



## Avaliação atividade fosfatase alcalina em solo sob integração Lavoura-Pecuária-Floresta. <sup>(1)</sup>

**Lucimara Osadczuk dos Santos<sup>(2)</sup>; Ana Carla Stieven<sup>(3)</sup>; Carolina Hortêncio Malheiros<sup>(4)</sup>; Daniela Tiago da Silva Campos<sup>(5)</sup>; Flavio de Jesus Wruck<sup>(6)</sup>;**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Fundação Agrisus.

<sup>(2)</sup> Acadêmica no curso de agronomia, Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, Cuiabá, MT, E-mail: lucimara.agro1@gmail.com; <sup>(3)</sup> Doutoranda do programa de pós-graduação em Agricultura Tropical – PPGAT, UFMT, Cuiabá, MT, E-mail: anastieven@yahoo.com.br; <sup>(4)</sup> Doutoranda do programa de pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia-BIONORTE, E-mail: chmalheiros@gmail.com, Universidade Federal do Amazonas; <sup>(5)</sup> Docentes do PPGAT, UFMT, E-mail: camposdts@yahoo.com.br; <sup>(6)</sup> Pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril; Sinop, MT, E-mail: flwruck@cnpaf.embrapa.br

**RESUMO:** Sistemas agrícolas consorciados que combinam a produção integrada da lavoura, da pecuária e da floresta na mesma área e com uso eficiente de insumos, são fundamentais para a segurança alimentar no futuro. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) também são importantes para fornecer serviços ambientais, como acumulação de carbono, recarga de aquíferos e biodiversidade. O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a atividade enzimática da fosfatase alcalina em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd) com textura argilosa, sob três diferentes conformações de um sistema de iLPF e diferentes distâncias do pé da planta perene eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), durante o ano 2013. As amostras foram coletadas no período de chuvas, mês de abril, e a determinação da atividade da enzima fosfatase alcalina foi realizada pelo método descrito por Tabatabai e Bremner. As três diferentes conformações de iLPF, linhas simples, dupla e tripla, apresentaram diferenças estatísticas significativas, além disso as distâncias do pé da planta perene também não influenciaram a atividade da enzima avaliada. Conclui-se que os sistemas de integração iLPF linhas simples e dupla se destacam, na atividade da fosfatase alcalina, frente a linha tripla; a distância de 10 m do pé da planta, no sistema de iLPF linha dupla, apresentou a maior atividade da enzima avaliada.

**Termos de indexação:** enzimas do solo, microbiologia agrícola, sistemas integrados.

### INTRODUÇÃO

Os sistemas agrícolas que favorecem a qualidade do solo são aqueles que cultivam plantas intensivamente, de preferência de espécies diferentes, sem o revolvimento do solo (Vezzani e Mielniczuk, 2009). A estrutura física do solo será tanto mais complexa quanto maiores

forem à quantidade e a diversidade da fitomassa disponibilizada ao sistema. A intensificação da produção observada no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo; aumenta a ciclagem e a eficiência de utilização dos nutrientes; reduz custos de produção; diversifica e estabiliza a renda na propriedade rural e viabiliza a recuperação de áreas com pastagens degradadas (Alvarenga et al., 2010).

A elevação dos teores de matéria orgânica e a melhoria da qualidade física do solo pela introdução do sistema iLPF em áreas agrícolas com níveis adequados de fertilidade evidenciam o potencial deste sistema em reduzir, não apenas o impacto ambiental das atividades produtivas, mas também as emissões de gases de efeito estufa melhorando o aproveitamento da água e dos nutrientes do solo (Balbino et al., 2011).

Portanto, tem-se observado que nas áreas com sistemas integrados de cultivo a qualidade do solo é superior em relação às áreas com monocultivo (Maia et al., 2006; Aguiar, 2008; Jakelaitis et al., 2008; Loss et al., 2012). O sistema iLPF está sendo considerado inovador e solução com alto potencial na recuperação de áreas degradadas e, assim, na supressão de desmatamento de novas áreas para o uso na agropecuária, porém seu impacto na qualidade do solo necessita de maiores estudos tornando imprescindível se estabelecer indicadores adequados para detecção das mudanças na qualidade do solo pela transformação de sistemas convencionais de uso do solo em sistemas iLPF.

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a atividade da fosfatase alcalina em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico sob três diferentes conformações de um sistema de iLPF, na região Norte de Mato Grosso, durante o ano de 2013.



## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo está instalado na Fazenda Gamada, município de Nova Canaã do Norte, MT, situada entre a latitude S 10°33'29" e a longitude W 55°57'11". O solo da propriedade é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd) com textura argilosa, de acordo com SEPLAN – MT (2014). O clima da região é classificado segundo Köppen como Aw, com temperaturas médias anuais entre 4 e 40 °C e precipitação média anual de 2.500 mm.

### Tratamentos e amostragens

Na área experimental são dispostos 12 diferentes tipos de integração, entretanto os arranjos florestais avaliados foram: eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) linha simples, dupla e tripla, nos seguintes esquemas: linha simples com 2 m de distância cada planta e 20 m de distância cada renque; linha dupla 2 m cada planta, 3 m cada linha e 20 m cada renque, e linha tripla com o mesmo esquema, 2 m cada planta, 3 m cada linha e 20 m cada renque. No espaçamento de 20 m, entre os renques está disposto *Brachiaria ruziziensis* desde 2011, com pastejo (**Figura 1**).

As amostras de solo foram coletadas no período de chuva da região, mês de Abril, do ano de 2013. A coleta foi feita na profundidade de 0-20 cm, no sentido transversal aos renques de eucalipto em sete diferentes distâncias do pé da planta perene, sendo elas 0, 3, 6 e 10 m a leste e oeste da planta.

### Análise enzimática - Fosfatase alcalina

O substrato utilizado na reação da enzima foi o p-nitrofenil fosfato 0,05 mol L<sup>-1</sup> em uma solução tampão universal estoque modificada (MUB estoque) preparada para uma solução MUB pH 11.

Amostras de 0,5 g solo foram colocadas em tubos de ensaio separadamente, utilizando três repetições e um controle, composto por todos os reagentes exceto o solo. Em seguida foram adicionados 2 mL de MUB, com pH respectivo, em todos os frascos e 0,5 mL de p-nitrofenil 0,05 mol L<sup>-1</sup>.

Os tubos de ensaio foram fechados e incubados a 37 °C por uma hora e então levados a agitação por mais uma hora. Após incubação e agitação, foram adicionados 0,5 mL CaCl<sub>2</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup>, 2 mL NaOH 0,5 mol L<sup>-1</sup> e 1 mL de água destilada, procedendo em seguida à filtragem em papel filtro Whatman n° 02. A intensidade da coloração amarela do filtrado foi determinada em espectrofotômetro a 400 nm de absorvância.

Três tubos sem solos passaram pelos mesmos procedimentos para servirem de amostras testemunhas (brancos).

A quantidade de p-nitrofenol formada em cada amostra foi determinada com base em curva padrão preparada com concentrações conhecidas de p-nitrofenol (0, 1, 2, 3, 4, 5, mg de p-nitrofenol em total de 5 mL, completos com água destilada).

Os resultados da atividade foram calculados de acordo com a equação de Tabatabai e Bremner (1969) e Eivazi e Tabatabai (1977) apresentada abaixo:

$$p - \text{Nitrophenol} (\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ g solo seco}^{-1}) = \frac{C \cdot v}{dwt \cdot SW \cdot t}$$

Onde:

C = Concentração obtida a partir da leitura em espectrofotômetro e plotada na equação do gráfico da curva de calibração

v = volume total da suspensão do solo

dwt = peso de solo seco utilizado

SW = peso da quantidade de solo utilizado

t = tempo de incubação em horas

### Análise estatística dos dados

A análise estatística se deu em um experimento fatorial, com 5 tratamentos e 4 distâncias do pé da planta perene (2x5x4).

Os dados foram submetidos à análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, utilizando-se o programa Assistat, versão 7.6, beta 2011 (Silva e Azevedo, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como descrito anteriormente as coletas se deram nas direções leste e oeste, assim, foram coletadas sete amostras compostas, com quatro repetições, em um mesmo sistema de integração. Entretanto não se obteve diferença estatística entre as direções de coleta, por isso optou-se por apresentar os resultados em médias a partir da investigação nas diferentes distâncias da planta perene.

Observa-se que a maior atividade da fosfatase alcalina foi obtida no sistema de iLPF linha dupla e a 10 m da planta perene, apresentado 70,54 µg p-nitrofenol h<sup>-1</sup> g solo seco<sup>-1</sup> (**Tabela 1**).

Além das distâncias, avaliou-se sistema com conformações diferenciadas e observa-se que elas apresentaram variação em relação a mesma distância mas em conformações diferentes. Para o pé da planta, 0 m, o melhor sistema foi o de iLPF linha simples, com 33,30 µg p-nitrofenol h<sup>-1</sup> g solo seco<sup>-1</sup>, para a segunda distância, 3 m, destacou-se a iLPF linha dupla, com 35,21 µg p-nitrofenol h<sup>-1</sup> g solo seco<sup>-1</sup>, e a



iLPF linha simples volta a se destacar com 6 m de distância, e apresenta 38,42  $\mu\text{g}$  p-nitrofenol  $\text{h}^{-1}$  g solo seco<sup>-1</sup>, e então, na maior distância, destaca-se, frente a todas as demais, a iLPF linha dupla, com 70,54  $\mu\text{g}$  p-nitrofenol  $\text{h}^{-1}$  g solo seco<sup>-1</sup>.

As diferentes distâncias avaliadas apresentaram-se iguais, estatisticamente, nos sistemas de iLPF linhas simples e tripla de eucalipto, e para a linha dupla, apenas a maior distância foi diferente das demais. Esse resultado pode estar associado à dinâmica de entrada de matéria orgânica no sistema via resíduo animal, uma vez que esse material não é disposto de forma homogênea, e, involuntariamente, ter sido amostrado solo neste local.

A atividade da fosfatase alcalina é atribuída a fungos e bactérias (Dakora e Phillips, 2002), assim estudos demonstram que a atividade das enzima fosfatase alcalina são afetadas pelas práticas de manejo do solo, sendo verificadas reduções acentuadas em sistema de manejo convencional, em detrimento dos sistemas considerados conservacionistas, como o plantio direto (Aon et al., 2001).

## CONCLUSÕES

Conclui-se que os sistemas de integração iLPF linhas simples e dupla se destacam, na atividade da fosfatase alcalina, frente a linha tripla; a distância de 10 m do pé da planta, no sistema de iLPF linha dupla, apresentou a maior atividade da enzima avaliada.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Agrisus, pelo apoio financeiro a este projeto, e a Capes, pela bolsa de doutorado da segunda autora.

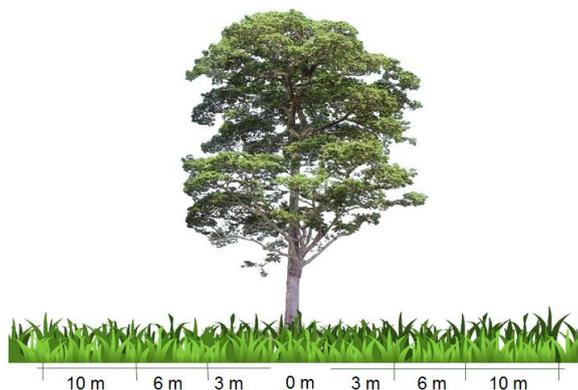
## REFERÊNCIAS

- Alvarenga, R. C.; Silva, V. P. da; Gontijo Neto, M. M.; Viana, M. C. M.; Vilela, L. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. Informe Agropecuário, v.31, p.59-67, 2010.
- Araújo, R.; Goedert, W. J.; Lacerda, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p.1099-1108, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000500025>
- Balbino, L. C.; Martinez, G. B.; Galerani, P. R. Ações de transferência de tecnologia de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Planaltina: Embrapa Cerrados; Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 52p.
- Carneiro, M. A. C.; Souza, E. D. de; Reis, E. F. dos,

Pereira, H. S.; Azevedo, W. R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.147-157, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000100016>.

Maia, S. M. F.; Xavier, F. A. da S.; Oliveira, T. S. de; Mendonça, E. de S.; Araújo Filho, J. A. de. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. Revista Árvore, v.30, p.837-848, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000500018>

Vezzani, F. M.; Mielniczuk, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.743-755, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000400001>



**Figura 1.** Descrição das distâncias de coletas de amostras na integração Lavoura-Pecuária-Floresta, Unidade de Referência Tecnológica – Embrapa, Nova Canaã do Norte, MT.

**Tabela 1.** Atividade da enzima Fosfatase alcalina em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, coleta de 0-20 cm de profundidade, para três diferentes sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta – iLPF, em quatro diferentes distâncias do pé da planta perene.

Tratamentos	Fosfatase alcalina			
	$\mu\text{g p-nitrofenol h}^{-1} \text{ g solo seco}^{-1}$			
	Distância da planta perene			
	0 m	3 m	6 m	10 m
iLPF linha simples	33,30 aA	30,11 bA	38,42 aA	32,05 bA
iLPF linha dupla	29,28 bB	35,21 aB	33,16 bB	70,54 aA
iLPF linha tripla	29,93 bA	31,78 bA	30,09 cA	34,13 bA

\* Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis