

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NOS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO NA PRODUÇÃO DE MILHO SILAGEM

**Giancarlo Dalla Costa, Marcos Augusto Alves Silva, Gilberto Bueno Demétrio,
Marcelo Alves Silva, Leopoldo Sussumu Matsumoto**

UENP - Universidade Estadual do Norte do Paraná <leopoldo@uenp.edu.br>

Resumo - O manejo racional do solo tem por objetivo o uso de técnicas que evitem o seu empobrecimento mantendo ou melhorando sua fertilidade. A biomassa microbiana do solo (BMS), parte importante na manutenção e produtividade dos ecossistemas agrícolas e florestais, serve de parâmetro na caracterização de qualidade do solo em áreas sob diferentes regimes de manejo e cultivo. Este estudo teve por objetivo avaliar os atributos microbiológicos de um LATOSSOLO VERMELHO eutroférico com adubação mineral (50 kg N, 20 kg P₂O₅ e 20 kg K₂O) e cama aviária (maravalha e palha de arroz) nas dosagens de 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 Mg ha⁻¹ no consórcio aveia/milho cultivado sob plantio direto. As coletas foram realizadas na camada de 0 – 10 cm na entrelinha da cultura em diferentes épocas: (1) aveia, (2) pós-calagem, (3) pós-aplicação da cama aviária, (4) pós-herbicida, (5) pós-plantio do milho, (6) fase vegetativa e (7) fase reprodutiva. Os parâmetros avaliados foram carbono da biomassa microbiana (CBM), quociente metabólico (qCO₂) e relação CBM/Carbono Orgânico Total (COT). Os valores de CBM e q CO₂ foram influenciados significativamente pela atividade antrópica em todos os tratamentos, destacando a queda do CBM e aumento significativo de quociente metabólico no tratamento que recebeu adubação mineral. Nos tratamentos que receberam cama aviária, a relação CBM/COT demonstra maior eficiência na utilização do carbono, sem alterações significativas entre palha de arroz e maravalha. Concluiu-se que os tratamentos com cama de aviário favoreceram o aproveitamento da matéria orgânica do solo, vista a menor perturbação da atividade microbiológica.

Palavras-Chave: Carbono da biomassa microbiana, matéria orgânica, cama aviário, quociente metabólico.

INFLUENCE OF FERTILIZATION IN THE MICROBIOLOGICAL ATTRIBUTES OF SOIL IN PRODUCTION OF CORN SILAGE

Abstract - The rational land management aims at the use of techniques that prevent their impoverishment maintaining or improving your fertility. The soil microbial biomass (SMB), an important part in the maintenance and productivity of agricultural and forest ecosystems, serves as a parameter to characterize soil quality in areas under different soil tillage and crop systems. This study was to evaluate the microbiological attributes of an Oxisol with mineral fertilizer (50 kg N, 20 kg P₂O₅ and 20 kg K₂O) and poultry litter (wood shavings and rice rusk) at doses of 2.5; 5.0, 7.5 and 10.0 Mg ha⁻¹ in the oat/corn grown under no-tillage. Samples were collected in the layer 0-10 cm in the rows at different times: (1) oats (2) post-liming, (3) post-application of poultry litter, (4) post-herbicide (5) after planting corn, (6) vegetative phase and (7) the reproductive phase. The parameters evaluated were microbial biomass carbon (MBC), microbial metabolic quotient (qCO₂) and the ratio of MBC and total carbon organic (TOC). The values of MBC and q CO₂ were significantly influenced by human activity in all treatments, highlighting the fall of MBC and significant increase in metabolic quotient in

treatments with mineral fertilizer. The treatments that received poultry litter, the relationship MBC/TOC demonstrates greater efficiency in the use of carbon without significant changes between rice rusk and woods shavings. It was concluded that the treatments with poultry litter favored the use of soil organic matter, given the slightest disturbance of microbial activity.

KeyWord: microbial biomass carbon, organic matter, poultry filter, microbial metabolic quotient.

1. INTRODUÇÃO

A busca do desenvolvimento sustentável representa um dos maiores desafios para a humanidade. O Brasil, terceiro maior produtor de carne de frango do mundo, no ano de 2012, produziu 12.645 milhões de toneladas, o Paraná foi responsável por 30,59% do abate nacional de carcaças (UBABEF, 2013).

Toda essa produção gera um volume considerável de resíduos orgânicos (cama de frango) com potencial risco ambiental (SINDIAVIPAR, 2011). A utilização deste material como fertilizante pode ser boa opção para o produtor, por ser um material rico em nutrientes e estar disponível nas propriedades a um baixo custo (COSTA et al., 2009).

A produtividade nos agrossistemas depende do processo de decomposição da matéria orgânica no solo e da consequente mineralização dos nutrientes. Neste aspecto, a biomassa microbiana do solo funciona como importante reservatório de nutrientes essenciais às plantas (GRISI & GRAY, 1986).

A ciclagem dos nutrientes depende intensamente da atividade dos micro-organismos edáficos, no entanto, qualquer alteração no ambiente pela atividade antrópica pode alterar a diversidade e funcionalidade dos micro-organismos. Nesse contexto, organismos edáficos têm sido estudados e usados como indicadores biológicos no monitoramento das alterações ambientais decorrentes do uso de práticas agrícolas (SILVA et al., 2013).

A biomassa microbiana do solo (BMS) é um dos componentes que controla a decomposição e o acúmulo de matéria orgânica e as transformações envolvendo nutrientes minerais (LOPES et al., 2012). Representando uma reserva considerável de nutrientes, os quais são assimilados durante os ciclos de crescimento dos organismos que compõem o ecossistema (ARAÚJO & MONTEIRO, 2007).

A BMS é o componente vivo da matéria orgânica e sensível às alterações ocorridas no ambiente, tornando-se um dos atributos microbianos na avaliação do grau de sustentabilidade de um sistema agrícola. Constituída, na sua maioria, por fungos e bactérias que atuam em processos de manutenção do ecossistema. Solos que mantêm

alto conteúdo de biomassa microbiana são capazes não somente de estocar, mas também de ciclar mais nutrientes no sistema (BERTHRONG, BUCKLEY & DRINKWATER, 2013).

A oxidação biológica da matéria orgânica à CO₂ pelos micro-organismos aeróbios ocupa uma posição chave no ciclo do carbono nos ecossistemas terrestres. A avaliação da respiração do solo é a técnica mais frequente para quantificar a atividade microbiana, sendo positivamente relacionada com o conteúdo da matéria orgânica e com a biomassa (ALEF, 1995).

A combinação das medidas de biomassa microbiana e a respiração do solo fornecem a quantidade de CO₂ evoluída por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico (qCO₂). O q CO₂ indica a eficiência da biomassa em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo sensível indicador para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI et al., 2002).

Neste sentido, os micro-organismos se enquadram como sensíveis indicadores da qualidade do solo. Sua biomassa microbiana, sua taxa de respiração e o seu quociente metabólico podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais decorrentes de práticas agrícolas (ALCANTARA et al., 2007).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os atributos microbiológicos do solo ao longo do desenvolvimento da cultura do milho cultivado sob plantio direto com adubação mineral e cama aviária.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico sob plantio direto com aveia com as seguintes características químicas na profundidade 0 – 20 cm: 22,77 g kg⁻¹ de matéria orgânica; pH (CaCl₂) 4,44; P = 5,19 mg dm⁻³; [K = 0,16; Ca = 5,89; Mg = 1,93; Al = 0,35; CTC = 12,91 (cmol_c dm⁻³)] e aplicação de calcário na dosagem de 1,2 Mg.ha⁻¹.

As camas foram coletadas de aviários de um mesmo produtor e submetidas ao mesmo manejo (2º lote de frangos). As características químicas das camas encontram-se na Tabela 01.

Tabela 01 _ Composição química das camas de aviário (Maravalha e Palha de Arroz).

Camada Aviária	P	K	Ca	Mg	S	C	N
			g.Kg ⁻¹				%
Maravalha	6,24	17,86	16,48	5,52	3,11	28,74	1,23
Palha Arroz	3,99	13,73	11,24	4,09	2,90	30,69	1,58
Camada Aviária	C/N	B	Cu	Fe	Mg	Zn	
				mg.Kg ⁻¹			
Maravalha	23,33	37,20	243,87	2114,80	348,39	203,66	
Palha Arroz	19,38	28,49	159,87	4853,40	444,32	130,50	

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x4+1 composto por dois tipos de cama (maravalha e palha de arroz), com quatro doses (2,5; 5,0; 7,5 e 10 Mg ha⁻¹) e tratamento constituído pela adubação mineral (50 kg de N, 20 kg de P e 20 kg de K) com quatro repetições. Os tratamentos com cama de frango receberam, no ato do plantio, 1/3 da adubação mineral. O cultivar de milho (*Zea mays* L.) utilizado foi um híbrido de média a alta produtividade, com densidade de 55.000 plantas por hectare, no espaçamento entre linhas de 0,90 cm.

As coletas de solo foram realizadas na camada de 0 – 10 cm na entrelinha da cultura em sete momentos [Primeira coleta: o solo se encontrava com aveia de cobertura com aproximadamente 28 dias de plantio e ficou definido como dia zero; segunda coleta ocorreu 7 dias após a aplicação de calcário; terceira coleta foi realizada 30 dias após a distribuição da cama de aviário; quarta coleta ocorreu 90 dias após a distribuição da cama de aviário e 7 dias após a aplicação de glifosato; quinta coleta ocorreu 122 dias após distribuição da cama de aviário e 15 dias após o plantio onde a planta encontrava-se no estágio vegetativo iniciais; sexta coleta aconteceu 151 dias após a distribuição da cama de aviário e a planta estava entre os estádio vegetativo (V10) e reprodutivo (R1) e a sétima coleta foi realizada 207 dias após a distribuição da cama de aviário e o milho estava no momento em que o grão apresentava 2/3 da linha de leite transformada em amido (R4-R5)]. Cada amostra, composta por 7 sub amostras, foram acondicionadas em sacos plásticos sob refrigeração e transportadas para o laboratório de Microbiologia de Solos da UENP onde foram homogeneizadas, peneiradas em malha de 2 mm e a umidade ajustada para 60% da capacidade de campo. O C da biomassa microbiana (CBM) foi determinado pelo método de fumigação-extração (VANCE et al., 1987). O método utilizado para a análise do Carbono Orgânico Total (COT) (WALKLEY & BLACK, 1934). A partir dos valores do CBM e dos teores COT foi calculado a relação CBM/COT (SPARLING, 1992). A atividade respiratória foi determinada pela quantificação de C-CO₂ em solo incubado (SILVA et al., 2007) e o quociente metabólico (qCO₂) é obtido pela razão entre a atividade respiratória e CBM. Os resultados foram submetidos a análise de variância ANOVA, e os resultados submetidos a análise de regressão quadrática e teste Tukey a significância de 5%.

Artigo 1651 - Submissão: 17-07-13: - Aprovado para publicação em: 25-04-2014

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Carbono da biomassa microbiana

O uso e manejo do solo promoveram alterações significativas no C da biomassa microbiana (CBM) influenciadas tanto pela atividade antrópica quanto pelo desenvolvimento da planta em todos os momentos avaliados. Destacando-se a queda nos momentos 2, 4, 6 e 7 (Figura 01).

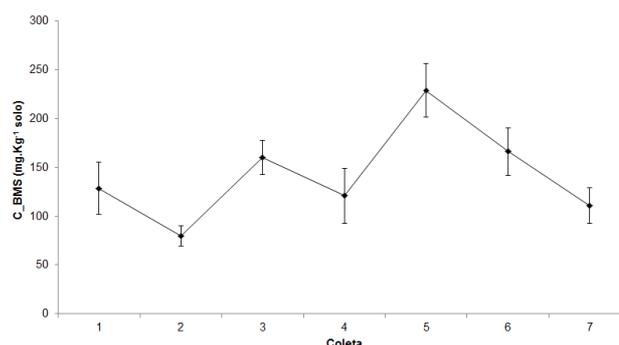


Figura 01 _ Médias de carbono da biomassa microbiana do solo (CBMS) de todos os tratamentos, ao longo do período de coleta.

A queda no momento 2, provavelmente pode estar correlacionada ao manejo do solo e aplicação do calcário que influenciaram negativamente na atividade microbiana. Comportamento antagônico foi observado no momento 3 que apresentou valores que indicaram recuperação e crescimento da biomassa microbiana. Tal fato pode estar relacionado ao aumento no C-biomassa de solos com a maior quantidade de resíduos orgânicos (biossólido), atribuindo isso ao incremento no conteúdo de matéria orgânica e nutrientes no solo, o que favorece o crescimento microbiano (LOPES, 2001).

Em condições naturais, os micro-organismos se encontram em um estado de equilíbrio, em que são dependentes das condições naturais do solo. Já nas áreas de cultivo tal equilíbrio é frequentemente perturbado em área de cultivo (SILVA et al., 2013). Fato observado no momento 4 que apresentou interação negativa a aplicação de herbicida. O mesmo observado por Venzke Filho et al., (2008), os quais mostraram que a aplicação de herbicida promovem redução na quantidade e gera alterações na composição da biomassa microbiana.

Kaschuk, Alberton & Hungria, (2010) relataram que a aplicação de herbicidas em repetidas safras, comprometeu a sobrevivência e o desenvolvimento da biomassa microbiana e na maioria das vezes, há uma diminuição da eficácia na utilização de recursos C no solo, contudo Silva et al. (2010) observaram apenas efeitos transitórios das aplicações de agroquímicos. Fato que condiz com o observado nos valores obtidos na coleta 5 que

apresentou crescimento significativo do carbono microbiano se comparado aos demais momentos.

As coletas seis e sete apresentaram queda significativa nos valores de CBMS. Esta queda já era esperada e pode ser explicado ao estágio fenológico da planta, onde ocorre diminuição na exsudação de fotossintáticos importantes na manutenção da comunidade microbiana do solo. A influência na biomassa microbiana pode ser direta pela seleção na camada da rizosfera, ou indireta, por meio das fontes de C provenientes dos resíduos culturais ou pela adição de compostos orgânicos, que podem ser mais ou menos biodisponíveis à decomposição pelos micro-organismos (SILVA et al., 2010).

Quociente metabólico (qCO₂)

Analisando resultados obtidos de qCO₂, observamos direta influência da biomassa microbiana sobre estas variações, porém podemos destacar aumento expressivo na atividade metabólica dos micro-organismos na coleta pós herbicida (coleta 4), onde ocorre alto estresse na tratamento com adubação mineral, fato de menor intensidade nas com camas aviária (Figura 02). Tal fato pode estar relacionado a resíduos culturais frescos e ou material recém-adicionado ao solo atuem como agentes de agregação da matéria orgânica às partículas do solo, atuando como barreira física e protegendo a biomassa microbiana (SIX et al., 2006).

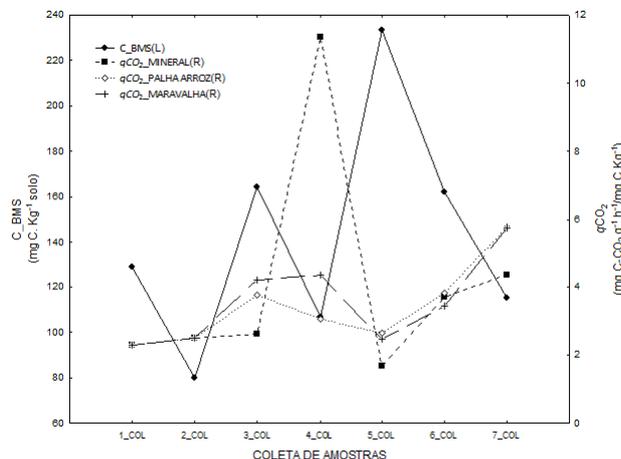


Figura 02 _ Média de CBM de todos os tratamentos e qCO₂ dos tratamentos de mineral, palha de arroz e maravalha ao longo do período de coleta.

Impacto do manejo no solo promove desvio de energia do crescimento e reprodução para a manutenção celular, elevando os valores de qCO₂. Portanto, durante um estresse na biomassa microbiana, ocorre direcionamento de mais energia para a manutenção celular, em lugar do crescimento, de forma que uma proporção de

carbono da biomassa será perdida na forma de CO₂ (ARAÚJO & MONTEIRO, 2007).

Relação entre CBM/COT

A relação entre carbono microbiano e carbono orgânico total (CBM/COT) tem sido utilizada como indicador de qualidade da matéria orgânica presente no solo, esses valores expressam a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o C desta matéria orgânica (BARETTA et al. 2005). Valores maiores e menores expressam acúmulo ou perda de C respectivamente, o valor de 2,2% é considerado por muitos autores como sendo o nível em que o solo apresenta equilíbrio.

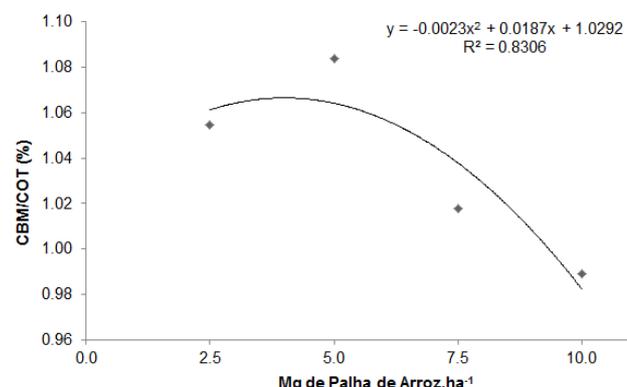


Figura 03 _ Regressão polinomial da relação CBM/COT (%) em cama aviária de palha de arroz em diferentes doses de aplicação.

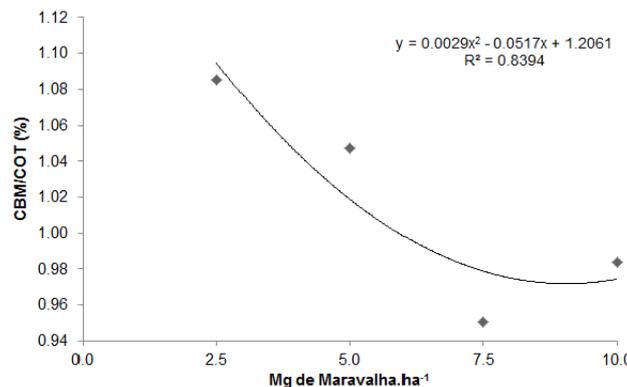


Figura 04 _ Regressão polinomial da relação CBM/COT (%) em cama aviária de maravalha em diferentes doses.

No presente trabalho os valores da relação CBM/COT reduziram com o aumento das dosagens de cama aviária (maravalha e palha de arroz). Sendo que no tratamento que recebeu palha de arroz foi verificado pela regressão quadrática a tendência na eficiência no uso de carbono orgânico total na dose de 5,0 Mg ha⁻¹ (R2 = 0,830) (Figura 03). Fato não observado na maravalha em todas as doses (Figura 04). Tal fato pode estar relacionada a composição do material das camas, sendo que a maravalha tem uma constituição mais lignificada de

difícil e demorado processo de decomposição. Nos dois tipos de cama, nas maiores doses de material orgânico (7,5 e 10,0 Mg ha⁻¹), os micro-organismos não foram capazes de realizar a mineralização dos nutrientes e isto ocorre de maneira significativa para os dois tratamentos. De acordo com Silva et al. (2010), relações baixas de CBM/COT, apresentam condição de estresse e nessas condições a taxa de utilização de C pela biomassa é menor.

4. CONCLUSÕES

Considerando todo o período de estudo, os teores CBMS sofreram alterações significativas pelo uso e manejo do solo.

Os valores de q CO₂ sofreram variação ao longo dos períodos das coletas, nos tratamentos que receberam cama aviária teve menor impacto do uso e manejo

Os valores da relação CBSM/COT reduziram com o aumento das dosagens de cama aviária. Destacando que os tratamentos 5,0 Mg ha⁻¹ de palha de arroz e 2,5 Mg ha⁻¹ de maravalha foram os que tiveram melhores respostas.

5. AGRADECIMENTOS

A UENP, Universidade Estadual do Norte do Paraná pela condição oferecida e às instituições de fomento de pesquisa CAPES e Fundação Araucária pelo apoio concedido através de bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, R.M.C.M.; ARAÚJO, A.M.S.; LIMA, A.A.; HAIM, P.G.; SILVA, E.E. Avaliação da biomassa microbiana do solo em sistemas orgânicos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2, n.2, p.191-193, 2007.

ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Ed.) **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. Academic Press: London, 576 p, 1995.

ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. *Bioscience Journal*, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; FIGUEIREDO, S.R.; KLAUBERG, O. FILHO. Efeito do monocultivo de Pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 29, p. 715-724, 2005.

BERTHRONG, S.T.; BUCKLEY, D.H.; DRINKWATER, L.E. Agricultural management and labile carbon additions affect soil microbial community structure and interact with carbon and nitrogen cycling. *Microbial Ecology* v. 66, p. 158-170, 2013.

COSTA, A.M.; BORGES, E.N.; SILVA, A.N.; GUIMARÃES, E.C.; Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob

pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. *Ciência Agrotécnica*, Lavras. v. 33. p. 1991-1998, 2009.

GRISI, B.M.; GRAY, T.R.G. Comparação dos métodos de fumigação, a taxa de respiração em resposta à adição de glicose e conteúdo de ATP, para estimar a biomassa microbiana dos solos. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.10, n.1, 1986.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. *Soil Biology & Biochemistry*. v. 42, p. 1-13, 2010.

LOPES, A.A.C.; SOUSA, D.M.G.; CHAER, G.M.; JUNIOR, F.B.R.; GOEDERT, W.J.; MENDES, I.C. Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon. *Soil Science Society American Journal*, v. 77, n. 2, p. 461-472, 2012..

LOPES, E. B. M; **Diversidade metabólica em solo tratado com biossólidos**. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 66 p, 2001.

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALDI, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: A laboratory study. *Biology Fertility Soils*, v. 35, p. 96-101, 2002.

SILVA, A.P; BABUJIA, L.C.; MATSUMOTO, L.S.; GUIMARÃES, M.F.; HUNGRIA, M. Bacterial diversity under different tillage and crop rotation systems in an oxisol of southern Brazil. *The Open Agriculture Journal*, v. 7, (Suppl 1-M6), p. 40-47, 2013.

SILVA, E.E. da; AZEVEDO, P.H.S.; DE-POLLI, H. **Determinação do carbono (BMS-C)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 6 p, 2007.

SILVA, R.R. da; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; MOREIRA, F.M.S. de; CURI, N.; ALOVISI, A.M.T.; Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes – MG. *Revista Brasileira Ciência do Solo*. v. 34, p. 1585-1592, 2010.

SINDIAVIPAR; **Avicultura do Paraná**. Paraná no topo, exportações de frango avançam em volume e faturamento, n. 25, 2011.

SIX, J.; FREY, S.D.; THIET, R.K.; BATTEN, K.M. Bacterial and fungal contributions to C-sequestration in agroecosystems. *Soil Science of Society*. v. 70, p. 555 – 569, 2006.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. *Journal of Soil Research*. v. 30, p. 195-207, 1992.

UBABEF. **União Brasileira de Avicultura**. Relatório Anual, 2013.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass-C. *Soil Biology & Biochemistry*, v.19, n.6, p.703-707, 1987.

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. *Revista Brasileira Ciência do Solo*. v. 32, p. 599-610, 2008.

WALKLEY, A; BLACK, I.A. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, Baltimore, v.37, p.29-38, 1934.