

Processos Biológicos e Densidade de Microrganismos em Solo de Várzea Tropical Cultivado com Forrageiras para Implantação do Arroz no Sistema Plantio Direto

Murillo Lobo Junior¹
João Neto Garcia de Souza²
Alberto Baêta dos Santos³

Introdução

O solo é um ambiente dinâmico que abriga processos importantes mediados por microrganismos, tais como ciclagem de nutrientes, ocorrência de doenças do sistema radicular, controle biológico de patógenos e pragas, absorção de nutrientes via simbiose, entre outros. Todos os microrganismos habitantes no solo compõem a comunidade microbiana que, junto a processos biológicos, têm sido investigados como indicadores da sustentabilidade da produção agrícola e/ou da qualidade do solo (Carter, 2002; Bending et al., 2004).

As espécies da comunidade microbiana do solo respondem de modo distinto a eventos, como adição de matéria orgânica, revolvimento, cobertura do solo com palhada, compactação e aplicação de insumos, que estressam ou estimulam os microrganismos. Deste modo, a capacidade produtiva de um solo não depende unicamente de suas características físico-químicas, mas também da interação entre diversos fatores no sistema solo-planta-microbiota. Saber manejar o solo de modo a preservar, ou mesmo melhorar suas características em sistemas sustentáveis, é um dos desafios para a agricultura atual.

No Brasil, existem aproximadamente 33 milhões de hectares de várzeas (Santos, 1999), dos quais apenas cerca de 3,7% estão sendo cultivados. Pelo que

representam em extensão, fertilidade, topografia, disponibilidade de água e potencial produtivo, este ambiente oferece perspectivas promissoras à produção agrícola durante o ano todo, com alto potencial para a produção de alimentos (Aidar et al., 2002).

As várzeas tropicais da região central do Brasil possuem uma área de 12 milhões de hectares, estando parte sob Cerrado e parte sob pastagem natural. Trata-se de um ecossistema extremamente frágil, com poucas informações disponíveis sobre a comunidade microbiana que habita em seus solos ácidos, com alto teor de matéria orgânica. Após o cultivo de arroz irrigado no verão, um período seco permite o cultivo durante o inverno de espécies, como feijoeiro, soja e milho, por subirrigação. Estas condições têm permitido altas produtividades nas lavouras e a produção de sementes com excelente qualidade fitossanitária (Rava & Costa, 2002).

Toda a atividade bioquímica no solo ocorre por meio de processos enzimáticos que, junto à biomassa microbiana (componentes vivos da microbiota do solo que regulam as transformações da matéria orgânica e suas funções, atuando como fonte e dreno de nutrientes), estão sujeitas a variações causadas por diferentes práticas agrícolas, sendo utilizadas como indicadores de qualidade do solo, para planejamento e avaliação de práticas culturais (Tabatabai, 1994; Carter, 2002; Matsuoka et al., 2003).

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. murillo@cnpaf.embrapa.br

²Estagiário e estudante da Universidade Católica de Goiás. Av. Universitária 1.440, Setor Universitário - 74605-010 Goiânia, GO.

³Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Embrapa Arroz e Feijão. baeta@cnpaf.embrapa.br.

Fungos e bactérias do solo e seus grupos específicos de interesse agrônomo também podem ser monitorados. O manejo do solo e a seqüência de cultivos em sucessão também afetam de modo diferente espécies como *Fusarium solani* e *Rhizoctonia solani*. Ambas têm sido avaliadas em terras altas por serem patógenos que sobrevivem no solo, causando podridões-radulares de culturas, como feijoeiro e soja (Canteri et al., 1999). Em cultivos de arroz irrigado em várzeas tropicais, *R. solani* é responsável por uma doença de importância econômica, a queima-das-bainhas.

Aparentemente não se conhece a densidade de inóculo de patógenos e de microrganismos benéficos, como *Pseudomonas* spp. fluorescentes, no ambiente de várzeas tropicais do Brasil. Outros fatores, como o efeito das culturas sobre a comunidade microbiana e a inundação do solo por vários meses, capaz de matar microrganismos aeróbicos, também afetam a comunidade microbiana e processos biológicos no solo, sem que se tenha estimativas que orientem o uso racional deste ambiente.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi verificar o perfil microbiológico de um solo de várzea tropical, identificando, por meio de indicadores de qualidade do solo, alternativas de culturas para instalação do arroz irrigado no sistema plantio direto (SPD), para a manutenção dos componentes do agroecossistema, conciliando o equilíbrio ambiental e a obtenção de alta produtividade agrícola.

Material e Métodos

Amostras compostas foram coletadas na camada de 0-10 cm de profundidade de solo em várzea cultivada na Fazenda Xavante, no município de Dueré, TO, localizada no Vale do Rio Araguaia (11° 22' 30" S 49° 22' 30" W). O solo da área foi classificado como Gleissolo ou Inceptisolo, respectivamente, nos sistemas brasileiro e internacional de classificação de solos. As amostras foram retiradas de um experimento instalado para a seleção de plantas forrageiras avaliadas como alternativas para a integração lavoura-pecuária e formação de palhada para implementação do arroz irrigado no sistema plantio direto. Os tratamentos consistiram em pousio, sorgo, sorgo em consórcio com *Brachiaria brizantha* ou com *B. decumbens*, milho, milho em consórcio com *B. brizantha* ou com *B. decumbens*, semeados em 09/05/2004. As parcelas no campo estavam delineadas em blocos ao acaso, com quatro repetições, e foram adubadas no plantio com 200 kg/ha de 4-30-16 + Zn.

Após a coleta em julho de 2004, as amostras foram levadas para o Laboratório de Fitossanidade da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO, onde foram utilizadas as seguintes metodologias:

Determinação da atividade enzimática

A atividade enzimática (ou atividade microbiológica) do solo foi avaliada pela hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA). Este substrato é hidrolisado por diversas enzimas do solo, como proteases, lipases e esterases, qualificando-o

como uma medida da atividade microbiana total do solo (Schnürer & Rosswall, 1982). Foram misturados 5 g de solo com 20 mL de solução tampão fosfato de potássio 60 mM pH 7,6 e 0,2 mL de solução estoque de diacetato de fluoresceína (FDA) (2 mg/mL de acetona). As amostras foram incubadas por 20 minutos no agitador, a 200 rpm a 25° C. Em seguida, foi retirada uma alíquota de 2 mL do sobrenadante e adicionados 2 mL de acetona, para finalizar a reação. A solução foi centrifugada por 10 minutos e depois submetida à leitura de absorbância a 490nm em espectrofotômetro.

Determinação do carbono da biomassa microbiana (C microbiano)

O C microbiano foi estimado pelo método de fumigação - extração (Vance et al., 1987), que envolve a morte dos microrganismos pela destruição da membrana celular com clorofórmio e determinação do C liberado por extração em solução de sulfato de potássio. Foram utilizadas três subamostras com 20 g de solo para cada tratamento, com umidade ajustada para 80% da capacidade de campo e livres de materiais orgânicos grosseiros, para incubação das amostras.

Após seis dias de incubação, fez-se a fumigação de metade das amostras e, 24 horas depois, foi feita a comparação com o solo não fumigado determinando-se o carbono por digestão. As subamostras fumigadas e não fumigadas foram submetidas à extração com sulfato de potássio 0,5M após agitação por 40 minutos a 150 rpm e, em seguida, foram centrifugadas e filtradas. Para a filtração do sobrenadante foram utilizados filtros de papel quantitativo de 0,2 µm. Filtros com poros maiores não foram suficientes para reter parte das partículas de solo de várzea.

Oito mililitros do filtrado (extrato) de cada subamostra foram colocados em tubos de digestão, aos quais foram adicionados 2 mL da solução 0.066 M de dicromato de potássio e 15 mL de solução 2:1 de H₂SO₄:H₃PO₄. Os tubos permaneceram em bloco digestor por 30 minutos a 100°C e, em seguida, foram resfriados. Após ajuste de seu conteúdo 50 ml com água destilada, transferência para erlenmeyers de 125 mL e adição de sete gotas de indicador ferroína, foi feita a titulação utilizando solução padronizada de sulfato ferroso amoniacal. A biomassa (BM) microbiana foi calculada como $BM = 2,64 \times (C \text{ extraível em solo fumigado} - C \text{ extraível do não fumigado})$.

Quantificação de microrganismos de interesse agrícola

Dez gramas de solo foram adicionadas a 90 mL de água destilada e autoclavada em erlenmeyers de 250 ml, e submetidas a agitação por 40 minutos a 170 rpm em uma mesa agitadora de bancada. Em seguida, 1 mL do volume sobrenadante foi transferido para tubo de ensaio contendo 9 ml de água destilada e autoclavada. Após agitação, alíquotas de 1 mL foram retiradas dos tubos e transferida para placas de Petri devidamente identificadas, com aproximadamente 15 mL de meio de cultura específico para cada microrganismo a ser estudado. Cada amostra teve cinco repetições. Foram utilizados os meios de Nash & Snyder (*F. solani*), e de

Martin para a população total de fungos cultiváveis (propágulos por grama de solo). A população total de bactérias (unidades formadoras de colônia por grama de solo) foi avaliada com o meio de nutriente-ágar, enquanto o meio de King B foi utilizado para *Pseudomonas* spp. fluorescentes. A população de *R. solani* foi avaliada no meio de Ágar-água, de acordo com a porcentagem de resíduos orgânicos colonizados.

As placas foram incubadas na ausência de luz e sob temperatura ambiente, por 48 horas para bactérias ou por quatro a cinco dias para fungos, quando então foi feita a contagem de colônias sobre as placas. Foi utilizada uma lâmpada ultra-violeta para identificação de *Pseudomonas* spp. fluorescentes.

Todos os resultados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, utilizando-se o procedimento GLM do programa SAS versão 8, e separação de médias pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Resultados e Discussão

Os tratamentos influenciaram de modo diferente a atividade enzimática, a biomassa microbiana e as populações de microrganismos. Observou-se uma maior atividade microbiana no pousio e em plantios de sorgo com ou sem braquiárias (Tabela 1). Nos tratamentos com sorgo solteiro ou em consórcio com braquiárias a atividade microbiológica atingiu valores de até 262,94 µg FDA hidrolisado/minuto/g solo seco. Estes valores foram semelhantes ao pousio, indicando que esta variável pode não ser afetada por cultivos na entressafra do arroz. Estes valores foram superiores aos encontrados em milho solteiro ou em consórcio, que apresentaram uma redução da atividade enzimática em aproximadamente 50%, em relação aos demais tratamentos.

A biomassa microbiana (BM) variou de 301,00 µg de C / g de solo seco no plantio de milho, 70,99 µg de C / g de solo seco, no consórcio de milho com *B. decumbens*. À exceção deste último, em todos os tratamentos a BM foi superior à da testemunha.

Tabela 1. Atividade enzimática total, biomassa microbiana e população de fungos e bactérias em solo de várzea tropical cultivado com diferentes forrageiras. Dueré, TO, 2004.

Tratamento	Atividade Enzimática (µg FDA hidrolisado/minuto/g solo seco)	Biomassa microbiana (µg de C / g de solo seco)	Bactérias (UFC/g de solo)	Fungos (PPG)
Pousio	244,30 A	144,16 AB	3540 AB	1808 C
Sorgo	261,15 A	214,84 AB	4744 AB	2040 BC
Sorgo + <i>B. brizantha</i>	262,94 A	222,16 AB	4240 AB	2488 A
Sorgo + <i>B. decumbens</i>	255,41 A	239,41 AB	3120 B	1880 BC
Milho	129,35 B	301,00 A	5216 A	2272 AB
Milho + <i>B. brizantha</i>	139,66 B	163,83 AB	4488 AB	1784 B
Milho + <i>B. decumbens</i>	106,57 B	73,99 B	3864 AB	1744 C

Médias seguidas por letras iguais não diferiram entre si, de acordo com o teste de Tukey (5%).

UFC = Unidades formadoras de colônias
PPG = propágulos por grama de solo

Considerando as diferenças entre os cultivos e o pousio, o plantio de forrageiras proporcionou aumentos da BM até praticamente 100% do C microbiano no solo.

A BM pode ser incrementada com a retenção de matéria orgânica e o acúmulo de C no solo, o que é facilitado pelo sistema plantio direto (SPD) em relação ao plantio convencional (Bhardwaj & Datt, 1995; Salton et al., 1998; Mendes et al., 2003), ainda que eventualmente possa não ser alterada em solos cultivados em comparação aos em pousio (Witt et al., 2000). Os resultados obtidos neste estudo corroboram as vantagens do SPD, havendo aumento da BM em cultivos para a formação de palhada sobre o solo.

Observou-se também que, em geral, a BM em várzeas tropicais foi superior à encontrada em outros ambientes sob cultivo. À exceção do tratamento com milho e *B. decumbens*, a biomassa microbiana em Gleissolos de várzea tropical foi cerca de 400% superior à encontrada em latossolo roxo eutrófico em Londrina (PR), com valores estimados por Cattelan et al. (1997) entre 26,19 e 71,14 mg de C/g de solo seco. Do mesmo modo, a BM aqui avaliada foi aproximadamente 150% superior à dos solos dos Cerrados cultivados em Primavera do Leste (MT), conforme Matsuoka et al. (2003). Sabendo-se que a BM pode ser facilmente reduzida em cultivos, quando em comparação com a vegetação nativa, o C microbiano será investigado posteriormente neste estudo.

Sabendo-se da importância em armazenar carbono no solo para reduzir o lançamento deste na atmosfera e amenizar o efeito estufa (Mendes et al., 2003), as sucessões de milho, sorgo e sorgo com braquiárias foram capazes de armazenar mais carbono da biomassa microbiana do que o tratamento em pousio, tendo assim, outro efeito benéfico sobre o agroecossistema.

A BM isoladamente não fornece indicações sobre os níveis de atividade das populações microbianas sobre o solo (Matsuoka et al., 2003). A atividade das enzimas do solo é afetada por rotação de culturas, matéria orgânica, fatores ambientais, insumos químicos, entre outros (Tabatabai, 1994). As dificuldades em se relacionar a atividade microbiana à BM são conhecidas (Schnürer & Rosswall, 1982), e não há surpresas entre as diferenças entre os dois fatores aqui investigados. Apesar de ter sido encontrada uma atividade enzimática proporcionalmente menor, em comparação aos outros tratamentos, o plantio de milho foi capaz de abrigar altas populações dos componentes da biomassa, fungos e bactérias.

Estudos da dinâmica da biomassa em várzeas no cultivo do arroz irrigado e de outras culturas produzidas na entressafra são importantes, para o manejo de nutrientes e ciclagem do carbono (Lu et al., 2002). A análise em separado das populações de fungos e de bactérias pode ser útil para este entendimento. As populações de fungos cultivados em meio de Martin, variaram de 1880 a 2488 UFC / g de solo, com maiores populações nos tratamentos de sorgo com *B. brizantha* e milho. Em termos quantitativos, as populações de bactérias foram reduzidas em cultivos consorciados, enquanto nas de fungos isto só foi observado para os tratamentos com milho (Tabela2).

Tabela 2. Populações de *Pseudomonas* spp. fluorescentes, *Fusarium solani* e *Rhizoctonia solani* em solos de várzea tropical cultivados com diferentes forrageiras. Dueré, TO, 2004.

Tratamento	<i>Pseudomonas</i> spp. fluorescentes (UFC / g de solo)	<i>Fusarium solani</i> (PPG / g de solo)	<i>Rhizoctonia solani</i> (%ROC)
Pousio	221,2 A	3700 ABC	0,0 B
Sorgo	0,0 B	4500 A	0,0 B
Sorgo + <i>B. brizantha</i>	0,2 B	3920 AB	0,2 B
Sorgo + <i>B. decumbens</i>	3,4 B	2840 C	0,0 B
Milheto	11,6 B	3560 ABC	3,0 A
Milheto + <i>B. brizantha</i>	0,4 B	3360 BC	0,2 B
Milheto + <i>B. decumbens</i>	3,4 B	3280 BC	0,0 B

Médias seguidas por letras iguais não diferiram entre si, de acordo com o teste de Tukey (5%).

UFC = Unidades formadoras de colônias

PPG = propágulos por grama de solo

%ROC = porcentagem de resíduos orgânicos colonizados

Devido à sua adaptabilidade e versatilidade metabólica, as bactérias que colonizam raízes são um elemento chave para estudos em agroecossistemas. As interações entre rizobactérias com o sistema radicular são reguladas por exudatos radiculares e têm um efeito marcante sobre a sanidade das plantas, produção agrícola e qualidade dos solos (Sturz & Christie, 2003). *Pseudomonas fluorescens* e outras espécies deste gênero que apresentam fluorescência são reconhecidas como bactérias promotoras do crescimento de plantas, e se enquadram no grupo descrito acima. Neste estudo as populações de *Pseudomonas* spp. fluorescentes foram reduzidas drasticamente em todos os tratamentos, em comparação com o pousio. Sua manutenção no solo é desejável devido ao seu potencial de produção de hormônios promotores de crescimento vegetal que aumentam o crescimento de raízes, o número de pêlos radiculares e a inibição de patógenos que sobrevivem no solo (Sturz & Christie, 2003; Cattelan, 1999).

As *Pseudomonas* fluorescentes são produtoras de sideróforos, capazes de seqüestrar o ferro disponível na rizosfera, assim restringindo a colonização de patógenos sensíveis à supressão de ferro (Weller, 1988). A influência do sistema radicular das culturas e o não-revolvimento do solo no plantio são normalmente considerados como benéficos às *Pseudomonas* fluorescentes. É possível que insumos como herbicidas e adubos tenham afetado as populações destas bactérias no solo.

A densidade de *F. solani* foi alta em todos os tratamentos, chegando a 4500 UFC/g de solo no tratamento com sorgo, sendo equivalente à média encontrada em solos dos Cerrados da Região Centro-Oeste, irrigados por pivô central, sob cultivo intensivo. Não se pode afirmar que a população de *F. solani* encontrada em várzeas seja patogênica, sendo necessário completar os postulados de Koch para checar a possibilidade de danos em culturas.

Rhizoctonia solani não foi detectada no pousio, sorgo e nos consórcios de sorgo e milho com *B. decumbens*. Somente em milho foi encontrada uma população

superior aos demais tratamentos, com 3% de resíduos orgânicos colonizados. Em plantios intensivos em terras altas, nos Cerrados, irrigados por pivô central foram encontrados 5% de resíduos orgânicos colonizados, segundo Costa & Rava (2003), suficiente para a ocorrência de sérios problemas de podridões radiculares e de perdas na produção.

Foi verificado também que *R. solani* pode já estar presente no solo antes da implantação da cultura do arroz, e que possivelmente plantas supressoras possam ser utilizadas no controle deste patógeno, contribuindo para minimizar danos da queima-das-bainhas no arroz irrigado. As braquiárias são consideradas como plantas supressoras de *F. solani* e *R. solani*, por estimularem a microflora saprofítica e a atividade microbiológica, induzindo um processo de controle biológico no solo. O efeito supressor de braquiárias sobre *F. solani* foi observado nos tratamentos com sorgo, onde *B. brizantha* e *B. decumbens* reduziram a densidade desta espécie em 13 e 37%, respectivamente. É possível que a redução da densidade de *F. solani* prossiga em outras etapas do sistema de produção, como no aporte de matéria orgânica no solo ocasionado pela dessecação das plantas de cobertura.

A densidade de inóculo de *R. solani* observada em milho consorciado com *B. brizantha* foi de 0,2% de resíduos orgânicos colonizados, com ausência do patógeno no consórcio com *B. decumbens*. *Rhizoctonia solani* praticamente não foi recuperada nos tratamentos com sorgo. A supressão de *R. solani* em tratamentos com alta atividade enzimática é compatível com os relatos de Ghini et al. (1998) e Costa & Rava (2003).

Os microrganismos estudados são endêmicos nos solos do Brasil, e aeróbicos. *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia* spp. podem sobreviver por vários anos por meio de estruturas de resistência, mas considera-se que o alagamento do solo apodrece suas estruturas de resistência, matando os patógenos. Ainda que a água de irrigação possa reintroduzir estes microrganismos no início da estação chuvosa, a dinâmica destas populações no sistema de plantio merece ser estudada em detalhes. A avaliação do sistema radicular de plantas cultivadas e a identificação de *formae specialis* de *Fusarium* na área em estudo podem revelar se há ou não o potencial de dano de *F. solani* no local.

A introdução do SPD nesta região indica a necessidade de uma melhor compreensão de processos biológicos que ocorrem no solo, visto que acúmulo de restos culturais, densidade de inóculo de patógenos, umidade do solo constante e alta e compactação do solo são agravantes à ocorrência de doenças (Sturz et al., 1997). Por outro lado, a supressividade a doenças pode ser condicionada por práticas culturais, como rotação de culturas e cultivo de plantas supressoras, que permitam uma alta atividade microbiológica e o antagonismo a patógenos em níveis suficientes para se manter ou formar solos supressivos a doenças. Manter em níveis altos a biomassa microbiana e a atividade enzimática pode ser, neste caso, essencial para a contínua exploração do ambiente de várzeas tropicais.

Este é aparentemente o primeiro relato de indicadores de qualidade de solo e da densidade de microrganismos, no Vale do Rio Araguaia, e faz parte de uma avaliação preliminar do impacto da produção agrícola sobre a comunidade microbiana em várzea tropical. Avaliações da diversidade de microrganismos e de outros processos bioquímicos, serão posteriormente comparadas em diversos sistemas de produção para se verificar se há um estresse ou uma recuperação com relação à vegetação nativa, fornecendo informações sobre seus efeitos na produtividade das culturas e melhor subsidiar a exploração sustentável nas várzeas tropicais.

Conclusões

1. A biomassa microbiana e atividade enzimática podem ser incrementadas em solos de várzeas tropicais, com o plantio de de forrageiras para a formação de palhada, em sistema plantio direto.
2. O plantio de milho e as sucessões de sorgo com braquiárias são capazes de armazenar mais carbono no solo do que os demais tratamentos utilizados, tendo efeito benéfico para o ambiente.
3. Braquiárias podem ser utilizadas como plantas supressoras de patógenos de solo, no ambiente de várzeas tropicais.
4. Fungos e bactérias aeróbicos podem ser encontrados em alta densidade durante o período em que a várzea está inundada. Suas populações são afetadas de modo distinto pelas plantas cultivadas para instalação do sistema plantio direto.
5. As populações de bactérias *Pseudomonas* spp. fluorescentes são drasticamente reduzidas com o cultivo do solo.

Referências Bibliográficas

- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 305 p.
- BENDING, G. D.; TURNER, M. K.; RAYNS, F.; MARX, M. C.; WOOD, M. Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating areas under contrasting agricultural management regimes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 36, n. 11, p. 1785-1792, Nov. 2004.
- BHARDWAJ, K. K. R; DATT, N. Effects of legume green-manuring on nitrogen mineralization and some microbiological properties in an acid rice soil. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, n. 1, p. 19-21, Jan. 1995.
- CANTERI, M. G.; DALLA PRIA, M.; SILVA, O. C. da (Ed.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 1999. 178 p.
- CARTER, M. R. Soil Quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 1, p. 38-47, Jan./Feb. 2002.
- CATTELAN, A. J. **Métodos quantitativos para determinação de características bioquímicas e fisiológicas associados com bactérias promotoras do crescimento vegetal**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 139).
- CATTELAN, A. J.; TORRES, E.; SPOLADORI, C. L. Sistemas de preparo com a sucessão trigo/soja e os microrganismos do solo, em Londrina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 303-311, abr./jun. 1997.
- COSTA, J. L. da S.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do Feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 523-533.
- GHINI, R.; MENDES, M. D. L.; BETTIOL, W. Método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) como indicador de atividade microbiana no solo e supressividade a *Rhizoctonia solani*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 24, n. 3/4, p. 239-242, jul./dez. 1998.
- LU, Y.; WATANABE, A.; KIMURA, M. Contribution of plant-derived carbon to soil microbial biomass dynamics in a paddy rice microcosm. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 36, n. 2, p. 136-142, Sept. 2002.
- MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícola anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 425-433, maio/jun. 2003.
- MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro sob plantio convencional e direto no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 435-443, maio/jun. 2003.
- RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. da. Produção de semente sadia. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 243-248.
- SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Org.). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. 248 p. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).
- SANTOS, A. B. dos. Aproveitamento da soca. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 463-492.

SCHNÜRER, J.; ROSSWALL, T. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 43, n. 6, p. 1256-1261, June 1982.

STURZ, A. V.; CHRISTIE, B. R. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. **Soil Tillage and Research**, Amsterdam, v. 72, n. 2, p. 107-123, Aug. 2003.

STURZ, A. V.; CARTER, M. R.; JOHNSTON, H. W. A review of plant disease, pathogen interactions and microbial antagonism under conservation tillage in temperate humid agriculture. **Soil Tillage and Research**, Amsterdam, v. 41, n. 3/4, p. 169-189, Apr. 1997.

TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: WEAVER, R. W. (Ed.). **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 775-833. (SSSA. Book Series, 5).

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 703-707, 1987.

WELLER, D. M. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 26, p. 379-407, 1988.

WITT, C.; BIKER, U.; GALICIA, C. C.; OTTOW, J. C. C. Dynamics of soil microbial biomass and nitrogen availability in a flooded rice soil amended with different C and N sources. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 30, n. 5/6, p. 520-527, Mar. 2000.

Comunicado Técnico, 89



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Arroz e Feijão
 Rodovia Goiânia a Nova Veneza Km 12 Zona Rural
 Caixa Postal 179
 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
 Fone: (62) 533 2123
 Fax: (62) 533 2100
 E-mail: sac@cnpaf.embrapa.br

1ª edição 2004
 1ª impressão (2004): 1000 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: *Carlos A. Rava*
 Secretário-Executivo: *Luiz Roberto R. da Silva*

Expediente

Supervisor editorial: *Marina A. Souza de Oliveira*
 Revisão de texto: *Marina A. Souza de Oliveira*
 Tratamento das ilustrações: *Nérilton Paulino*
 Editoração eletrônica: *Nérilton Paulino*
 Revisão Bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*