha (final da

¹ Eng. Agr. M.Sc. - Emater-DF - SAIN Parque rural, Emater, Brasília-DF, CEP 70770-900.

² Pesquisadores Embrapa Cerrados.

³ Eng. Agr. PhD - Universidade Federal de Santa Catarina.

estação chuvosa) em sucessão ao milho ou soja. As faixas de PC são mantidas em pousio até o preparo do solo para a safra seguinte. Neste estudo foram amostrados os tratamentos: sucessão milho/nabo forrageiro/soja em PD (nabo forrageiro-PD), sucessão milho/milheto/soja em PD (milheto-PD), rotação milho/soja em preparo de solo convencional (PC).

A terceira área avaliada correspondeu a um solo sob vegetação nativa de cerrado, representando as condições originais da área antes da implantação dos experimentos.

As amostras na profundidade 0 a 5 cm foram coletadas utilizando-se uma pá com a qual se abriu uma minitrincheira, de onde foram retiradas fatias de solo com 5 cm de espessura por 30 cm de largura. Na profundidade 5 a 20 cm, a amostragem foi feita usando-se um trado do tipo holandês, no mesmo local da amostragem de 0 a 5 cm. Após a coleta, as amostras foram transportadas para o laboratório e mantidas em uma câmara fria a 8 °C até o momento das análises.

O conteúdo de P da biomassa microbiana (biomassa-P) foi determinado pelo método da fumigação e extração do P inorgânico (Pi), adaptado de Brookes et al. (1982). Amostras de 5,0 g de solo úmido foram distribuídas em béqueres com capacidade para 10 ml, num total de oito para cada tratamento. Metade das amostras foi fumigada por 48 horas num dessecador contendo 25 ml de clorofórmio livre de etanol, enquanto as amostras não fumigadas foram incubadas a temperatura ambiente. Após a fumigação, foi realizada a extração do Pi das amostras fumigadas e não fumigadas por 30 minutos com solução extratora de NaHCO_3 . A determinação de fósforo foi feita pelo método colorimétrico do molibdato-ácido ascórbico de Murphy & Riley (1962). Foram utilizados fatores de correção para a fixação de Pi que ocorre durante a extração e para a taxa de recuperação de Pi proveniente das células microbianas mortas na fumigação.

As avaliações das populações de microrganismos (fungos e bactérias) totais e solubilizadores de fosfato foram realizadas através de diluições seriadas em meio de cultura BDAL (batata, dextrose, ágar e extrato de levedura), após a adição de soluções esterilizadas de K_2HPO_4 (10%) e CaCl_2 (10%), as quais promovem a formação de um precipitado de fosfato de cálcio. Após incubação das placas em estufa a 30 °C por sete dias, o aparecimento de um halo transparente em volta das colônias caracteriza a presença de microrganismos solubilizadores de fosfato.

A determinação da atividade da fosfatase ácida foi feita de acordo com o método descrito por Tabatabai (1994), baseado na determinação colorimétrica do *p*-nitrofenol liberado pela ação das fosfatases, quando uma amostra de solo (1.0 g) é incubada com uma solução tamponada de *p*-nitrofenilfosfato, que é o substrato da reação. A atividade enzimática é expressa em μg de *p*-nitrofenol liberado por hora por grama de solo seco (μg *p*-nitrofenol h^{-1} g^{-1} solo).

Na área I, o valor médio do conteúdo de biomassa-P na estação chuvosa (9,9 μg P g^{-1} solo) foi significativamente superior ao da estação seca (3,4 μg P g^{-1} solo). Na área II, com seis anos de implantação do PD, à exceção do tratamento nabo forrageiro-PD, também foram observados aumentos do conteúdo de P na biomassa na estação chuvosa, em relação à seca. Para os tratamentos PC e milheto-PD, os valores de biomassa-P na estação chuvosa foram, em média, 1,3 e 3,7 vezes maiores que os valores da estação seca.

Na época seca, não houve diferenças no teor de biomassa-P entre os sistemas de manejo na área I, entretanto, na chuvosa, houve aumento significativo de 27% da biomassa-P nos tratamentos com PD em relação ao PC. Na área II, o tratamento nabo forrageiro-PD apresentou os menores valores de biomassa-P em comparação com tratamento milheto-PD, nas duas épocas avaliadas. Na estação chuvosa, esses valores foram inferiores inclusive aos da parcela com PC nas duas profundidades avaliadas.

Os níveis de biomassa-P na área III (cerrado nativo) variaram em função da época do ano, com aumento significativo na estação chuvosa. Nas profundidades 0 a 5 cm e 5 a 20 cm os valores de biomassa-P na época seca foram de 8,3 e 6,0 $\mu\text{g P g}^{-1}$ solo, respectivamente, enquanto na chuvosa, esses valores foram de 19,3 e 10,8 $\mu\text{g P g}^{-1}$ solo. Os valores de biomassa-P do cerrado nativo foram superiores aos obtidos na área I, à exceção da profundidade 5 a 20 cm na estação chuvosa. Esse resultado ilustra uma dificuldade observada neste trabalho, que foi a interferência dos adubos fosfatados nas determinações de biomassa-P na estação chuvosa na profundidade de 5 a 20 cm. Em relação aos tratamentos da área II, os resultados observados no cerrado nativo não mostraram tendências consistentes.

Na estação seca, as contagens de fungos solubilizadores de fosfato (FSF) no PD da área I foram três vezes maiores em relação ao PC, enquanto na chuvosa não houve diferenças significativas entre esses sistemas de manejo. Na camada superficial (0 a 5 cm), o PD propiciou a ocorrência de uma população de fungos solubilizadores de fosfato 1,9 vezes maior em relação ao PC e na profundidade 5 a 20 cm não houve diferenças significativas entre os dois sistemas de manejo. O mesmo efeito foi observado em relação à população total de fungos. Neste caso, o PD foi superior 1,4 vezes em relação ao PC na profundidade 0 a 5 cm. A maior influência do PD ocorre próximo a superfície do solo, onde a palhada permanece após o ciclo das plantas de cobertura e da cultura principal, criando um ambiente propício aos fungos que são decompositores primários de resíduos vegetais na superfície do solo, particularmente em condições de baixa umidade. Em relação ao efeito das plantas de cobertura, o guandu afetou significativamente as contagens de fungos totais no sistema PD na área I, proporcionando aumentos de 2 e 2,5 vezes em relação às parcelas de mucuna-cinza e vegetação espontânea, respectivamente, não havendo diferenças no PC entre as três espécies vegetais. Na estação chuvosa, o guandu influenciou no número de fungos solubilizadores de fosfatos (FSF) dentro do sistema PC (incorporação de resíduos vegetais). Neste caso, o guandu foi significativamente superior à vegetação espontânea e não apresentou diferenças em relação à mucuna-cinza.

Os resultados do experimento da área II confirmaram os obtidos na área I. Na estação seca (profundidade 0 a 5 cm), o PD propiciou aumento médio em relação ao PC de 10 e 4 vezes nas contagens de fungos solubilizadores de fosfato e totais, respectivamente. Nas duas épocas avaliadas, na profundidade 5 a 20 cm, os valores das contagens de fungos solubilizadores de fosfato no PC não diferiram em relação ao tratamento PD onde se utilizou o milho como planta de cobertura. As maiores contagens de fungos solubilizadores de fosfato foram observadas na parcela onde o nabo forrageiro foi utilizado como planta de cobertura, independentemente da época e da profundidade de amostragem. Na profundidade 0 a 5 cm, estação seca, os aumentos na parcela do nabo forrageiro-PD foram de 2 e 14 vezes em relação às parcelas milho-PD e PC, respectivamente. Na estação chuvosa, nessa mesma profundidade, esses aumentos foram de 1,3 vezes. Na profundidade 5 a 20 cm, na estação seca, os aumentos foram de três vezes em relação às parcelas de milho-PD e PC respectivamente, ocorrendo o mesmo efeito no período chuvoso. Esses dados sugerem a ocorrência de uma interação estreita entre o nabo forrageiro (planta não micorrízica) e os fungos solubilizadores de fosfato, de forma a compensar a ausência das vantagens nutricionais que são proporcionadas às plantas pela simbiose com as micorrizas.

Quanto às bactérias solubilizadoras de fosfato (BSF) e bactérias totais (BT), na área I, o efeito dos sistemas de manejo nessas populações esteve ligado à profundidade de amostragem e época do ano. Na estação seca, não houve nenhuma influência do sistema de manejo. Na chuvosa, o aumento significativo das populações de bactérias possibilitou a detecção de diferenças significativas nas contagens de BSF e BT em função dos sistemas de manejo e profundidades estudados. Na profundidade

0 a 5 cm do PD, as contagens de BSF foram 69% superiores em relação ao PC e na profundidade 5 a 20 cm o resultado foi oposto, com superioridade de 72% do PC. Em relação à contagem de BT, o PD proporcionou valores 70% maiores que o PC na profundidade 0 a 5 cm, não havendo diferenças entre os dois sistemas na profundidade 5 a 20 cm. Esses resultados sugerem que, na profundidade 0 a 5 cm, o PD proporciona ambiente mais favorável para as bactérias solubilizadoras de fosfato e totais, provavelmente pelas menores flutuações de temperatura e umidade, maior acúmulo de nutrientes, resíduos vegetais e matéria orgânica.

Ainda na área I, a contagem de bactérias solubilizadoras de fosfato foi influenciada significativamente pelas plantas de cobertura na estação chuvosa de acordo com o sistema de manejo. Semelhantemente ao observado com os fungos solubilizadores de fosfato, o guandu influenciou significativamente as contagens de BSF nos sistemas PD e PC. Nessa amostragem, o número de BSF nas parcelas de guandu foi, em média, 88% e 132% superior em relação aos tratamentos mucuna-cinza e vegetação espontânea no PD. No PC, a vegetação espontânea e o guandu destacaram-se apresentando contagens de BSF 97% e 73% superiores em relação ao tratamento com mucuna-cinza.

Os sistemas de manejo do solo também influenciaram as contagens de BSF e BT na área II. Nessa área, ao contrário do que se observou na área I, na estação seca já havia diferenciação entre PD e PC nas duas profundidades de amostragem. Em relação às BSF, na estação seca, profundidade 0 a 5 cm, as contagens nas parcelas de milho-PD e nabo forrageiro-PD foram 11 e 9 vezes superiores em relação ao PC e na profundidade 5 a 20 cm essa superioridade foi de 20 e 17 vezes, respectivamente. Na época chuvosa, embora menos acentuada, essa diferença persistiu para BSF (nas duas profundidades avaliadas) e BT (apenas na profundidade 0 a 5 cm).

Em geral, os resultados das contagens de microrganismos (fungos e bactérias) solubilizadoras de fosfato e totais na área de cerrado nativo foram inferiores aos das áreas cultivadas. Com base nos estudos conduzidos nessas mesmas áreas por Mendes et al. (1999), onde se observou redução de 66% nos teores de biomassa C nas áreas cultivadas em relação ao cerrado nativo, esse resultado deve ser interpretado com cautela pois evidencia a principal limitação do método da contagem em placas, que é exatamente o fato de que nem todos os microrganismos possuem a habilidade para crescer em meios de cultura, ou seja, não são cultiváveis em laboratório. Na realidade, o que os resultados dessas contagens em placas indicam é que as áreas de cerrado nativo apresentam maior número de microrganismos que não crescem em meio de cultura em comparação às cultivadas.

Nas áreas I, II e III, os níveis de atividade da enzima fosfatase, na época chuvosa, foram respectivamente, 70% 30% e 33% superiores aos determinados na época seca, evidenciando forte efeito sazonal.

O manejo do solo influenciou significativamente a atividade da fosfatase nas áreas I e II. Na área I, onde o sistema de plantio direto foi implantado há dois anos, a atividade da fosfatase no sistema PD na profundidade 0 a 5 cm durante a estação chuvosa ($897 \mu\text{g } p\text{-nitrofenol h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{ solo}$) foi significativamente superior à do plantio com preparo convencional ($664 \mu\text{g } p\text{-nitrofenol h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{ solo}$). Na estação seca, não houve diferença na atividade da fosfatase entre os sistemas de manejo em nenhuma das profundidades de amostragem. Não houve efeito das espécies vegetais na atividade dessa enzima nessa área.

Na área II, com seis anos de implantação do plantio direto, os tratamentos milho-PD e nabo forrageiro-PD apresentaram, em média, na profundidade 0 a 5 cm, níveis de atividade da fosfatase 89% e 62% superiores aos observados no PC nas amostragens das estações seca e chuvosa, respectivamente. Na profundidade 5 a 20 cm não foram observadas diferenças entre os três tratamentos.

Quanto às áreas cultivadas, o cerrado nativo (área III) apresentou os maiores níveis de atividade da fosfatase ácida nas estações seca e chuvosa, evidenciando a importância da mineralização do P orgânico nesse ecossistema.

Com base nos resultados obtidos, observa-se que houve aumento significativo das variáveis biológicas avaliadas no período chuvoso. Os efeitos do sistema PD em termos de aumento nas populações de microrganismos totais e solubilizadores de P e na atividade da fosfatase ácida, foram mais acentuados na camada superficial do solo. As plantas de cobertura influenciaram as contagens de microrganismos solubilizadores de fosfato e a biomassa-P. Na área I, o guandu foi o destaque, promovendo aumento nas populações de fungos e bactérias solubilizadoras de fósforo, enquanto na área II, o nabo forrageiro estimulou a ocorrência de FSF, porém reduziu a biomassa-P. Por fim, cabe destacar que o tempo de implantação do PD acentuou as diferenças entre os dois sistemas, sendo que na área com seis anos de PD, as diferenças entre os sistemas PD e PC foram detectadas inclusive na estação seca.

Estudos futuros deverão avaliar as implicações ecológicas e agronômicas dessas observações e procurar correlacioná-las com as propriedades químicas do solo, com o estado nutricional e as produtividades das culturas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROOKES, P.C.; POWSON, D.S.; JENKINSON, D.S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.14, p.319-329, 1982.
- MENDES, I.C.; CARNEIRO, R.G; CARVALHO, A.M.; VIVALDI, L.J; VARGAS, M.A.T. Biomassa-C e atividade microbiana em solos de cerrado sob plantio direto e plantio convencional. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 5p. (Embrapa Cerrados. Pesquisa em Andamento, 5).
- MURPHY, J.; RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytical Chimica Acta*, Amsterdam, v.27, p.31-36, 1962.
- TABATABAI, M.A.. Soil enzymes. In: WEAVER, R.W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P.S.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison: Soil Science Society of America, 1994. Part 2, p.778-833.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
BR 020, km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza, Caixa Postal 08223
CEP 73301-970, Planaltina, DF
Telefone: (61) 388-9898 FAX: (61) 388-9879