



Atributos bioquímicos do solo sob formas de aplicação de calcário

Franciane Lemes dos Santos⁽¹⁾; Helder Barbosa Paulino⁽²⁾; Marco Aurélio Carbone Carneiro⁽²⁾; Jeander Oliveira Caetano⁽²⁾; Vinicius de Melo Benites⁽³⁾.

⁽¹⁾ Doutoranda em Ciência do Solo; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS; franciane_lemes@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor da Universidade Federal do Goiás; ⁽³⁾ Pesquisador Embrapa Solos.

RESUMO: A atividade dos microrganismos do solo é influenciada por vários processos do ecossistema, e essa atividade pode evidenciar se o manejo do solo esta adequado para o desenvolvimento das plantas e na manutenção da qualidade do solo. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da forma de aplicação de calcário em diferentes sistemas de produção nos indicadores bioquímicos de um Latossolo Vermelho distrófico no Sudoeste goiano. O experimento foi conduzido no campo experimental da COMIGO em Rio Verde – GO. O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2x4, em parcelas subdivididas, sendo as parcelas as formas de correções de solo (dose parcelada superficial e dose total incorporada) e as subparcelas quatro sistemas de produção de cultivo (S1-*Urochloa brizantha*/Soja; S2- Vegetação espontânea/ Soja, S3- milho solteiro/ Soja; S4- milho + *Urochloa ruziziensis*/ Soja), com quatro repetições. As coletas de solo foram realizadas em dezembro de 2011 e agosto de 2012. Pelos resultados pode-se observar que as formas de aplicação do calcário não interferiram nos atributos bioquímicos avaliados, exceto para a atividade da fosfatase após quatro anos da implantação do plantio direto. Pode-se observar também que o período da safra proporcionou melhores resultados nos atributos estudados devido as condições de temperatura e umidade.

Termos de indexação: biomassa microbiana, plantio direto, qualidade do solo.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o aumento da população aliado ao crescente consumo de alimentos resultou na expansão da produção agrícola brasileira. A região do Cerrado apresenta características favoráveis à produção agrícola como localização, topografia plana e textura dos solos, que facilitam à mecanização (Reis et al., 2008). Apesar dessas características favoráveis, tem sido observada a degradação dos solos dessa região, decorrente do manejo inadequado (Alvarenga et al., 1999), provocando uma redução na qualidade do solo e conseqüentemente da produção agrícola.

Diferentes sistemas de produção agrícola têm sido adotados extensivamente no Cerrado para

buscar a máxima produtividade, utilizando-se práticas que garantam uma agricultura sustentável. Visando a melhoria e preservação da qualidade do solo e objetivando uma menor manipulação do mesmo, vêm sendo adotados sistemas de manejos conservacionistas como o plantio direto.

Com a adoção desse novo sistema de manejo, várias dúvidas vêm surgindo em relação ao manejo da correção da acidez do solo. A calagem é uma prática eficiente na produção das culturas em solos ácidos como os do Cerrado. Em áreas manejadas sob plantio direto, a correção da acidez mais utilizada é a parcelada anual, com a aplicação de calcário na superfície do solo e sem incorporação (Fidaski & Tormena, 2005). Porém, também tem sido utilizada em menor escala a aplicação do calcário em dose única com incorporação no solo, em áreas com semeadura direta que apresentam sinais de degradação (Alleoni et al., 2005).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do modo de aplicação de calcário em diferentes sistemas de produção nos indicadores bioquímicos de um Latossolo Vermelho distrófico no Sudoeste goiano.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido na cidade de Rio Verde-Goiás-Brasil (17°45'49.13"S e 51°01'57.47"O e altitude de 604 m). O clima da região é do tipo Aw (tropical chuvoso), segundo classificação de Köppen, com presença de invernos secos e verões chuvosos. Na área experimental o solo foi classificado como um Latossolo Vermelho distrófico com textura argilosa.

O estudo constou de um fatorial 2x4 em esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas a aplicação de calcário (incorporada total e superficial parcelada) e as subparcelas diferentes sistemas de produção, com quatro repetições em delineamento em blocos casualizados.

O tratamento com correção total foi gradeado e, posteriormente, efetuada uma calagem, com a aplicação de 1,7 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico (295 g kg⁻¹ de CaO, 168 g kg⁻¹ de MgO e PRNT de 83%). O calcário foi incorporado com arado de aiveca a 30 cm de profundidade. Após essa primeira gradagem, mais 1,7 Mg ha⁻¹ de calcário foram incorporados



com grade leve, totalizando $3,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário. A dose de calcário foi calculada pelo método de saturação por bases, para elevar à 65%, corrigindo-se para níveis adequados de Ca, Mg e K (Sousa & Lobato, 2007). O tratamento com correção parcelada anual recebeu $0,85 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário, aplicados em dose única sobre a superfície do solo, sem revolvimento, no mês de outubro de 2008, 2009 e 2010.

Nas parcelas foram utilizadas as duas formas de correção do solo: total inicial (incorporada) e parcelada anual (superficial). Durante o verão de 2011 foram semeadas a cultura da soja e no inverno 2012 foram utilizadas as seguintes sucessões de plantas: *U. brizantha*, vegetação espontânea, milho solteiro e milho + *U. ruziziensis*.

As coletas de solo foram realizadas em dezembro de 2011 (pleno florescimento da soja) e agosto de 2012 (entressafra). As amostras foram coletadas na profundidade de 0 a 10 cm, escolhendo aleatoriamente dois pontos em cada parcela, onde estas subamostras foram misturadas, formando uma amostra composta.

Para a determinação do carbono orgânico do solo (Corg) foi utilizado o método proposto pela Embrapa (1998). O carbono da biomassa microbiana (C-BM) foi realizado através da fumigação-extração (Vance et al., 1987). A atividade microbiana foi medida pela respiração basal (C-CO₂), conforme metodologia de (Alef & Nannipieri, 1995). O quociente metabólico ($q\text{CO}_2$) foi definido pela relação entre respiração e o C da biomassa microbiana, conforme Anderson & Domsch (1993), enquanto o quociente microbiano representou a relação do C-BM e Corg (Cm/Corg).

A mensuração da atividade enzimática hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) foi quantificada pela leitura em espectrofotômetro, através da coloração desenvolvida pela fluoresceína (Diack, 1997). Já a atividade da fosfatase ácida foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Dick et al. (1996), baseada na leitura em espectrofotômetro do p-nitrofenol.

Os resultados foram transformados com o uso da função $y = \log x$ (logaritmo base 10) para as análises de variância. Após esse procedimento, os valores foram comparados pelo teste de Tukey a 5 %, utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o Corg a análise estatística não apresentou diferença independentemente do período avaliado (**Tabela 1**). As formas de aplicação do calcário não

apresentaram variações substanciais nos atributos químicos avaliados neste estudo, conseqüentemente não causando alterações na produção de no Corg. Os valores obtidos corroboram com os encontrados por Rangel & Silva (2007) e Martins (2011).

Marcolan (2002) estudando o efeito de reaplicações de calcário em sistema plantio direto, observou que o revolvimento do solo a cada quatro anos não ocasionou mudanças no teor de Corg, em relação ao plantio direto contínuo por mais tempo, resultados semelhantes encontrados neste trabalho.

Analisando os resultados para o C-BM observou-se que os tratamentos não diferiram estatisticamente (**Tabela 1**). Os valores do C-BM obtidos estão na mesma faixa aos já observados por outros autores, em condições edafoclimáticas diversas (Melloni et al., 2001; Silveira et al., 2006; Alves et al., 2011).

Nota-se que apesar de não haver diferenças entre os tratamentos de formas de aplicação de calcário, observou-se redução de 60% no C-BM na época da entressafra em relação à safra. Estes resultados estão ligados ao período da coleta, ao tipo de cultura predominante na área contribuindo para o efeito rizosférico, aumentando assim a disponibilidade de substratos orgânicos para a comunidade microbiana do solo. Conforme Souto et al. (2008) as diferentes condições climáticas ocasionadas pelas estações do ano alteram as relações que ocorrem entre o solo e a cobertura vegetal, sendo assim, a atividade microbiana do solo também apresentará flutuação.

No presente estudo, a calagem também não interferiu na variável Cm/Corg (**Tabela 1**). Os valores encontrados neste trabalho sugerem que o Corg está disponível para a microbiota do solo, uma vez que esta relação é um indicador de disponibilidade da matéria orgânica para os microrganismos, e um alto quociente microbiano indica matéria orgânica muito ativa e sujeita a transformações (Sampaio et al., 2008).

Andrade et al. (1995) observaram que a calagem aumentou a relação Cm/Corg, sem causar a alteração do Corg, evidenciando assim um aumento no teor de C-BM, fato este não observado neste trabalho. Esse comportamento pode ser explicado pelo aumento de pH que disponibiliza nutrientes para os microrganismos do solo (Moreira & Siqueira, 2001), e/ou o efeito na seleção de uma comunidade microbiana mais eficiente para degradação de substratos orgânicos.

Os teores de C-CO₂ liberado não exibiram diferenças significativas entre o manejo de correção



de acidez para ambas as amostragens (**Tabela 1**). A aplicação de calcário não modificou a liberação de C-CO₂ pelos microrganismos do solo. Esse fato pode ser explicado devido a não alteração nos valores de pH do solo após quatro anos da implantação do experimento nas duas formas de correção do pH. Como o pH nas áreas estudadas não foram baixos, a adição de calcário tanto superficial quanto incorporado, após quatro anos de aplicação, não proporcionou seleção de microrganismos em detrimento de outros, o que pode ter influenciado a taxa de C-CO₂ liberado como observado no presente trabalho.

Os valores do quociente metabólico não variaram estatisticamente para a forma de aplicação do calcário (**Tabela 1**). Nas duas coletas foram verificados valores semelhantes à trabalhos com manejos conservacionistas (Hungria et al., 2009; Frazão et al., 2010).

A maneira com que a acidez do solo foi corrigida no presente trabalho não afetou o qCO₂, indicando que após quatro anos de aplicação do calcário ou da aplicação parcelada não proporciona alterações nos valores, indicando que os sistemas não causam estresses na atividade microbiana do solo, o que pode indicar uma estabilidade nos ecossistemas agrícolas adotados após quatro anos do revolvimento do solo.

A atividade da hidrólise de FDA não apresentou diferença estatística para forma de aplicação de calcário na safra e entressafra (**Tabela 2**), mostrando que essa enzima não é afetada pelo modo de correção de acidez do solo. A hidrólise de FDA é usada como indicador geral da atividade hidrolítica, incluindo as proteases, lipases e esterases, que também são capazes de liberar compostos fluorogênicos (Taylor et al., 2002). Os maiores valores encontrados na primeira coleta podem estar relacionado não só aos efeitos dos resíduos acumulados ao longo dos anos de cultivo, mas também pela disponibilidade hídrica e nutrientes aplicados ao cultivo da soja, o que pode ter possibilitado esses valores mais elevados em relação aos valores da entressafra.

Para os valores da fosfatase ácida foi observada diferença na correção do solo para a segunda amostragem (**Tabela 2**), sendo as parcelas que receberam a dose total incorporada do corretivo as que proporcionaram maiores valores (36,29 µg p-nitrofenol g solo seco⁻¹ h⁻¹). Outro fato a ser observado é a menor atividade da fosfatase no período da entressafra. A atividade enzimática ocorre sempre em solução, sendo necessário que o substrato possa difundir-se ou mover-se até a

enzima por fluxo de massa para que possa ser transformado (Schimitz, 2003). Assim, solos secos juntamente a altas temperaturas apresentam baixa atividade enzimática, o que ficou evidente no resultado apresentados para esta enzima comparando os dois períodos de coleta.

Dessa maneira, formas de aplicação de calcário (dose parcelada em quatro vezes, aplicada superficialmente ou dose única incorporada) não interferiram nos atributos avaliados porque após quatro anos os efeitos da incorporação do calcário sobre a atividade microbiana e química do solo é reduzida, assim como a aplicação de pequenas doses na superfície.

CONCLUSÕES

A forma de correção da acidez do solo (dose parcelada superficial ou dose única incorporada) não interfere nos atributos bioquímicos avaliados após quatro anos de implantação do sistema plantio direto, exceto para a atividade enzimática fosfatase.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado para o primeiro autor. À Fundação AGRISUS pelo apoio a esta participação no XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.

REFERÊNCIAS

- ALEF, K.; NANNIPIERI, P. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London: Academic Press, 1995. 320 p.
- ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; CAIRES, E. F. Atributos químicos de um Latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 923-934, 2005.
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J.C.; GONTIJO NETO, M. M. A cultura do milho na integração lavoura-pecuária, 2006. 13 p. Circular Técnica 80. ISSN 1679-1150 Agriculture, Ecosystems and Environment, vol. 98, p. 255-262, 1999.
- ANDERSON, T.H., DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environment conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. Soil. Biology and Biochemistry, v.25, p. 393-395, 1993.
- ANDRADE, D.S; COLOZZI-FILHO. A.; PAVAN, M.A.; BALOTA, E.L & CHAVES, J.C.D. Atividade microbiana em função da calagem em um solo cultivado com cafeeiro.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 19: 191-196. 1995.

ALVES T.S.; CAMPOS L.L.; NICOLAU NETO E.; MATSUOKA M.; LOUREIRO M.F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. *Acta Scientiarum*, 33:345, 2011.

DIACK, M. Relationships between soil biological and chemical characteristics and surface soil structural properties for use in soil quality. Indiana, Purdue University, 1997. 201p. (Tese de Doutorado).

DICK, R.P.; BREAKWELL, D.P. & TURCO, R.F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. *Soil Science Society of America*, 1996. p.247-272.

FERREIRA, D.F. Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000. 66p.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A. Dinâmica da calagem superficial em um Latossolo Vermelho distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 235-247, 2005.

FRAZÃO, L. A.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, U. J.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Inorganic nitrogen, microbial biomass and microbial activity of a sandy Brazilian Cerrado soil under different land uses Agriculture, Ecosystems and Environment. v. 135, p. 161-167. 2010.

MARTINS, L.N.U. Atributos bioquímicos de um Plintossolo háplico em uma cronosequência de uso agrícola. Jataí, 2011. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás. Jataí, 2011.

MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. U. N. Quantificação de micélio extrarradicular de fungos micorrízicos arbusculares em plantas cítricas e endófitos. I. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 53-58, jan./mar. 2001.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2002. 626p.

QUADRO, M.S.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V.; VIVIAN, G. Biomassa e atividade microbiana em solo acrescido de dejetos suíno. *Revista Brasileira Agrocência*, Pelotas, v.17, n.1-4, p.85-93, jan-mar, 2011.

REIS, Edésio Fialho dos et al. Absorção de fósforo em doze genótipos de milho inoculados com fungo micorrízico arbuscular em solo de cerrado. *Ciência Rural*. 2008, vol.38, n.9, pp. 2441-2447.

SOUTO, P C. et al. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob Caatinga no semi-árido da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 32, p. 151-160, 2008.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.*, 19:703-707, 1987.

Tabela 1: Atributos biológicos do solo em função de diferentes formas de aplicação de calcário, em dois períodos de coleta: Safra e Entressafra. Rio Verde-Goiás-Brasil.

Formas de aplicação	Corg g Kg ⁻¹	C-BM µg C g solo ⁻¹	Cm/Corg %	C-CO ₂ mg g solo ⁻¹ h ⁻¹	qCO ₂ mg C-CO ₂ µg C-BM ⁻¹
Safra					
T1	26,83 a	230,38 a	8,50 a	9,88 a	0,05 a
T2	28,64 a	131,20 a	4,78 a	13,08 a	0,30 a
Entressafra					
T1	29,72 a	91,60 a	3,15 a	12,42 a	0,23 a
T2	29,35 b	158,55 a	5,54 a	12,33 a	0,13 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

T1: dose total incorporada; T2: dose parcelada superficial.

Tabela 2: Atividade enzimática do solo em função de diferentes formas de aplicação de calcário, em dois períodos de coleta: Safra e Entressafra. Rio Verde-Goiás-Brasil.

Formas de aplicação	FDA mg kg solo ⁻¹ h ⁻¹	Fosfatase ácida µg PNF g solo ⁻¹ h ⁻¹
Safra		
T1	653,76 a	67,56 a
T2	639,54 a	66,11 a
Entressafra		
T1	382,66 a	36,29 a
T2	361,73 a	33,72 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

T1: dose total incorporada; T2: dose parcelada superficial.