

Bioindicadores de Qualidade do Solo de Cerrado sob Sistemas de Manejo para a Produção Orgânica

Introdução

Nos últimos anos, a demanda mundial por alimentos saudáveis tem crescido significativamente, inclusive, por produtos de origem animal e derivados. Não obstante a demanda crescente por estes produtos, ainda há necessidade, especialmente no Brasil, de novos conhecimentos científicos a serem apropriados pelos produtores, a fim de assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da propriedade, sem perda de competitividade.

Nesse contexto, a agricultura orgânica, que procura eliminar o uso de insumos químicos sintéticos no processo produtivo, ganha espaço na preferência do consumidor, pois, além de ofertar alimentos mais saudáveis, atende aos preceitos de uma agricultura de base ecológica, ou seja, orientada para a preservação do meio ambiente, melhoria da qualidade de vida do produtor e do consumidor e equidade social. E ainda apresenta maior potencial para a contribuição de sequestro de carbono no solo que os demais sistemas agrícolas, que é importante para o equilíbrio da biosfera.

Considera-se que a manutenção e melhoria da qualidade do solo é uma característica chave para a estabilidade, sustentabilidade e produtividade de ecossistemas naturais e de agroecossistemas. Sistemas de manejo em produção orgânica pressupõem o desenvolvimento de diversidade biológica no campo, como meio de recuperar e manter a fertilidade do solo e, conseqüentemente, melhorando sua qualidade e sua capacidade produtiva.

O termo qualidade ou saúde do solo possui definição ainda controversa, mas, com base nas funções do solo, pode ser bem ilustrado através dos seguintes componentes: a) sustentabilidade da produção, relacionada à capacidade de suprimento do solo em água, nutrientes, condições físicas e outras características associadas à produção; b) qualidade ambiental, relacionada à capacidade de biorremediação do solo; c) saúde de plantas e de animais, associada à produção de alimentos e fibras de qualidade e prover habitats saudáveis para plantas, animais e microrganismos benéficos. Quando os diferentes componentes do ecossistema do solo atingem o equilíbrio, isso reflete a qualidade do solo

Em produção orgânica, a saúde do solo deve ser construída alimentando o componente vivo do solo, isto é, os organismos que liberam, transformam e transferem nutrientes no sistema solo - planta. A matéria orgânica contribui para boa estrutura, capacidade de retenção de umidade e capacidade de troca catiônica efetiva do solo. Nesses casos, a alimentação da biota do solo e a construção da matéria orgânica do mesmo são feitas através de um sistema bem planejado de práticas de rotação de culturas, manejo de resíduos vegetais e animais, fertilização e as demais práticas culturais. O

Sete Lagoas, MG
Dezembro, 2005

Autores

Ivanildo Evódio Marriel

Eng. Agr., Doutor. Embrapa
Milho e Sorgo. Caixa Postal
151 CEP 35701-970 Sete
Lagoas, MG. E-mail:
imarriel@cnpmis.embrapa.br

Christiane Abreu de Oliveira

Eng. Agr., Estudante de
Doutorado da UFMG

Miriam Kaori Utida

Eng. Agr., Estudante de
Mestrado da UFMG

Giselle Gomes Monteiro

Bióloga, Estudante de
Mestrado da UFLA

Ramon Costa Alvarenga

Eng. Agr., Doutor. Embrapa
Milho e Sorgo.
ramon@cnpmis.embrapa.br

José Carlos Cruz

Eng. Agr., Ph.D., Embrapa
Milho e Sorgo.
zecarlos@cnpmis.embrapa.br

suprimento de nitrogênio pode ser bem equacionado com boas leguminosas, inoculadas com rizóbio adequado, usadas como adubo verde. Deve ser incentivada também a utilização de outros microrganismos, para otimizar a eficiência de rochas fosfáticas e potássicas. O estabelecimento de práticas agrícolas que permitam uma nutrição balanceada das culturas constitui a principal estratégia para prevenção de doenças, de pragas e para o controle de plantas espontâneas.

Essas práticas afetam significativamente a saúde do solo, alterando seus atributos químicos, físicos e biológicos. Para monitorar a qualidade do solo torna-se necessário o uso de indicadores apropriados. Os atributos desejáveis de indicadores ecológicos deveriam atender os seguintes critérios:

- 1.apresentar resposta rápida e acurada da perturbação antrópica;
- 2.refletir alguns aspectos funcionais do ecossistema analisado;
- 3.ser de uso simples, rápido e economicamente acessível;
- 4.apresentar distribuição universal e especificidade individual temporal e espacial no ambiente.

O potencial de bioindicadores, isto é, indicadores microbianos, reside no fato de serem capazes de detectar rapidamente alterações, em função das práticas de manejo, enquanto os atributos químicos e físicos do solo ainda não foram alterados.

Além das estimativas do tamanho e atividade de população microbiana do solo, o perfil metabólico de comunidades microbianas tem sido utilizado com sucesso em estudos de ecologia microbiana sob diferentes ecossistemas. Essa linha de pesquisa faz parte de um programa mais amplo, através de um projeto, em rede, com a participação de várias unidades da Embrapa, visando de forma articulada e integrada: a) estabelecer bases científicas e tecnológicas para a promoção da produção orgânica com base agroecológica como um instrumento de desenvolvimento rural sustentável; b) ampliar a base conceitual para o avanço do conhecimento, caracterização e avaliação de produtos e processos; c)

desenvolver tecnologias apropriadas relacionadas às várias etapas das cadeias produtivas do agronegócio

Objetivo

Avaliar alguns atributos microbiológicos como indicadores de mudanças da qualidade de um solo de cerrado, sob sistemas de manejo para a produção orgânica de grãos.

Metodologia

As amostras foram coletadas em parcelas experimentais do sistema de produção orgânico de grãos em um Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), em Sete Lagoas, MG, em pontos georreferenciados, sob quatro tipos de cobertura do solo (milho (*Zea mays*), mucuna preta (*Mucuna aterrima*), crotalária (*Crotalaria juncea*) e vegetação de cerrado natural - controle), com três repetições, em diferentes profundidades e épocas.

Os atributos biológicos avaliados como indicadores de mudanças da qualidade biológica do solo, em função do sistema de cobertura e da profundidade do solo foram: atividade da urease, atividade da arginase, diversidade funcional e composição quantitativa e qualitativas de comunidades microbianas.

A atividade das enzimas urease e arginase foram avaliadas através da determinação colorimétrica de amônio liberado nas amostras incubadas.

Para a avaliação da composição quantitativa das comunidades microbianas de bactérias, de fungos e de actinomicetos, utilizaram-se os meios específicos para cada um dos grupos, para a obtenção do número de células viáveis por grama de solo

A disponibilidade de carbono foi determinada como carboidratos em extratos obtidos a frio e a quente (80°C) e carbono orgânico.

Para a determinação da diversidade funcional, fingerprint metabólico, utilizou-se o sistema Biolog, com placa ECOPLATE® (Biolog, Inc. HAYWARD; A; USA), que contém três grupos iguais de 31 substratos diferentes, inoculadas com 120 µl da suspensão diluída (10⁻²) de solo. As placas foram incubadas no escuro e

lidas no leitor de placas (Labstems, Multskan, MS) a 405 nm, após 72 horas. Os parâmetros ecológicos da diversidade metabólica, estimados a partir das leituras obtidas foram: riqueza de substrato (S), equidade ou índice de similaridade (E), atividade total em cada amostra (medida através da intensidade da cor nas fontes de carbono utilizadas) e diversidade metabólica, através do índice de shannon (H).

Resultados

A urease é uma enzima produzida por microrganismos e plantas, mas sua maior parte no solo é proveniente da microbiota. Resultados de pesquisa mostram correlação positiva e significativa entre a atividade da urease e biomassa microbiana. A arginase catalisa a degradação da arginina no solo, liberando NH_4 , que é imobilizado pela comunidade microbiana ativa, ou excretado na solução do solo. Esse processo tem sido utilizado como medida do N potencialmente mineralizável do solo.

Os resultados para a urease, medida em quatro profundidades, um ano após a instalação do ensaio, são apresentados na Figura. 1. Detectaram-se diferenças significativas (teste F, a 5% de probabilidade) entre as diferentes coberturas vegetais, com destaque para o cerrado natural, que apresentou maiores atividades, seguido da mucuna, crotalária e milho. A atividade enzimática decresceu com o aumento da profundidade, exceto nas amostras da área cultivada com milho.

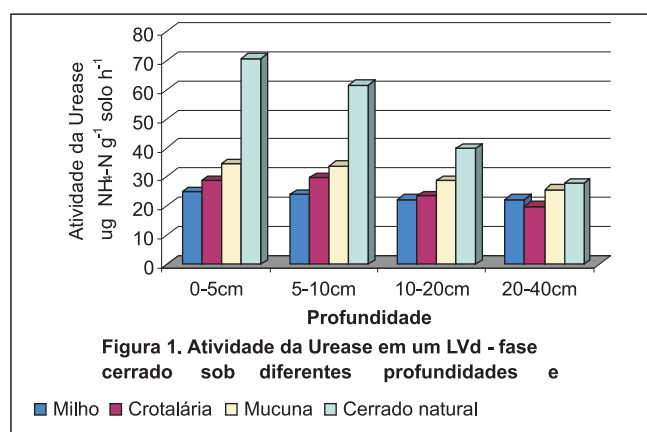


Figura 1. Atividade da urease em amostra de um LVd, sob quatro tipos de cobertura vegetal, em quatro profundidades. Valores médios de três repetições. Ano 2002.

Observou-se correlação positiva e significativa entre a atividade da urease e os parâmetros da diversidade funcional avaliados, indicando a importância desses atributos para a função dos ecossistemas.

Quanto à arginase, após o terceiro ano, observaram-se diferenças significativas entre os ecossistemas (Figura 2) e entre as duas profundidades estudadas. Dentre os ecossistemas, maior atividade dessa enzima foi detectada no sítio considerado cerrado natural e, sob as demais coberturas, observou-se a mesma tendência observada para a atividade da urease.

A diversidade funcional da microbiota do solo, no primeiro ano de ensaio, foi estimada a partir do sistema Biolog, através da diversidade metabólica (H), riqueza de substrato (S), distribuições de reações (E) e atividade total.

Os resultados, apresentados nas Figuras 3 e 4, mostraram maior atividade total média e diversidade microbiana (H) nos solos sob vegetação de cerrado natural e na camada superficial, respectivamente. Nos dois casos (H e atividade total), a ordem observada foi: sítio 1- milho; sítio 2 – crotalária; sítio 3 – mucuna; sítio 4- cerrado natural. Em sistemas que favorecem o equilíbrio do solo (sem constante revolvimento), a diversidade funcional torna-se mais elevada. Todos os parâmetros da diversidade funcional foram positiva e significativamente correlacionados entre si e com a atividade da urease ($P < 0,05$), indicando a importância desses atributos para a função dos ecossistemas.

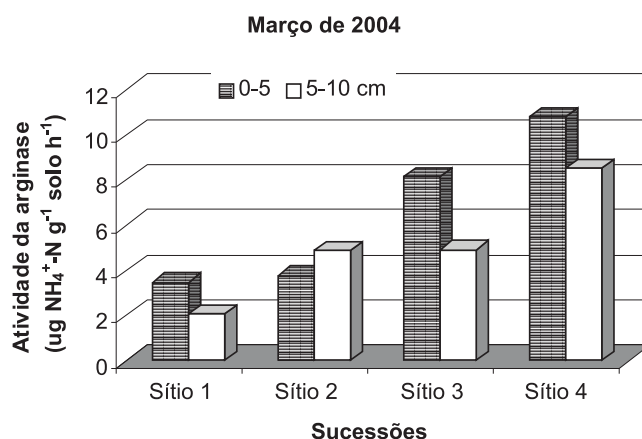


Figura 2. Atividade da arginase em amostras de um LVd, sob diferentes sequências de culturas: sítio 1- Milho - soja-milho; sítio 2- Crotalária-arroz-soja; sítio 3 - Mucuna-arroz-soja, e sítio 4- Cerrado natural. Valores médios de três repetições. Ano 2004.

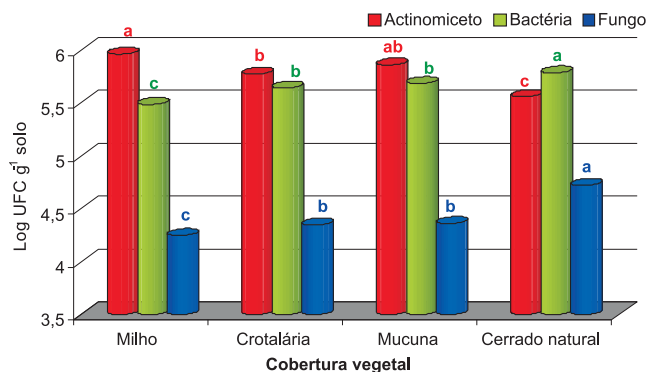


Figura 3. População de actinomicetos, de bactérias e de em amostras fungos de um LVd sob quatro tipos de cobertura vegetal. Média de três épocas de coleta. Ano 2002.

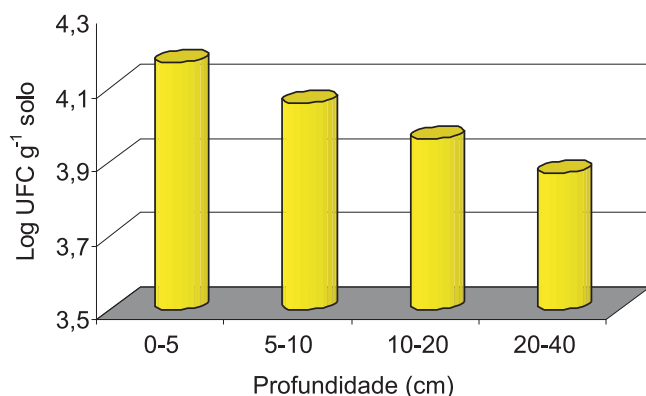


Figura 4. População da comunidade fúngica em quatro profundidades. Valores médios de quatro tipos de cobertura vegetal.

Os resultados da composição quantitativa das comunidades de bactérias, de fungos e de actinomicetos, nas profundidades (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm) estão apresentados na Figura 5, e a influência da profundidade nessas variáveis, na Figura 6. De modo similar aos demais atributos biológicos, observaram-se diferenças significativas para a composição das comunidades microbianas de fungo, bactérias e de actinomicetos em função dos tipos de cobertura vegetal e da profundidade. Houve uma alteração do tamanho das populações microbianas avaliadas, com redução das populações em função do aumento da profundidade, com amplitude de variação dependente da cobertura vegetal.

Os dados da disponibilidade de carbono, determinada como carboidratos extraídos a frio e a quente (80°C) e carbono orgânico e atividade da urease, no segundo ano de experimento, em duas profundidades (0-5 e 20-

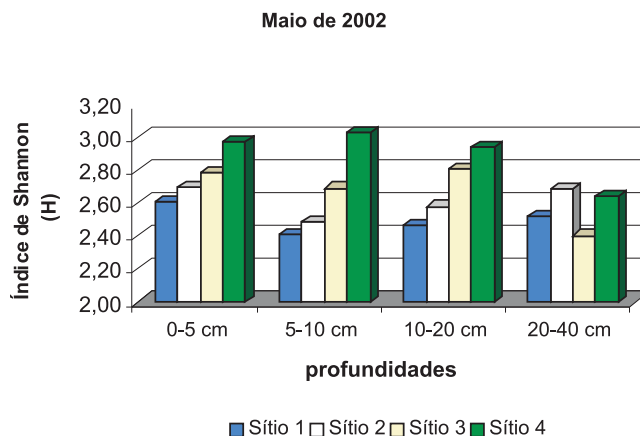


Figura 5. Diversidade microbiana em amostras de um LVd, solo sob diferentes coberturas vegetais e diferentes profundidades. sítio 1- milho; sítio 2- crotalária; sítio 3 -mucuna e sítio 4- cerrado natural. Valores médios de três repetições.

Atividade Total na placa ECOPLATE

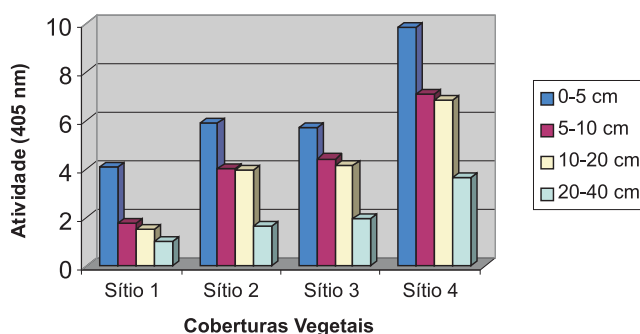


Figura 6. Diversidade metabólica, medida através da atividade total, em de amostras de um LVd, fase cerrado, solo sob diferentes coberturas vegetais e diferentes profundidades. sítio 1- milho; sítio 2- crotalária; sítio 3 -mucuna e sítio 4- cerrado natural. Valores médios de três repetições. Ano 2002.

40 cm) estão na Figura 7. Observaram-se diferenças significativas em função da cobertura vegetal (cerrado natural > mucuna = crotalária > milho) e da profundidade para todas as variáveis analisadas, com valores mais elevados na camada superficial, exceto carbono orgânico, que variou somente com a profundidade. Os teores de carboidratos extraídos em água quente foram aproximadamente dez vezes superiores aos obtidos a frio (dados não mostrados) e, independente do modo extração, correlacionaram-se significativa e positivamente com a atividade da urease

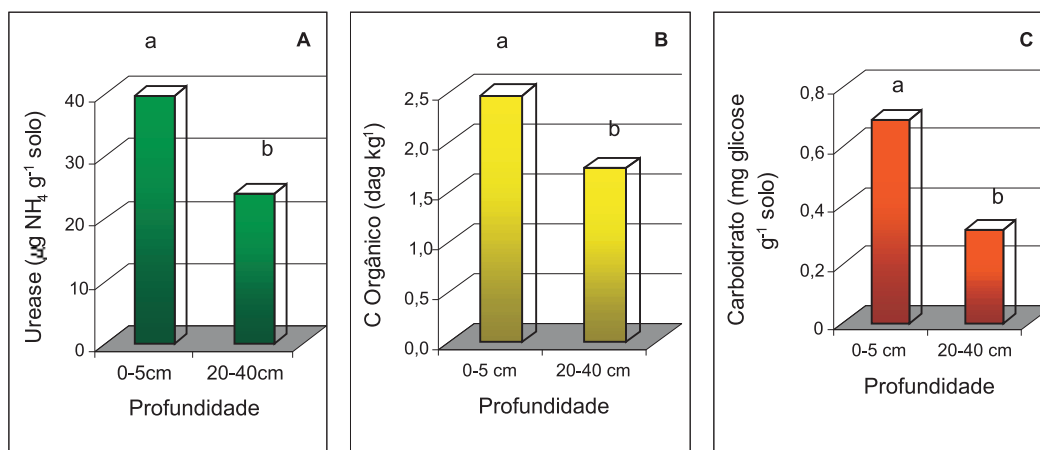


Figura 7. Atividade da urease (A), teor de carbono orgânico (B) e teor de carboidratos (C), em amostras de um LVd, sob quatro tipos de cobertura vegetal, em duas profundidades. Valores médios dos quatro ecossistemas. Ano 2003.

e carbono orgânico. Todas as variáveis analisadas apresentaram valores mais elevados na camada superficial.

Uma melhor compreensão dos processos microbianos e da estrutura microbiana no solo é necessária antes que uso de bioindicadores seja factível para o estabelecimento de estratégias para implementar práticas de manejo de longo prazo mais adequadas à estabilidade e à sustentabilidade de sistemas produtivos.

Conclusões

1. Os atributos avaliados permitem a obtenção de resultados importantes para monitorar alterações da qualidade biológica do solo em função do manejo em uso.
2. As amostras de solo do cerrado natural, utilizado como referência, apresentaram sempre valores mais elevados para os atributos analisados, independente de profundidades e épocas avaliadas, exceto para populações de fungos, que foram mais elevadas nas de milho.
3. O nível atual de compreensão dos processos funcionais do componente biótico do solo e de sua significância ecológica ainda não permite a identificação ou recomendação de bioindicadores isolados como estratégia para o estabelecimento de práticas de manejo sustentável de longo prazo.

Bibliografia Consultada

- DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1995. (SSSA. Special Publication, n. 35).
- HE, L. Z.; YANG, X. E.; BALIGAR, V. C.; CALVER, D. V. Microbiological and biochemical index systems for assessing quality acids soils. **Advances in Agronomy**, New York, v. 78, p. 90-138, 2003
- MONTEIRO, G. G.; BORGES, M. T; UTIDA, M. K.; CRUZ, J. C.; OLIVEIRA, C. A.; OLIVEIRA, A. C.; MARRIEL, I. E. Alterações da composição microbiana sob sistemas de manejo orgânico, em função de cobertura vegetal e profundidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 22., 2003. Florianópolis. **Resumos**. Florianópolis: SBM, 2003. CD-ROM.
- MONTEIRO, G. G.; UTIDA, M. K.; CRUZ, J. C.; OLIVEIRA, A. C. de.; OLIVEIRA, C. A. de.; MARRIEL, I. E. Atividade da urease e arginase em solo sob diferentes cobertura vegetal em um sitio agroecológico. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRICAÇÃO DE PLANTAS, 26., REUNIAO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10., SIMPOSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 8, REUNIAO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO

SOLO,5, 2004. Lages. **FERTBIO 2004:** [avaliação das conquistas: bases para estratégias futuras: anais]. Lages: SBCS; UDESC Lages, Departamento de Solos, 2004. CD-ROM

UTIDA, M. K.; MONTEIRO, G. G.; BORGES, M. T.; OLIVEIRA, C. A.; OLIVEIRA, A. C.; SCOTTI, M. R. M. M. L.; SÁ, N. M. H.; MARRIEL, I. E. Disponibilidade de carbono e atividade da urease no solo em um sítio agroecológico no cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 22., 2003. Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: SBM, 2003. CD-ROM.

UTIDA, M. K.; SCOTTI, M. R. M.; CARNEIRO, N. M. de S.; OLIVEIRA, A. C. de; FRANCA, G. E.; OLIVEIRA, C. A. de; CRUZ, J. C.; MARRIEL, I. E. Atividade da urease e diversidade funcional da microbiota ,de um sítio agroecológico de um solo de cerrado. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRICAÇÃO DE PLANTAS, 25., REUNIAO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS,9., SIMPOSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7, REUNIAO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO,4, 2002, Rio de Janeiro, RJ. **Fertbio 2002:** agricultura: bases ecológicas para o desenvolvimento social e econômico sustentado. Rio de Janeiro: [s.n.], 2002. CD-ROM.

Circular Técnica, 73

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo
Endereço: MG 424 Km 45 Caixa Postal 151 CEP
35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3779 1000
Fax: (31) 3779 1088
E-mail: sac@cnpms.embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2005): 200 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Antônio Carlos de Oliveira
Secretário-Executivo: Paulo César Magalhães
Membros: Camilo de Lélis Teixeira de Andrade,
Cláudia Teixeira Guimarães, Carlos Roberto Casela,
José Carlos Cruz e Márcio Antônio Rezende Monteiro

Expediente

Supervisor editorial: Clenio Araujo
Revisão de texto: Dilermando Lúcio de Oliveira
Editoração eletrônica: Dilermando Lúcio de Oliveira