

Atividade da Arginase e Urease em solo de cerrado sob diferentes sistemas de manejos e uso do solo

Jaqueline de Moura Araújo⁽¹⁾; **Ivanildo Evódio Marriel**⁽²⁾; **João Herbert Moreira Viana**⁽³⁾ & **Christiane Abreu de Oliveira Paiva**⁽⁴⁾

(1) Engenheira Ambiental e Sanitarista. Bolsista do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/FAPED, jamoat2006@yahoo.com.br (apresentador); (2) Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, imarriel@cnpmc.embrapa.br ; (3) Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, jherbert@cnpmc.embrapa.br ; (4) Pesquisadora, Embrapa Milho e Sorgo, christiane.paiva @cnpmc.embrapa.br ;

Apoio: CNPq, CAPES, Fapemig

RESUMO: As alterações do uso da terra, relacionadas aos agroecossistemas, causam impactos na microbiota do solo. Enzimas podem ser usadas para monitorar essas alterações. O presente trabalho objetivou avaliar o efeito do manejo e do uso do solo e da época de amostragem na atividade da urease e da arginase em solo de cerrado sob diferentes sistemas de manejo. Foram avaliados os seguintes tipos de uso do solo: cerrado natural, eucalipto, pinus, plantio direto, plantio convencional, plantio direto irrigado sob pivô central. Foram retiradas amostras compostas de três subamostras, em quatro profundidades (0-10, 10-20, 20-40 e 40-80 cm). A atividade da arginase foi determinada através da medida da taxa de hidrólise da arginina. A atividade da urease foi determinada através da taxa de hidrólise da uréia. As enzimas arginase e urease se comportaram de forma diferenciada nos tratamentos estudados. A primeira não foi sensível ao efeito de sistema de manejo e de profundidade, respondendo apenas à época e ao ano de amostragem. A segunda enzima respondeu a todos os fatores de variação, exceto à época de amostragem.

Palavras-chave: indicadores biológicos, enzimas de solo, nitrogênio

INTRODUÇÃO

As alterações do uso da terra, especialmente as relacionadas aos agroecossistemas, causam impactos na microbiota do solo, podendo afetar importantes mecanismos relacionados à ciclagem de nutrientes, como o nitrogênio. A avaliação desse impacto, no entanto, não é simples, em função das dificuldades operacionais inerentes à medida da atividade biológica. Uma alternativa tem sido o uso de medidas de atividade enzimática no solo, que podem ser relacionadas à condição presente da microbiota.

Para isso, é necessário um melhor conhecimento dos mecanismos enzimáticos envolvidos na

ciclagem e disponibilização de nutrientes para as plantas em condições naturais e em áreas agrícolas. Duas enzimas, a urease e arginase, relacionadas à ciclagem de nitrogênio, têm sido sugeridas como indicadoras dessa atividade. A urease é uma enzima produzida por microrganismos e por plantas, responsável pela hidrólise da uréia para dióxido de carbono e amônia. A avaliação da atividade da urease é uma ferramenta importante para o diagnóstico da disponibilidade de nitrogênio no ambiente. A arginase é uma enzima que catalisa a degradação da arginina no solo com a liberação de amônio, cuja atividade tem sido considerada como medida do N potencialmente mineralizável no solo. Ao contrário da urease, que se torna complexada pelos colóides do solo, a atividade da arginase é dependente de células microbianas metabolicamente ativas (Alef e Keiner, 1987). Dentre os fatores que afetam a atividade enzimática do solo, destacam-se a concentração do substrato, o nível de umidade, temperatura e pH do solo (Santos et al., 1991; Silva et al., 1995; Arunachalan & Melkania, 2009). Em condições tropicais, pouco se conhece sobre a atividade da urease no solo e os fatores que a afetam. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do manejo e do uso do solo e da época de amostragem na atividade da urease e da arginase em solo de cerrado sob diferentes sistemas de manejo.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras analisadas foram coletadas na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, em solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (LVd), sob seis tipos de manejo: cerrado natural, eucalipto, pinus, plantio direto, plantio convencional, plantio direto irrigado sob pivô central. A área está localizada na latitude 19°28' S, e longitude 44°15'08" W, com altitude



média de 730 m. A temperatura média anual é 22,1°C e precipitação média de 1340 mm, com estação chuvosa entre outubro e março e estação seca de abril a setembro. Para as amostragens, em cada sistema, foram definidos três blocos de 10 x 10 m. Em cada bloco, foram retiradas amostras compostas de três subamostras, em quatro profundidades (0-10, 10-20, 20-40 e 40-80 cm). A atividade da arginase foi determinada através do método proposto por Alef & Kleiner (1986), por medida da taxa de hidrólise da arginina. A atividade da urease (taxa de hidrólise da uréia) foi determinada através do método proposto por Kandeler & Gerber (1988), que envolve a quantificação de amônio liberado durante o período de incubação do solo com uréia, sem tolueno. Os teores de amônio foram determinados por calorimetria, a 660 nm e expressos em μg de $\text{NH}_4\text{-N g}^{-1}$ solo. Foi executada a análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados das análises estatísticas (ANAVA e testes de Tukey) para a atividade da arginase e da urease do solo, nos diferentes tratamentos, estão apresentados nas tabelas 1 a 10. Não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas em função dos sistemas de manejo e uso do solo para a atividade da arginase, entretanto, foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) para época de amostragem e ano de amostragem. As interações também não foram significativas, exceto para época x ano. Houve tendência à redução da atividade enzimática nas maiores profundidades do solo, assim como nos sistemas de manejo convencional e sob pivô. A redução na época seca em relação à chuvosa pode ser atribuída à redução da própria atividade microbiana. A diferença entre os dois anos pode ter sido em função de vários fatores, como as variações climáticas. Resultados anteriores para essa mesma área indicam diferenças entre os sistemas de manejo, profundidade e época de amostragem e entre as interações destes (Teixeira et al. 2008).

Para a atividade da urease, detectaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) para todos os fatores de variação, com exceção da época de amostragem. As interações profundidade x manejo e

época x ano foram as únicas significativas estatisticamente. Atividade elevada da urease sob ecossistemas de pinus e eucalipto e cerrado tem sido relatada em outras pesquisas (Longo & Melo, 2005; D'Andrea et al, 2004).

CONCLUSÕES

As enzimas arginase e urease se comportaram de forma diferenciada nos tratamentos estudados. A primeira não foi sensível ao efeito de sistema de manejo e de profundidade, respondendo apenas à época e ao ano de amostragem. A segunda enzima respondeu a todos os fatores de variação, exceto à época de amostragem.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem os recursos da bolsa do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/FAPED.

REFERÊNCIAS

- ALEF, K and KEINER, D. Arginine ammonification, a simple method to estimate microbial activity potentials in soils. *Soil Biol, Biochem.*, v.18 no2:233-235,1986.
- ARUNACHALAN, A. & MELKANIA, N.P. Influence of soil properties on microbial populations, activity and biomass in humid subtropical mountains ecosystems of India. *Soil Biol. Biochem.*, 30:217-223, 2009.
- D'ANDREA, A. SILVA, M.N., CURI, N. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesq. Agropec. Bras.*, vol.39, no.2, p.179-186, 2004.
- FERREIRA, DANIEL FURTADO. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium (Lavras)*, v. 6, p. 36-41, 2008.
- KANDELER, E.; GERBER, H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biol. Fertil. Soils*, 6: 68-72, 1988.
- LONGO, R M & MELO, W. J. Atividade da urease em latossolos sob influência da cobertura vegetal e



da época de amostragem. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 2005, 29(4): 645-650. 2005.

RODRIGUES, M.B. & KIEHL, J.C. Volatilização de amônia após emprego de uréia em diferentes doses e modos de aplicação. *R. Bras. Ci. Solo*, 10:38-43, 1986.

SANTOS, A.R.; VALE, F.R. & SANTOS, J.A.G. Avaliação de parâmetros cinéticos da hidrólise da uréia em solos do sul de Minas Gerais. *R. Bras. Ci. Solo*, 15:309-313, 1991.

SILVA, T.; MELO, W.J.; TEIXEIRA, S.T.; LEITE, S.A.S. & CHELI, R.A. Efeito do lodo de esgoto contaminado com doses crescente de crômio sobre a atividade enzimática do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Viçosa, Anais. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.2325-2330. 1995.

TEIXEIRA, J. M. A.; SILVA, U. C.; NEVES, A. A. O.; ADELÁRIO, F. M. S; MARRIEL; I. E. Atividade da Arginase e Concentração de Carbono Orgânico Lábil em Solo de Cerrado Sob Diferentes Sistemas de Manejo. Resumos [do] XXVII Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Londrina, IAPAR, 2008. 640 p.

Tabela 1. Análise de variância dos resultados da enzima Arginase:

| FV | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
|------------------------|-----|------------|-----------|---------|----------------------------|
| Profundidade | 3 | 0.973362 | 0.324454 | 0.829 | 0.4789 |
| Manejo | 5 | 0.479581 | 0.095916 | 0.245 | 0.9418 |
| Época | 1 | 29.025850 | 29.025850 | 74.179 | 0.0000 |
| Ano | 1 | 83.344809 | 83.344809 | 212.998 | 0.0000 |
| Prof.*Manejo | 15 | 3.111057 | 0.207404 | 0.530 | 0.9224 |
| Prof.*Época | 3 | 1.440254 | 0.480085 | 1.227 | 0.3006 |
| Prof.*Ano | 3 | 0.759034 | 0.253011 | 0.647 | 0.5857 |
| Manejo*Época | 5 | 2.022306 | 0.404461 | 1.034 | 0.3985 |
| Manejo*Ano | 5 | 1.061381 | 0.212276 | 0.542 | 0.7439 |
| Época*Ano | 1 | 11.269378 | 11.269378 | 28.800 | 0.0000 |
| P.*M.*E.*A | 15 | 3.299509 | 0.219967 | 0.562 | 0.9016 |
| erro | 230 | 89.997720 | 0.391294 | | |
| Total corrigido | 287 | 226.784241 | | | |
| CV (%) = 39.60 | | | | | |
| Média geral: 1.5795486 | | | | | Número de observações: 288 |

Tabela 2. Teste de Tukey para a fonte de variação Profundidade:

DMS: 0.275163511578431 NMS: 0.05
Média harmonica do número de repetições (r): 72
Erro padrão: 0.0752588257694931

| Tratamentos | Médias | Resultados do teste |
|-------------|----------|---------------------|
| 40 – 80 cm | 1.487361 | a1 |
| 10 – 20 cm | 1.573472 | a1 |
| 20 – 40 cm | 1.619861 | a1 |
| 0 – 10 cm | 1.637500 | a1 |

Tabela 3. Teste de Tukey para a fonte de variação Manejo

DMS: 0.374159235654312 NMS: 0.05
Média harmonica do número de repetições (r): 48
Erro padrão: 0.0921728608881399

| Tratamentos | Médias | Resultados do teste |
|-----------------|----------|---------------------|
| Pivot | 1.498958 | a1 |
| Convencional | 1.566250 | a1 |
| Eucalipto | 1.583333 | a1 |
| Pinus | 1.589792 | a1 |
| Plantio direto | 1.617083 | a1 |
| Cerrado natural | 1.621875 | a1 |

Tabela 4. Teste de Tukey para a fonte de variação Época

DMS: 0.148151893844503 NMS: 0.05
Média harmonica do número de repetições (r): 144
Erro padrão: 0.0532160260457455

| Tratamentos | Médias | Resultados do teste |
|-------------|----------|---------------------|
| seca | 1.262083 | a1 |
| chuvosa | 1.897014 | a2 |

Tabela 5. Teste de Tukey para a fonte de variação Ano

DMS: 0.148151893844503 NMS: 0.05
Média harmonica do número de repetições (r): 144
Erro padrão: 0.0532160260457455

| Tratamentos | Médias | Resultados do teste |
|-------------|----------|---------------------|
| 2010 | 1.041597 | a1 |
| 2009 | 2.117500 | a2 |

Tabela 6. Análise de variância dos resultados da enzima Urease:

| FV | GL | SQ | QM | Fc | Pr>Fc |
|-------------------------|-----|--------------|------------|---------|----------------------------|
| Profundidade | 3 | 457.082858 | 152.360953 | 15.299 | 0.0000 |
| Manejo | 5 | 396.126890 | 79.225378 | 7.955 | 0.0000 |
| Época | 1 | 0.092450 | 0.09245 | 0.009 | 0.9233 |
| Ano | 1 | 5191.465339 | 5191.46534 | 521.289 | 0.0000 |
| Prof.*Manejo | 15 | 308.180579 | 20.545372 | 2.063 | 0.0125 |
| Prof.*Época | 3 | 20.507769 | 6.835923 | 0.686 | 0.5610 |
| Prof.*Ano | 3 | 3.493508 | 1.164503 | 0.117 | 0.9511 |
| Manejo*Época | 5 | 46.832271 | 9.366454 | 0.941 | 0.4555 |
| Manejo*Ano | 5 | 3.841124 | 0.768225 | 0.077 | 0.9958 |
| Época*Ano | 1 | 6934.10134 | 6934.10134 | 696.272 | 0.0000 |
| P.*M.*E.*A | 15 | 34.102293 | 2.273486 | 0.228 | 0.9990 |
| erro | 230 | 2290.547624 | 9.958903 | | |
| Total corrigido | 287 | 15686.374044 | | | |
| CV (%) = 22.54 | | | | | |
| Média geral: 14.0036111 | | | | | Número de observações: 288 |

Tabela 7. Teste de Tukey para a fonte de variação Profundidade

DMS: 2.54215469136134 NMS: 0.05
Média harmonica do número de repetições (r): 72
Erro padrão: 0.695294139469252

| Tratamentos | Médias | Resultados do teste |
|-------------|-----------|---------------------|
| 40 – 80 cm | 11.968611 | a1 |
| 20 – 40 cm | 14.154306 | a1 a2 |
| 0 – 10 cm | 14.493472 | a1 a2 |
| 10 – 20 cm | 15.398056 | a2 |

Tabela 8. Teste de Tukey para a fonte de variação Manejo

DMS: 3.45674704752293 NMS: 0.05
Média harmonica do número de repetições (r): 48
Erro padrão: 0.851557931423594

| Tratamentos | Médias | Resultados do teste |
|-----------------|-----------|---------------------|
| Plantio direto | 12.539583 | a1 |
| Convencional | 13.060417 | a1 |
| Eucalipto | 13.202083 | a1 |
| Pinus | 14.293333 | a1 |
| Pivot | 15.121875 | a1 |
| Cerrado natural | 15.804375 | a1 |

Tabela 9. Teste de Tukey para a fonte de variação Época

DMS: 1.36873173994045 NMS: 0.05
Média harmonica do número de repetições (r): 144
Erro padrão: 0.491647200937973

| Tratamentos | Médias | Resultados do teste |
|-------------|-----------|---------------------|
| Chuvosa | 13.985694 | a1 |
| seca | 14.021528 | a1 |

Tabela 10. Teste de Tukey para a fonte de variação Ano

DMS: 1.36873173994045 NMS: 0.05
Média harmonica do número de repetições (r): 144
Erro padrão: 0.491647200937973

| Tratamentos | Médias | Resultados do teste |
|-------------|-----------|---------------------|
| 2009 | 9.757917 | a1 |
| 2010 | 18.249306 | a2 |