

# DIVISÃO 2 - PROCESSOS E PROPRIEDADES DO SOLO

## Comissão 2.1 - Biologia do solo

### INDICADORES BIOLÓGICOS DE DOIS SOLOS COM A INCORPORAÇÃO DE SUBPRODUTO DA AGROINDÚSTRIA DE CAFÉ<sup>(1)</sup>

Karoline de Melo Padilha<sup>(2)</sup>, Maria Betânia Galvão dos Santos Freire<sup>(3)</sup>, Gustavo Pereira Duda<sup>(4)</sup>, Uemeson José dos Santos<sup>(5)</sup>, Aline Oliveira Silva<sup>(6)</sup> & Edivan Rodrigues de Souza<sup>(7)</sup>

#### RESUMO

A adição de subprodutos orgânicos ao solo pode ocasionar mudanças na dinâmica da matéria orgânica dele, influenciando a atividade e utilização do carbono pelos microrganismos presentes nele. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de doses crescentes de subproduto da agroindústria de café nos atributos biológicos de dois solos com textura distinta, em diferentes tempos de incubação. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial  $2 \times 8$ , sendo dois solos e oito doses de subproduto de café, com cinco repetições. Foram realizadas coletas de subamostras dos solos aos 30, 60, 90 e 125 dias após a incorporação do subproduto nesses. Nessas datas foram avaliados o carbono microbiano (C-CBM), a respiração basal microbiana (RBM) e o carbono orgânico total (COT). A adição do subproduto do café proporcionou aumentos nos valores de C-CBM, C-CO<sub>2</sub> e COT dos dois solos utilizados. A maior atividade microbiana ocorreu no período de 30 dias, com maior liberação de C-CO<sub>2</sub>; o COT foi superior no solo argiloso por ele permitir maior proteção dos compostos orgânicos à decomposição pelos microrganismos.

**Termos de indexação:** adubação orgânica, biomassa microbiana, atividade microbiana.

---

<sup>(1)</sup> Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Recebido para publicação em 26 de novembro de 2013 e aprovado em 25 de junho de 2014.

<sup>(2)</sup> Mestre em Produção Agrícola, UFRPE. E-mail: krolpadilha@yahoo.com.br

<sup>(3)</sup> Professora Associada, Departamento de Agronomia, UFRPE. R. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos. CEP 52171-900 Recife (PE). E-mail: betania@depa.ufrpe.br

<sup>(4)</sup> Professor Associado, Unidade Acadêmica de Garanhuns, UFRPE. Av. Bom Pastor, s/n, Boa Vista. CEP 55296-901 Garanhuns (PE). Bolsista PQ/CNPq nível 2. E-mail: gpududa@uag.ufrpe.br

<sup>(5)</sup> Discente do curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Garanhuns, UFRPE. Bolsista de Iniciação Científica-PIBIC/UFRPE. E-mail: uemeson.jose@hotmail.com

<sup>(6)</sup> Mestranda do PPGA, Unidade Acadêmica de Garanhuns, UFRPE. Bolsista CAPES. E-mail: alineoliveirasilva6@gmail.com

<sup>(7)</sup> Professor Adjunto, Departamento de Agronomia, UFRPE. E-mail: edivan@depa.ufrpe.br

## SUMMARY: BIOLOGICAL INDICATORS OF TWO SOILS WITH INCORPORATION OF A BYPRODUCT FROM THE COFFEE AGROINDUSTRY

*The addition of organic residue byproducts in the soil may lead to changes in the dynamics of soil organic matter, influencing the activity and the use of C by microorganisms in the soil. The aim of this study was to evaluate the influence of the application of increasing rates of a byproduct from a coffee agroindustry on the biological properties of two soils with different clay contents as a function of incubation time. A randomized block experimental design was used in a 2 × 8 factorial arrangement of two solos and eight sources of coffee byproduct, with five replicates. Subsamples were collected from the soil at 30, 60, 90, and 125 days after incorporation of the byproduct in the soil. On these days, microbial biomass carbon (C-MBC), microbial basal respiration (MBR), and total organic carbon (TOC) were evaluated. Application of the coffee byproduct led to increases in the values of C-MBC, MBR and TOC in the two soils. The greatest microbial activity occurred at 30 days, with greater release of C-CO<sub>2</sub>, and the TOC was higher in the clayey soil because it provides greater protection of organic compounds from decomposition by microorganisms.*

*Index terms: organic fertilization, microbial biomass, microbial activity.*

## INTRODUÇÃO

O comportamento dos microrganismos do solo pode ser estudado por meio de indicadores biológicos, que indicam a atividade deles no solo e, conseqüentemente, a velocidade de decomposição da matéria orgânica e a liberação de carbono (C) e nutrientes ao solo. Enquadram-se como indicadores biológicos a biomassa microbiana, a respiração microbiana do solo e os quocientes metabólico e microbiano, entre outros, sendo esses sensíveis a qualquer modificação que ocorra no solo (Matsuoka et al., 2003; Gama-Rodrigues & Gama-Rodrigues, 2008; Portugal et al., 2008; Araújo et al., 2012).

A biomassa microbiana é responsável pelos processos de mineralização e decomposição de resíduo orgânico, pois utiliza esses resíduos como fonte de nutrientes e energia para a formação e desenvolvimento de suas células, o que pode tornar esses nutrientes temporariamente indisponíveis às plantas (Assis et al., 2003; Gama-Rodrigues & Gama-Rodrigues, 2008).

A respiração basal microbiana reflete a velocidade de decomposição de um resíduo orgânico adicionado ao solo. Quando essa atividade microbiana é alta ocorre maior decomposição e, conseqüentemente, liberação de nutrientes para as plantas; porém, também pode significar perdas de C do solo, em longo prazo (Severino et al., 2004; Souza et al., 2010).

A velocidade de decomposição do resíduo orgânico depositado no solo depende, entre outros fatores, dos teores de argila do solo. Walpolá & Arunakumara (2010) relataram que a decomposição de resíduos orgânicos geralmente é lenta em solos com maiores teores de argila. Esses autores comprovaram tal fato ao estudarem a influência de solos com diferentes teores de argila na decomposição de folhas de gliricídia; maior mineralização do C foi verificada em solos com baixos teores de argila (9 %), quando comparado com solo com maiores teores de argila (28 %).

Em virtude da importância do uso de resíduos orgânicos na agricultura, diversos agricultores têm utilizado resíduos que são produzidos na própria propriedade como adubos sem a correta definição de doses mais adequadas para cada situação. Segundo Dias et al. (2010), uma das atividades que gera grande quantidade de resíduos é a cafeicultura; esses resíduos apresentam grande potencial no fornecimento de nutrientes às plantas. Nesse contexto, o município de Garanhuns, PE, é uma região produtora de café, gerando, conseqüentemente, grande quantidade de resíduos, com potencial para serem utilizados na agricultura. Dessa forma, é importante o conhecimento da composição química deles e do fornecimento de nutrientes, além da melhoria das propriedades físicas e químicas que podem proporcionar aos solos. Entretanto, pesquisas desenvolvidas com uso de resíduos agroindustriais de café como adubo na agricultura são escassas.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de doses de subproduto da agroindústria de café em atributos biológicos de dois solos com diferentes teores de argila, em razão do tempo de incubação do subproduto nos solos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE), localizada no Agreste do Estado de Pernambuco, coordenadas geográficas latitude 8° 53' sul, longitude 36° 31' oeste e altitude de 823 m. O clima predominante na região é o tropical chuvoso, com verão seco; e estação chuvosa no período outono/inverno e início da primavera (Borges Júnior et al., 2012).

Os tratamentos foram arranjados em fatorial 2 × 8, sendo dois solos e oito doses de subproduto de café,

totalizando 16 tratamentos, que foram distribuídos em blocos casualizados com cinco repetições, perfazendo um total de 80 unidades experimentais. As doses do subproduto foram com base na recomendação de fósforo (P) para a cultura do milho no Estado de Pernambuco (IPA, 2008), equivalendo a 0, 10, 30, 50, 80, 120, 160 e 200 % da quantidade total de P recomendado, que corresponderam às doses: 0; 15,11; 45,34; 75,57; 120,91; 181,37; 241,82; e 302,28 g/vaso.

Foram utilizadas amostras de dois solos com diferentes teores de argila, uma da camada superficial (0-20 cm) de um Latossolo Amarelo e outra da subsuperficial (20-40 cm) de um Argissolo Amarelo, ambos sob vegetação nativa. Esses solos foram secos ao ar e peneirados em malha de 4,0 mm para a montagem do experimento, sendo retiradas subamostras, que foram peneiradas em malha de 2 mm para a caracterização física e química (Quadro 1). Após o preparo, os solos foram acondicionados em vasos de 10 L.

Na caracterização física, foram determinadas a composição granulométrica pelo método do densímetro com modificações (Ruiz, 2005); a umidade na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente, pelo extrator de Richards; a densidade do solo pelo método da proveta; e a densidade das partículas pelo método do balão volumétrico, calculando-se a porosidade total com a densidade do solo e das partículas (Embrapa, 1997). Na caracterização química, foram determinados o pH em água e os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , P e carbono orgânico total (COT), conforme Embrapa (2009).

**Quadro 1. Caracterização física e química das amostras de solo utilizadas no experimento**

Característica	Latossolo	Argissolo
Areia ( $\text{g kg}^{-1}$ )	852,1	404,8
Silte ( $\text{g kg}^{-1}$ )	107,9	135,2
Argila ( $\text{g kg}^{-1}$ )	40,0	460,0
Ds ( $\text{kg dm}^{-3}$ ) <sup>(1)</sup>	1,70	1,20
Dp ( $\text{kg dm}^{-3}$ ) <sup>(2)</sup>	2,78	2,44
PT (%) <sup>(3)</sup>	38,85	58,20
CC ( $\text{g g}^{-1}$ ) <sup>(4)</sup>	0,113	0,227
PMP ( $\text{g g}^{-1}$ ) <sup>(5)</sup>	0,023	0,136
pH(H <sub>2</sub> O) 1:2,5	5,84	4,42
P ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	1,18	0,08
K ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	0,05	0,08
Na ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	0,25	0,20
$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	0,18	0,25
$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	0,017	0,004
$\text{Al}^{3+}$ ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	0,1	1,0
COT ( $\text{dag kg}^{-1}$ ) <sup>(6)</sup>	0,68	1,38

<sup>(1)</sup> Densidade do solo; <sup>(2)</sup> Densidade das partículas; <sup>(3)</sup> Porosidade total; <sup>(4)</sup> Umidade na capacidade de campo; <sup>(5)</sup> Umidade no ponto de murcha permanente; e <sup>(6)</sup> Carbono orgânico total.

O subproduto utilizado foi obtido na fábrica “Café Ouro Verde”; determinou-se a composição química (P, K, Ca e Mg) dele por meio da digestão nitroperclórica (Embrapa, 2009). Além desses, foi definida a relação C/N (Quadro 2). O N foi discriminado conforme Embrapa (2009); e o carbono orgânico total, de acordo com Bezerra Neto & Barreto (2011).

Foi realizada uma calagem para a correção do pH dos solos, sendo os cálculos com base na neutralização do Al ou Ca+Mg de cada solo, conforme o Boletim de Recomendação de Corretivos e Fertilizantes para o Estado de Pernambuco (IPA, 2008), tendo como fonte  $\text{CaCO}_3$  p.a.. As doses do subproduto de café foram incorporadas aos solos nos vasos com o calcário, homogeneizando-se e ajustando-se a umidade a 70 % da capacidade de campo, deixando-se as amostras incubadas em casa de vegetação por 125 dias. Nos 90 dias iniciais, os vasos permaneceram sem planta, tendo sido semeadas sementes de milho aos 90 dias, permanecendo as plantas até os 125 dias de incubação.

A cada 30 dias, a partir da adição dos tratamentos, foram coletadas subamostras dos solos para as avaliações de carbono microbiano (C-CBM), respiração basal (C-CO<sub>2</sub>) e carbono orgânico total (COT).

O C-CBM foi extraído pelo processo de irradiação-extração, mediante método descrito por Mendonça & Matos (2005) e quantificado conforme Bartlett & Ross (1988). Para definir a respiração basal (RBM) e o COT, utilizou-se método descrito por Mendonça & Matos (2005).

Com os resultados, foram calculados o quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) e o quociente microbiano ( $q\text{Mic}$ ). O quociente metabólico foi determinado pela razão C-CO<sub>2</sub> liberado/biomassa microbiana (Anderson & Domsch, 1993); e o quociente microbiano ( $q\text{Mic}$ ), pela expressão (CBM/COT)/10 (Sparling, 1992).

Os resultados das variáveis dependentes foram submetidos à análise da variância; ajustaram-se as equações de regressão das variáveis dependentes em razão das doses aplicadas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa de estatística Sisvar (Ferreira, 2003).

**Quadro 2. Composição química do subproduto de café utilizado no experimento**

Característica	Teor
	$\text{dag kg}^{-1}$
P	0,198
K	0,290
Ca	0,067
Mg	0,025
Relação C/N	12,45

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do subproduto de café nos solos alterou o carbono microbiano (C-CBM) significativamente ( $p=0,05$ ) (Figura 1). No Latossolo Amarelo, nos períodos de 30, 60 e 90 dias, verificou-se que a incorporação de doses de subproduto de café promoveu aumentos lineares no C-CBM. Entretanto, no período de 125 dias quando milho estava sendo cultivado, observou-se decréscimo no C-CBM com o aumento das doses. Em relação ao Argissolo Amarelo, as curvas polinomiais foram as que representaram de melhor forma o C-CBM, em todos os tempos avaliados, com crescimento nas doses iniciais e decréscimo nas maiores doses. É possível que as doses muito elevadas desse resíduo tenham promovido efeito adverso na microbiota do solo, diminuindo o C-CBM.

O C-CBM no Latossolo teve comportamento semelhante por causa das doses aplicadas nos três primeiros tempos de incubação, excetuando-se a amostragem aos 125 dias, quando houve inversão nos valores de C-CBM, possivelmente pelo efeito das plantas de milho nessa última fase do experimento. Esse comportamento pode indicar que, com o aumento no tempo de incorporação do subproduto no solo, os microrganismos tornam-se mais eficientes na utilização do subproduto, elevando a quantidade de C incorporado no tecido microbiano e a população dos microrganismos do solo. Conforme Venzke Filho et al. (2008) e Shi & Marschner (2012), maiores valores de C-CBM são encontrados em solos com maiores teores de argila, pois esses proporcionam maior proteção da matéria orgânica aos agentes decompositores,

diminuindo, assim, o processo de decomposição. No entanto, neste trabalho, a amostra do Argissolo correspondeu a um horizonte subsuperficial, com maior teor de argila e de  $Al^{3+}$ , baixo teor de P e pH mais ácido do que o Latossolo (Quadro 1), podendo ter causado efeito limitante à microbiota no primeiro período de avaliação, especialmente nas doses mais elevadas do subproduto (Figura 1).

Lambais & Carmo (2008), avaliando a aplicação de doses de dois bio sólidos em solos de textura distinta (arenosa e argilosa), verificaram que a aplicação do bio sólido da ETE-Barueri proporcionou maiores concentrações de C-CBM no solo arenoso quando comparado ao argiloso, exceto após quatro semanas de incubação, enquanto a utilização do bio sólido da ETE-Franca resultou em maiores concentrações de C-CBM no solo argiloso do que no arenoso. Comparando esses resultados com o deste trabalho, pode-se afirmar que o C-CBM tende a ser maior em solos de textura argilosa, pois esses autores observaram, após quatro semanas de incubação, maiores concentrações de C-CBM no solo argiloso, quando foram comparados os dois bio sólidos, o que também foi observado neste estudo, exceto nas maiores doses.

Foi verificado aumento no C-CBM no período de 125 dias em relação ao de 90 dias no Latossolo (Figura 1). Esse comportamento, provavelmente, está relacionado com os exsudatos orgânicos liberados pelas raízes das plantas de milho, que contêm C e este está sendo utilizado. A presença de uma cultura no solo pode estimular o desenvolvimento da biomassa microbiana em virtude de o sistema radicular das plantas liberar exsudatos orgânicos para o solo (Cheng

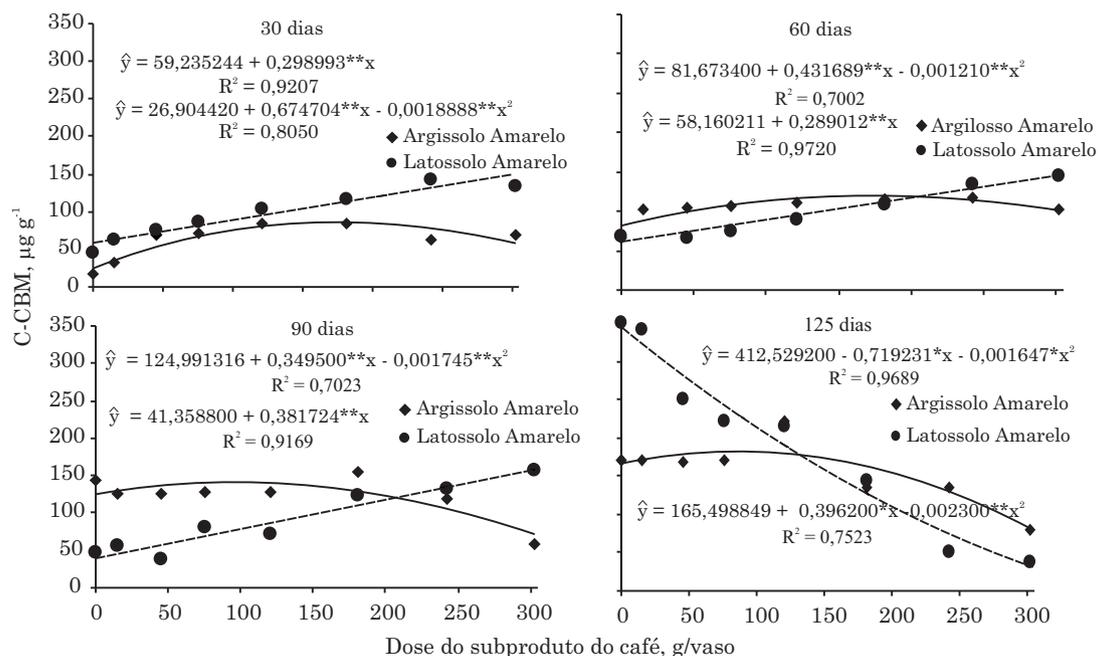


Figura 1. Carbono microbiano (C-CBM) aos 30, 60, 90 e 125 dias de incubação nas amostras do Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo, em função da aplicação de doses de subproduto de café e sob o cultivo de milho.

et al., 1996; Jakelaitis et al., 2007). Contudo, nesse solo, o comportamento foi inverso ao observado nas outras três amostragens, ocorrendo decréscimo no C-CBM com o aumento das doses o resíduo.

A incorporação das doses de subproduto de café nos solos proporcionou alterações significativas ( $p=0,05$ ) na respiração basal microbiana (RBM), nos períodos de 30, 60, 90 e 125 dias (Figura 2). Em ambos os solos, as curvas polinomiais de 2º grau foram as que melhor representaram os valores da RBM em todos os períodos avaliados, exceto aos 30 dias para o Argissolo Amarelo, pois, nesse período, observou-se crescimento linear da respiração dos microrganismos, indicando que o aumento das doses proporcionou elevação da RBM sem atingir o ponto máximo.

Observou-se que, aos 30 dias, houve a maior liberação de C-CO<sub>2</sub> em relação aos 60 e 90 dias. Segundo Passianoto et al. (2001) e Gatiboni et al. (2011), na fase inicial de decomposição de um material orgânico ocorre a maior atividade microbiana em virtude da maior disponibilidade de nutrientes. Diante disso, pode-se afirmar que a maior atividade dos microrganismos no solo, quantificada pela liberação de C-CO<sub>2</sub>, ocorreu nos primeiros 30 dias de incubação do subproduto no solo. Além disso, verificou-se que aos 30 dias a atividade microbiana no Argissolo foi superior à observada no Latossolo.

Os menores valores da RBM no Latossolo podem estar relacionados com a maior atividade microbiana nas primeiras semanas de contato do subproduto com a matriz do solo, isto é, até o período de 30 dias. Essa maior atividade pode ter sido favorecida por alguns

fatores como o maior teor de P no solo, que é superior ao encontrado no Argissolo. Segundo Vinhal-Freitas et al. (2012), o P influencia a atividade dos microrganismos e essa influência foi verificada por Bittar et al. (2013), que observaram a maior atividade dos microrganismos no solo de textura mais arenosa e com maior teor de P.

O incremento inicial (nos primeiros 30 dias) na RBM por causa da aplicação das doses do subproduto foi atenuado com o tempo (60 e 90 dias), possivelmente, pela decomposição dele. A redução da respiração dos microrganismos nos períodos de 60 e 90 dias também pode estar relacionada com a maior eficiência de utilização do C pela biomassa microbiana, resultando em menores perdas de C para a atmosfera. Conforme Cunha et al. (2011), a diminuição das perdas de C-CO<sub>2</sub> indicam maior incorporação do C pela biomassa microbiana, enquanto aos 125 dias ocorreu aumento da respiração dos microrganismos nos dois solos avaliados, provavelmente em virtude da liberação de exsudatos radiculares do milho, cultivado no período de 90 a 125 dias, uma vez que esses exsudatos estimulam a atividade dos microrganismos.

A redução na atividade microbiana do solo ao longo do tempo também foi observada por Figueiredo et al. (2012), os quais verificaram elevada taxa na RBM logo após a aplicação de esterco no solo, apresentando redução dessa atividade com o passar do tempo. Conforme Vieira et al. (2011), esse decréscimo na respiração microbiana pode estar relacionado com a redução do C prontamente oxidável.

O quociente metabólico ( $qCO_2$ ) foi significativamente alterado ( $p=0,05$ ) em razão das doses crescentes do

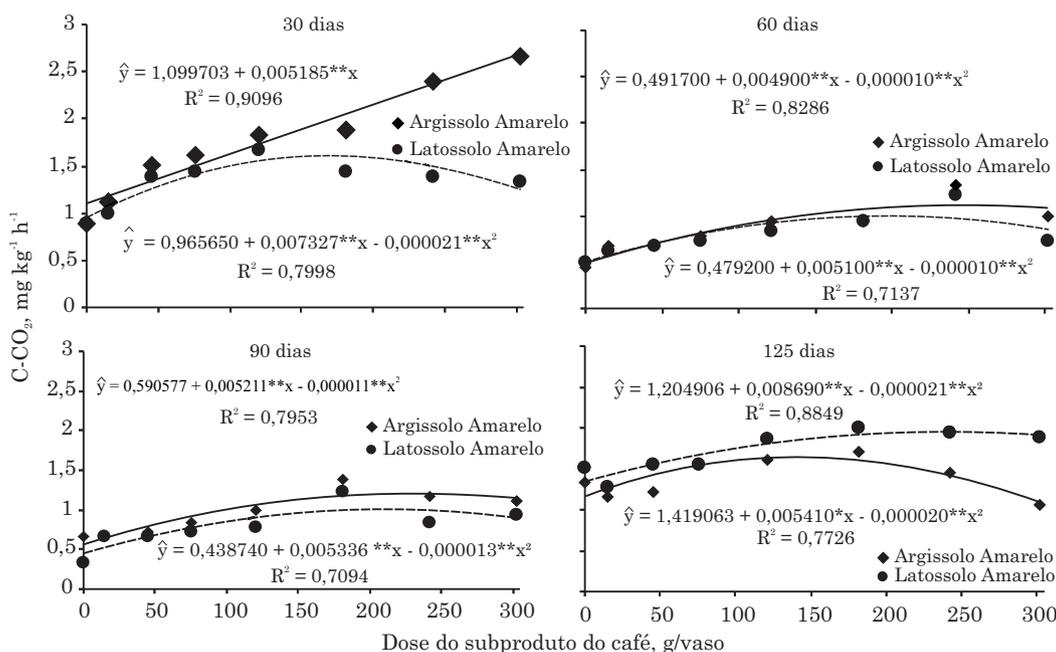


Figura 2. Respiração microbiana (C-CO<sub>2</sub>) aos 30, 60, 90 e 125 dias de incubação nas amostras do Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo, em função da aplicação de doses de subproduto de café e sob o cultivo de milho.

subproduto de café nos dois solos e nos quatro tempos de amostragem (Figura 3). No Argissolo, as curvas lineares foram as que melhor representaram o  $qCO_2$ , nos períodos de 30, 90 e 125 dias, indicando que com o incremento das doses aumentam os valores de  $qCO_2$ . No entanto, aos 60 dias, as doses utilizadas não influenciaram o  $qCO_2$ . Em relação ao Latossolo, as curvas polinomiais foram as que melhor retrataram os valores do  $qCO_2$  nos quatro períodos de avaliações.

Com base nos maiores valores de  $qCO_2$  observados aos 30 dias, foi possível verificar que houve maior liberação de C- $CO_2$  por unidade de C microbiano nesse tempo, em consequência de maior atividade microbiana, mas também pode indicar um ambiente submetido a alguma situação de estresse (Moreira & Siqueira, 2002). Possivelmente, isso ocorreu por causa da adição de subproduto de café no solo, o qual é fonte de nutrientes e energia para os microrganismos, resultando em maior atividade microbiana no início da decomposição e sua diminuição com o tempo.

Os menores valores de  $qCO_2$  podem ser interpretados pela diminuição das perdas de C pela respiração (C- $CO_2$ ) por unidade de biomassa, bem como pela maior eficiência da biomassa microbiana na utilização do C, pois ocorreu maior incorporação desse ao tecido microbiano (Sampaio et al., 2008; Lourenes et al., 2011; Vieira et al., 2011).

Aplicando doses de biossólido da ETE-Franca em dois solos com textura diferente (arenosa e argilosa), Lambais & Carmo (2008) observaram que a adição desse biossólido promoveu maior concentração do  $qCO_2$  no solo arenoso em relação ao solo argiloso, o que só

foi observado, neste trabalho, nos períodos de 60 e 90 dias, exceto nas maiores doses. A diferença desse resultado com o deste estudo pode estar relacionada às características distintas do material orgânico usado e às do solo, pois essas características influenciam positiva ou negativamente na atividade dos microrganismos no solo, interferindo indiretamente no  $qCO_2$ .

O COT dos dois solos avaliados foi significativamente ( $p=0,05$ ) influenciado pelas doses de subproduto de café (Figura 4). Verificou-se que nos quatro períodos avaliados o COT dos dois solos foi aumentando em razão das doses do subproduto, sendo mais bem descritas por curvas lineares no Argissolo Amarelo. No entanto, no Latossolo Amarelo, as curvas lineares representaram de melhor forma o COT aos 30 e 60 dias; nos períodos de 90 e 125 dias, foram as curvas polinomiais que melhor se ajustaram aos dados do COT por causa das doses utilizadas.

Notou-se que os valores de COT no Argissolo foram superiores aos do Latossolo em todos os períodos avaliados. Segundo Walpola & Arunakumara (2010) e Shi & Marschner (2012), a matéria orgânica do solo apresenta decomposição mais lenta em solos com textura mais argilosa, pois as partículas de argila do solo proporcionam maior proteção física ao material orgânico. Diante disso, pode-se inferir que o Argissolo, por apresentar maior teor de argila ( $460 \text{ g kg}^{-1}$ ), permite maior agregação das partículas individuais do solo, ficando o subproduto protegido fisicamente nos agregados, reduzindo assim a ação dos microrganismos e, consequentemente, a decomposição; enquanto no Latossolo, com teor de argila ( $40 \text{ g kg}^{-1}$ ), isto é, inferior

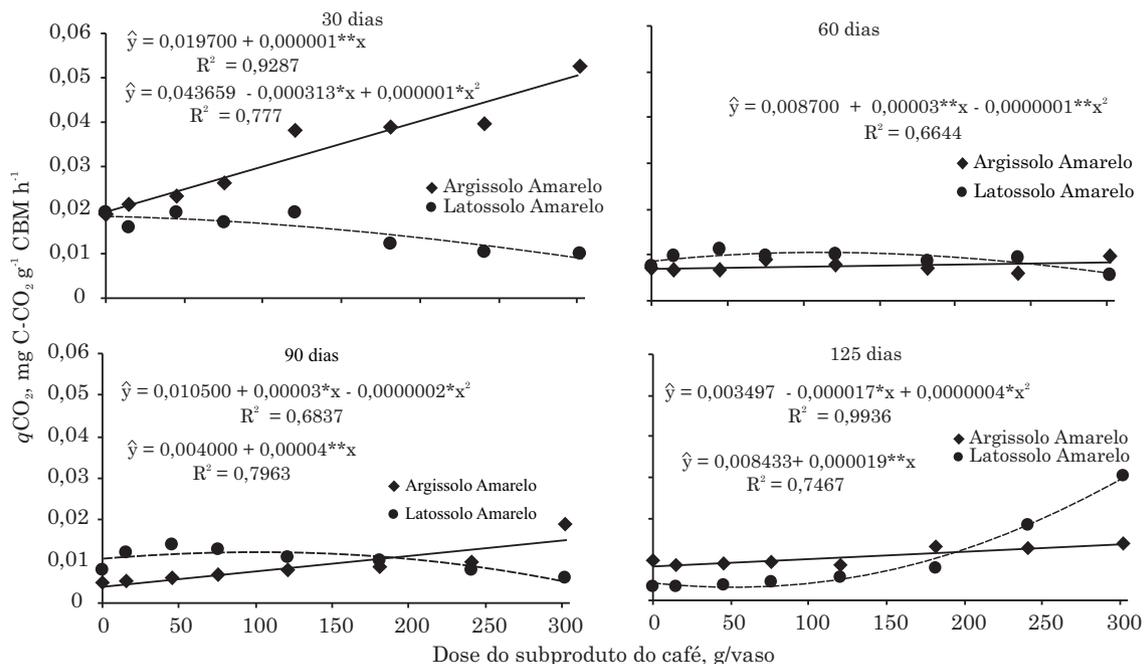


Figura 3. Quociente metabólico ( $qCO_2$ ) aos 30, 60, 90 e 125 dias de incubação nas amostras do Argissolo Amarelo e Latossolo Latossolo Amarelo, em função da aplicação de doses de subproduto de café e sob o cultivo de milho.

ao do Argissolo, resultou em maior decomposição do subproduto. Além disso, o maior aporte de COT no Argissolo contribuiu para os maiores valores de COT nesse solo (Quadro 1).

Leite et al. (2003), avaliando os efeitos da adubação orgânica e da mineral nos estoques de C orgânico no solo, observaram que a adubação orgânica proporcionou o maior aumento no COT no solo ao longo do tempo. Conforme Belo et al. (2012), a elevação nos teores de COT no solo, após a adição de resíduo orgânico, apenas é notável depois de um longo tempo. Sendo assim, neste estudo, verificou-se que os teores de COT nos solos tiveram pequena alteração nos períodos avaliados, necessitando de um período mais longo para que sejam observadas maiores mudanças.

A manutenção do C orgânico no solo é fundamental para estabilidade da estrutura do solo, da atividade microbiana e da capacidade de troca catiônica (Carneiro et al., 2008). Dessa forma, em solos de textura mais arenosa, como no Latossolo estudado, deve-se aumentar a concentração de COT no solo pela adição de resíduo orgânico ou reduzir a sua perda por meio de práticas agrícolas adequadas, pois, dessa maneira, aumenta-se a estabilidade da estrutura do solo, melhorando a retenção de água, reduzindo as perdas de solo por erosão, aumentando a fertilidade do solo, entre outras características.

Observou-se que as doses crescentes de subproduto de café influenciaram significativamente ( $p=0,05$ ) o quociente microbiano ( $qMic$ ) dos dois solos em todos os períodos avaliados (Figura 5). No Latossolo Amarelo, o aumento das doses do subproduto de café

proporcionaram elevação no  $qMic$  em todos os tempos avaliados, enquanto no Argissolo Amarelo ocorreu aumento nos valores do  $qMic$  nas primeiras doses e depois esses valores decresceram, em todos os períodos estudados, sendo representados por curvas polinomiais, exceto aos 125 dias, que foram lineares.

Observou-se que os valores do  $qMic$  foram maiores no Latossolo, exceto nas primeiras doses de subproduto no período de 90 dias. Segundo Gama-Rodrigues & Gama-Rodrigues (2008), a biomassa microbiana encontra-se sob estresse quando a matéria orgânica do solo é de difícil decomposição, resultando na redução do  $qMic$ . Diante disto, pode-se inferir que a decomposição do material orgânico é mais lenta no Argissolo, resultando em menores valores de  $qMic$ .

Maiores valores de  $qMic$  indicam maior ciclagem de nutrientes e, também, maior disponibilidade de C orgânico para os microrganismos do solo (Anderson & Domsch, 1993; Pragana et al., 2012). Diante disso, pode-se supor que as maiores concentrações de  $qMic$  no Latossolo ocorreu pela maior disponibilização de C orgânico para os microrganismos, reduzindo assim o COT no solo. No Argissolo o COT está protegido fisicamente à degradação microbiana, resultando em maiores valores de COT e menores valores de  $qMic$ . Maiores concentrações do  $qMic$  em solo de textura arenosa, quando comparado ao de textura argilosa, também foram observadas por Lambais & Carmo (2008). Portanto, pode-se sugerir que solos com maiores teores de argila permitem menor decomposição do material orgânico depositado nele, resultando em maior acúmulo de COT e menor concentração de  $qMic$  (Figura 4).

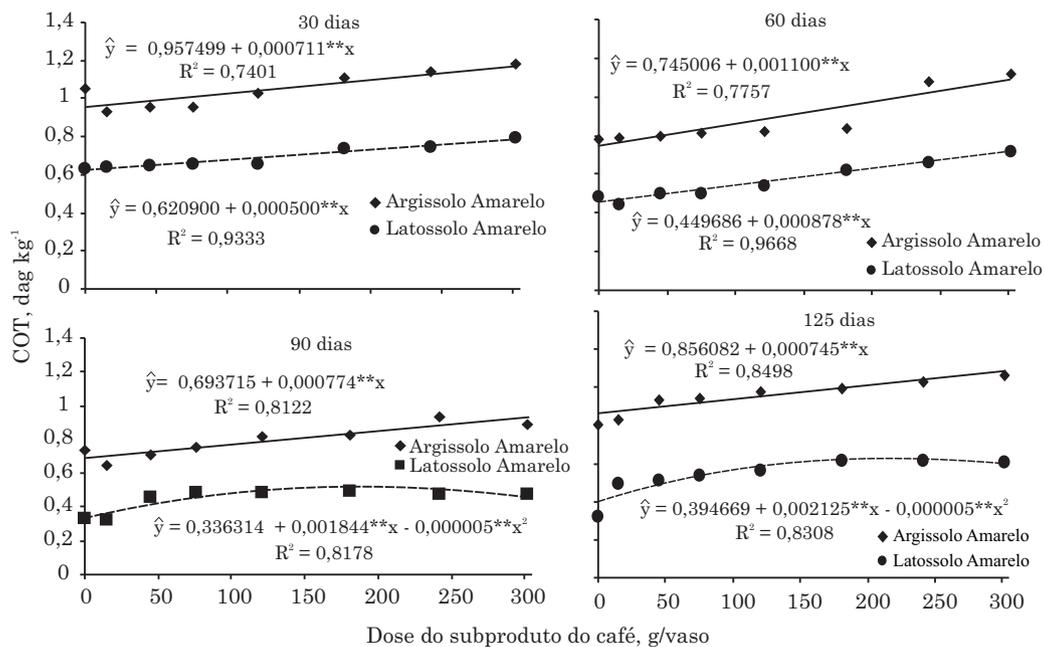


Figura 4. Carbono orgânico total (COT) aos 30, 60, 90 e 125 dias de incubação nas amostras do Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo, em função da aplicação de doses de subproduto de café e sob o cultivo de milho.

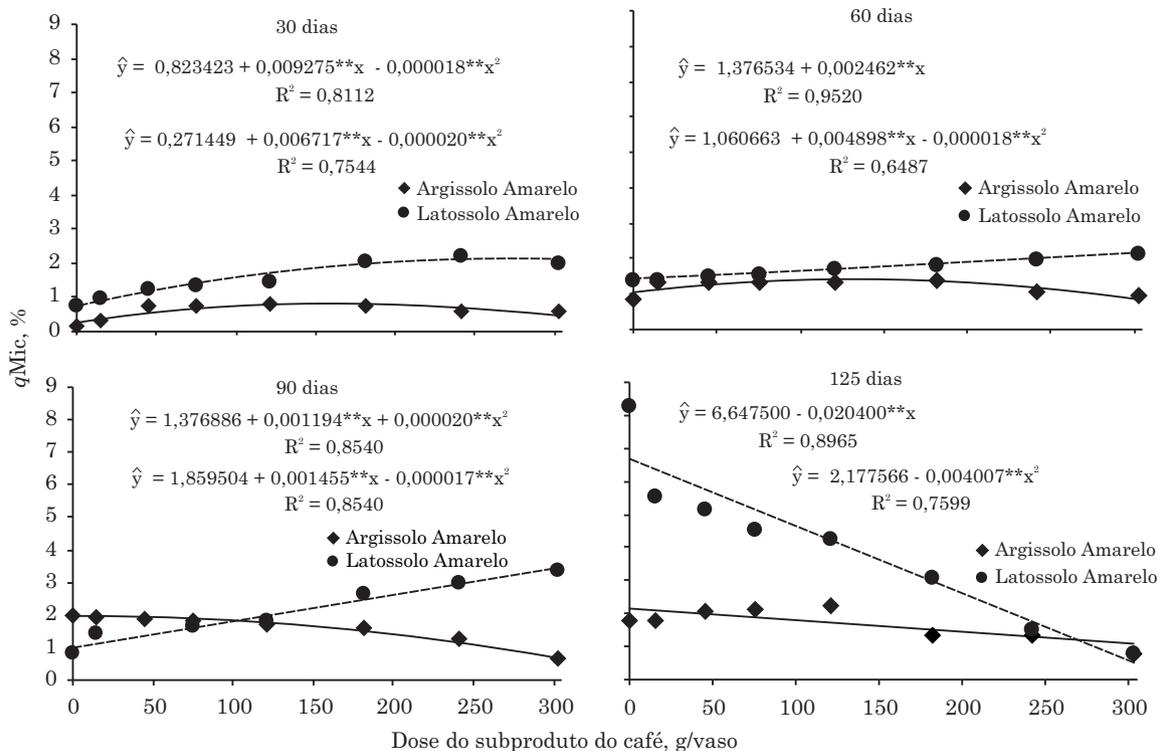


Figura 5. Quociente microbiano ( $q_{Mic}$ ) aos 30, 60, 90 e 125 dias de incubação nas amostras do Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo, em função da aplicação de doses de subproduto de café e sob o cultivo de milho.

Da mesma maneira que as plantas podem ter alterado as condições biológicas do solo, a decomposição diferenciada do subproduto aplicado em doses crescentes pode ter promovido diferentes condições de crescimento radicular e absorção de nutrientes e água pela planta, influenciando sobre o desenvolvimento dela. As diferenças nos comportamentos das variáveis avaliadas nos dois solos são indicativo da resposta de cada um deles ao uso de qualquer produto orgânico aplicado neles, justificando mais pesquisas para elucidarem a atuação desses nos solos em geral.

## CONCLUSÕES

1. A utilização de dose de subproduto de café proporciona aumentos nos valores de carbono da biomassa microbiana e nos da respiração basal microbiana.
2. O COT é superior no Argissolo Amarelo por causa de esse solo permitir maior proteção do subproduto orgânico à decomposição pelos microrganismos.
3. A maior atividade microbiana ocorre no período de 30 dias, com maior liberação de C-CO<sub>2</sub>.
4. O cultivo do milho por um período de 90 a 125 dias proporciona mudanças nos indicadores biológicos do solo.

## AGRADECIMENTO

À CAPES, pela concessão da bolsa de Mestrado e pelos recursos para a realização desta pesquisa.

## LITERATURA CITADA

- ANDERSON, J.P.E. & DOMSCH, K.H. The metabolic quotient ( $q_{CO_2}$ ) as a specific activity parameter to assess the effects of environment conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biol. Biochem.*, 25:393-395, 1993.
- ARAÚJO, E.A.; KER, J.C.; NEVES, J.C.L. & LANI, J.L. Qualidade do solo: Conceitos, indicadores e avaliação. *Pesq. Aplic. Agrotec.*, 5:187-196, 2012.
- ASSIS, E.P.M.; CORDEIRO, M.A.S.; PAULINO, H.B. & CARNEIRO, M.A.C. Efeito da aplicação de nitrogênio na atividade microbiana e na decomposição da palhada de sorgo em solo de cerrado sob plantio direto. *Pesq. Agropec. Trop.*, 33:107-112, 2003.
- BARTLETT, R.J. & ROSS, D.S. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52:191-1192, 1988.
- BELO, E.S.; TERRA, F.D.; ROTTA, L.R.; VILELA, L.A.; PAULINO, H.B.; SOUSA, E.D.; VILELA, L.A.F. & CARNEIRO, M.A.C. Decomposição de diferentes resíduos orgânicos e efeito na atividade microbiana em um Latossolo Vermelho de Cerrado. *Global Sci. Technol.*, 5:107-116, 2012.

- BEZERRA NETO, E. & BARRETO, L.P. Análises químicas e bioquímicas em plantas. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. 267p.
- BITTAR, I.M.B.; FERREIRA, A.S. & CORRÊA, G.F. Influência da textura do solo na atividade microbiana, decomposição e mineralização do carbono de serapilheira de sítios do bioma Cerrado sob condições de incubação. *Biosci. J.*, 29:1952-1960, 2013.
- BORGES JÚNIOR, J.C.F.; ANJOS, R.J.; SILVA, T.J.A.; LIMA, J.R.S. & ANDRADE, C.L.T. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária para a microrregião de Garanhuns, PE. *R. Bras. Eng. Agric. Amb.*, 16:380-390, 2012.
- CARNEIRO, M.A.C.; ASSIS, P.C.R.; MELO, L.B.C.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B. & SILVEIRA NETO, A.N. Atributos bioquímicos em dois solos de Cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. *Pesq. Agropec. Trop.*, 38:276-283, 2008.
- CHENG, W.; ZANGH, Q.; COLEMAN, D.C.; CARROL, C.R. & HOFFMAN, C.A. Is available carbon limiting microbial respiration in rhizosphere? *Soil Biol. Biochem.*, 28:1283-1288, 1996.
- CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; FERREIRA, E.P.B.; DIDONET, A.D.; MOREIRA, J.A.A. & LEANDRO, W.M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I - Atributos biológicos do solo. *R. Bras. Ci Solo*, 35:603-611, 2011.
- DIAS, B.O.; SILVA, C.A.; HIGASHIKAWA, F.S.; ROIG, A. & SÁNCHEZ-MONEDERO, M.A. Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure: Effect on organic matter degradation and humification. *Bioresour. Technol.*, 101:1239-1246, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, 2009. 627p.
- FERREIRA, D.F. SISVAR software: versão 4.6. Lavras, DEX/UFLA, 2003.
- FIGUEIREDO, C.C.; RAMOS, M.L.G.; McMANUS, C.M. & MENEZES, A.M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. *Hortic. Bras.*, 30:175-179, 2012.
- GAMA-RODRIGUES, E.F. & GAMA-RODRIGUES, A.C. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo - Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.159-170.
- GATIBONI, L.C.; COIMBRA, J.L.M.; DERNARDIN, R.B.N. & WILDER, L.P. Microbial biomass and soil fauna during the decomposition of cover crops in no-tillage system. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:1151-1157, 2011.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO - IPA. Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3.ed. Recife, IPA, 2008. 212p.
- JAKELAITIS, A.; SANTOS, J.B.; VIVIAN, R. & SILVA, A.A. Atividade microbiana e produção de milho (*Zea mays*) e de *Brachiaria brizantha* sob diferentes métodos de controle de plantas daninhas. *Planta Daninha*, 25:71-78, 2007.
- LAMBAIS, M.R. & CARMO, J.B. Impactos da aplicação de bio sólidos na microbiota de solos tropicais. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:1129-1138, 2008.
- LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L.; MACHADO, P.L.O.A. & GALVÃO, J.C.C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:821-832, 2003.
- LOURENTES, E.R.P.; MERCANTE, F.M.; ALOVISI, A.M.T.; GOMES, C.F.; GASPARINI, A.S. & NUNES, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. *Pesq. Agropec. Trop.*, 41:20-28, 2011.
- MATSUOKA, M.; MENDES, I.C. & LOUREIRO, M.F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). *R. Bras.Ci. Solo*, 27:425-433, 2003.
- MENDONÇA, E.S. & MATOS, E.S. Matéria orgânica do solo; métodos de análises. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.
- MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2.ed. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002. 626p.
- PASSIANOTO, C.C.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V.; LIMA, A.C.R. & LIMA, C.L. Atividade e biomassa microbiana no solo com a aplicação de dois diferentes lodos de curtume. *R. Bras. Agroci.*, 7:125-130, 2001.
- PORTUGAL, A.F.; JUCKSCH, I.; SCHAEFER, C.E.G.R. & WENDLING, B. Determinação de estoques totais de carbono e nitrogênio e suas frações em sistemas agrícolas implantados em Argissolo Vermelho-Amarelo. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:2091-2100, 2008.
- PRAGANA, R.B.; NÓBREGA, R.S.A.; RIBEIRO, M.R. & LUSTOSA FILHO, J.F. Atributos biológicos e dinâmica da matéria orgânica em Latossolos Amarelos na região do Cerrado piauiense sob sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 36:851-858, 2012.
- RUIZ, H.A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). *R. Bras. Ci. Solo*, 29:297-300, 2005.
- SAMPAIO, D.B.; ARAÚJO, A.S.F. & SANTOS, V.B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. *Ci. Agrotecnol.*, 32:353-359, 2008.

- SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E.M.; LUCENA, M.A. & GUIMARÃES, M.M.B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. *R. Biol. Ci. Terra*, 5:20-26, 2004.
- SHI, A. & MARSCHNER, P. Addition of a clay subsoil to a sandy top soil alters CO<sub>2</sub> release and the interactions in residue mixtures. *Sci. Total Environ.*, 465:248-254, 2012.
- SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C.V.S.; CARVALHO, P.C.F. & MARTINS, A.P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 34:79-88, 2010.
- SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. *Aust. J. Soil Res.*, 30:195-207, 1992.
- VENZKE FILHO, S.P.; FEIGL, B.J.; PICCOLO, M.C.; SIQUEIRA NETO, M. & CERRI, C.C. Biomassa microbiana do solo em sistema de plantio direto na região de Campos Gerais - Tibagi, PR. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:599-610, 2008.
- VIEIRA, G.D.; CASTILHOS, D.D. & CASTILHOS, R.M.V. Atributos microbianos do solo após a adição de lodo anaeróbio da estação de tratamento de efluentes de parboilização do arroz. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:543-550, 2011.
- VINHAL-FREITAS, I.C.; FERREIRA, A.S.; CORRÊA, G.F. & WENDLING, B. Influence of phosphorous and carbon on soil microbial activity in a Savanah agroecosystem of Brazil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 43:1291-1302, 2012.
- WALPOLA, B.C. & ARUNAKUMARA, K.K.I.U. Decomposition of gliricidia leaves: The effect of particle size of leaves and soil texture on carbon mineralization. *J. Trop. Agric. Res. Ext.*, 13:20-23, 2010.