



BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE SOLO EM FUNÇÃO DO MANEJO E COBERTURA: MICRORGANISMOS E CARBONO DO SOLO.

Marco A. Nogueira^{1*}; Nagib Melem²; Mariana Minari³; Luís G. Morello³; Cristiane Moreno²; Leandro Godoy³; Raquel Diehl²; Cristina Krawulski²; Kathelin Lascowski³; Erika Izumi³; Daniele Sartori³; Dáfila Lima²; Admilton Oliveira Jr³; Galdino Andrade¹.

¹Universidade Estadual de Londrina - UEL - Centro de Ciências Biológicas - CCB/Depto. de Microbiologia. Laboratório de Ecologia Microbiana. Caixa postal 6001 86051-990 Londrina-PR. ²Pós-Graduandos em Agronomia UEL; ³Pós-Graduandos em Microbiologia UEL. *autor para correspondência e-mail: nogueira@uel.br.

Palavras-Chave: Biomassa microbiana, coeficiente metabólico, uso do solo.

Introdução

Diferentes formas de uso do solo podem afetar diferencialmente sua capacidade de possibilitar o estabelecimento e a produtividade vegetal. O carbono orgânico do solo está entre os principais constituintes da sua fertilidade. Sua forma humificada é o resultado da degradação e síntese intermediada por microrganismos. Sabe-se que após a remoção da cobertura vegetal nativa e a incorporação do solo à agricultura, os teores de C orgânico diminuem significativamente. Essa diminuição é resultante da maior oxidação microbiana do carbono orgânico devido à movimentação do solo, bem como da geralmente menor entrada de resíduos orgânicos, principalmente em áreas de culturas anuais. Assim, práticas que visem a manutenção dos teores de carbono no solo são importantes para a manutenção da sustentabilidade dos agroecossistemas. Outro importante componente da fertilidade do solo é a biomassa microbiana de carbono. Esta representa a fração viva do carbono orgânico do solo e constitui um importante reservatório de nutrientes. A biomassa microbiana do solo geralmente está relacionada com a quantidade de carbono orgânico à sua disposição para ser utilizado como fonte de energia.

A relação entre a quantidade de CO₂ desprendida pelos microrganismos do solo e a sua biomassa indica a sua eficiência metabólica (q_{CO_2}) (Anderson & Domsch, 1993). Valores de q_{CO_2} mais elevados sugerem uma comunidade microbiana menos eficiente metabolicamente, fato relacionado a condições estressantes.

O objetivo desse trabalho foi avaliar alguns parâmetros relacionados ao C orgânico e a biomassa microbiana de C do solo e relacioná-los com a cobertura vegetal e o uso do solo.

Material e Métodos

A área estudada está situada no município de Rolândia PR (23° 14' S; 51° 24' W), em solo originário do basalto (Latossolo Vermelho epieutrófico). As áreas amostradas foram: 1. Fragmento de floresta atlântica nunca cultivada; 2. Cultivo de pupunha (*Bactrys gasipaes*); 3. Soqueira de cana recém colhida, cultivada há 5 anos, solo gradeado; 4. Cultivo de café, enriquecido com espécies arbóreas exóticas nas entrelinhas; 5. Reflorestamento recente (1 ano) com espécies arbóreas nativas, em área anteriormente com culturas anuais; 6. Cultivos anuais em sistema de plantio direto na palha, centeio em maturação na época de amostragem; 7. Mata secundária, regenerada por abandono (há vinte anos) de área cultivada com abacate (*Persea americana*).

A amostragem foi feita em setembro de 2005 (0-10 cm). Em cada área foram delimitados aleatoriamente 4 transectos de 15x5m, coletando-se 21 sub-amostras em cada para formar uma amostra composta. Depois de peneiradas (< 4 mm), foram analisadas no Laboratório de Ecologia Microbiana da UEL.

Foram diluídos em série 10 g de solo em salina estéril (NaCl 0,85%) para avaliação de microrganismos dos grupos funcionais do C, N e P (amilolíticos, protozoários, amonificadores, proteolíticos e solubilizadores de fosfatos – SF). A biomassa microbiana de C foi estimada por fumigação-extração. A respiração basal foi avaliada incubando-se a amostra em frasco contendo NaOH como armadilha para o CO₂ por 7 dias. A razão entre a respiração microbiana diária e a biomassa microbiana de C forneceu o coeficiente metabólico (qCO_2) (Anderson & Domsch, 1993). Foram realizadas ainda análises físicas (umidade no momento da amostragem e argila dispersa em água - ADA), químicas (pH CaCl₂, P disponível em Mehlich I, Carbono orgânico total) e a relação entre C biomassa e C total.

O conjunto dos dados foi submetido à análise de variância e comparação de médias pelo teste Tukey a 5%. Empregou-se ainda a análise de componentes principais (ACP) pelo programa ADE4 (Thioulouse et al., 1997).

Resultados e Discussão

O teor de água no solo no momento da amostragem variou entre as áreas, tendo sido mais elevado na área de mata, seguido pelas áreas com pupunha, mata secundária e as áreas cultivadas (Quatro 1). Essa variável foi levada em consideração pois a umidade do solo é um importante fator determinante da atividade biológica do mesmo.

Os maiores teores de C orgânico total foram encontrados nas áreas com maior aporte de resíduos orgânicos oriundos da cobertura vegetal, quais sejam: mata, café enriquecido com espécies arbóreas exógenas e a mata secundária regenerada por abandono. Por outro lado, a

área cultivada com cana, colhida com despalha a fogo, apresentou os menores teores de C orgânico total. O fragmento de mata nativa apresentou o menor teor de P disponível e pH, enquanto que nas áreas cultivadas essas variáveis foram mais elevadas em decorrência do próprio manejo do solo e das culturas. A área de mata foi a que apresentou a menor quantidade de argila dispersa em água, enquanto que as maiores foram encontradas nas áreas de cana e na mata secundária (Quadro 1).

Quadro 1. Teor de água, C orgânico total, P disponível, pH em CaCl₂ e Argila dispersa em água em solo sob diferentes manejos e cobertura vegetal.

| Área | Teor de água (%) | C orgânico total (g kg ⁻¹) | P disponível (mg kg ⁻¹) | pH CaCl ₂ | Argila dispersa em água (g kg ⁻¹) |
|--------------------|------------------|--|-------------------------------------|----------------------|---|
| 1. Mata | 37,97 a | 28,3 ab | 8,25 d | 4,50 c | 45,00 b |
| 2. Pupunha | 34,37 b | 21,9 c | 76,27 a | 6,00 a | 73,75 ab |
| 3. Cana | 27,22 d | 19,3 c | 35,75 c | 6,00 a | 80,00 a |
| 4. Café | 31,82 bc | 31,7 a | 24,32 cd | 5,00 bc | 68,75 ab |
| 5. Reflorestamento | 27,17 d | 30,5 ab | 80,70 a | 5,00 bc | 66,25 ab |
| 6. Canteio | 29,40 cd | 27,8 b | 54,87 b | 5,00 bc | 71,25 ab |
| 7. Mata secundária | 34,55 b | 31,7 a | 16,62 d | 5,25 b | 90,00 a |
| CV (%) | 4,55 | 5,67 | 19,47 | 5,50 | 19,21 |

Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

A área de fragmento de mata nativa apresentou a maior quantidade de biomassa microbiana, seguida pela mata secundária (Quadro 2). É interessante notar que mesmo após duas décadas sem interferência na mata secundária, a biomassa microbiana de C não foi restabelecida aos níveis encontrados na mata nativa. O mesmo foi observado para a proporção do C da biomassa em relação ao C total do solo e para a respirometria do solo. Nesse caso, as áreas cultivadas novamente apresentaram valores mais baixos.

Quadro 2. Biomassa microbiana de C, C da biomassa microbiana em relação ao C total do solo, Reperiometria basal, Coeficiente metabólico ($q\text{CO}_2$) e comunidade de microrganismos proteolíticos em solo sob diferentes manejos e cobertura vegetal.

| Área | Biomassa de C (µg g ⁻¹) | Biomassa C / C orgânico total (%) | Respirometria (µg CO ₂ g ⁻¹ d ⁻¹) | $q\text{CO}_2$ (ng CO ₂ µg ⁻¹ C d ⁻¹) | Proteolíticos (log NMP g ⁻¹) |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|--|
| 1. Mata | 1264,30 a | 4,46 a | 114,66 a | 90,22 b | 6,63 b |
| 2. Pupunha | 668,67 c | 3,05 b | 99,46 ab | 149,45 ab | 7,03 ab |
| 3. Cana | 495,84 c | 2,58 bc | 98,82 ab | 206,60 a | 7,02 ab |
| 4. Café | 518,43 c | 1,63 cd | 85,66 b | 165,65 ab | 6,90 ab |
| 5. Reflorestamento | 429,31 c | 1,42 d | 79,69 b | 192,10 a | 6,99 ab |
| 6. Canteio | 634,73 c | 2,29 bcd | 90,79 ab | 153,55 ab | 7,22 a |
| 7. Mata secundária | 958,97 b | 3,03 b | 110,64 a | 116,30 b | 6,99 ab |
| CV (%) | 16,38 | 16,58 | 10,84 | 21,46 | 3,19 |

Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%

Os menores coeficientes metabólicos foram observados nas áreas de mata nativa e mata secundária, mas não diferiram das áreas de pupunha, café e a de plantio direto cultivada com

centeio (Quadro 2). Isso sugere que a cobertura do solo pela vegetação é menos estressante para a comunidade microbiana. Nesse aspecto, a área cultivada com cana apresentou os maiores valores, provavelmente resultado da colheita com despalha a fogo, que diminui o aporte de fontes de carbono e o revolvimento do solo empregado para a destruição da soqueira na reforma. Os microrganismos proteolíticos diferiram apenas em duas áreas: mata e centeio.

A ACP indicou que as áreas sob fragmento de mata nativa (1) e a mata secundária (7) apresentaram maiores similaridades entre si (Figura 1). As áreas cultivadas com cana (2) e pupunha (3), ambas com resíduos com alta relação C/N e perenes, também apresentaram características próximas entre si. Da mesma forma, as áreas sob café (4), reflorestamento recente (5) e cultivos anuais (6) também apresentaram maiores similaridades entre si.

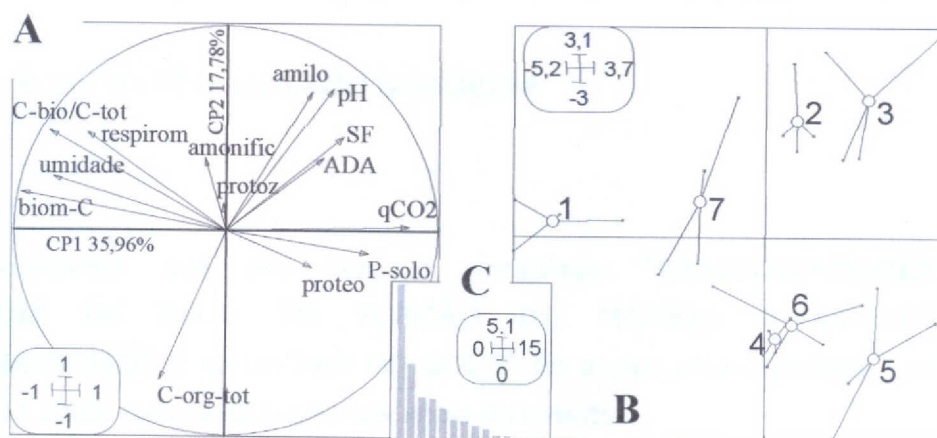


Figura 1. Análise de componentes principais (ACP) baseada em algumas propriedades físicas, químicas e biológicas de solo sob diferentes manejos e cobertura, mostrando o círculo das correlações entre as variáveis (A), a ordenação das localidades no plano fatorial (B) e o diagrama dos *eigenvalues* (C). 1 a 7 = áreas avaliadas.

Conclusão

A cobertura vegetal e o uso do solo influenciam o teor de C orgânico total e a atividade microbiana. Em geral, a menor cobertura e o uso mais intensivo do solo resultam em maiores valores de coeficiente metabólico, o que sugere condições mais estressantes à comunidade microbiana.

Referências Bibliográficas

- ANDERSON, T.H., DOMSCH, K.H. The metabolic quotient from CO₂ (*q*CO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, 25:393-395, 1993.
- THIOULOUSE, J., CHESSEL, D., DOLEDEC, S., OLIVIER, J. M. ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. **Statistics and Computing**, 7:75-83, 1997.