



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

RESPIRAÇÃO MICROBIANA E CICLAGEM DE NUTRIENTES NO SOLO COM ADIÇÃO DE SERAPILHEIRA DE *Pinus caribaea*

Diego Antônio Fernandes Franco⁽¹⁾; Isabel Cristina Vinhal-Freitas⁽²⁾ & Ismael Ferreira⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudante de graduação em agronomia da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG/FEIT), Av. Ver. Geraldo Moisés da Silva, s/n, Campus Universitário, Ituiutaba, MG, CEP 38300-000, diegoaffranco@hotmail.com; ⁽²⁾ Assessoria de Inovação Tecnológica; EMBRAPA Sede; Parque Estação Biológica, PqEB, s/n, Asa Norte, Brasília-DF, CEP: 70770-901; isabel.vinhal@embrapa.br; ⁽³⁾ Professor do curso de graduação em Agronomia, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG/FEIT), Av. Ver. Geraldo Moisés da Silva, s/n, Campus Universitário, Ituiutaba, MG, CEP 38300-000, ismaelferreira@ituiutaba.uemg.br

Resumo – Os sistemas florestais são efetivos em melhorar e conservar a qualidade do solo. Quando um material rico em carbono é adicionado ao solo, é utilizado pelos microorganismos como fonte de energia, o que promove aumento na atividade biológica e conseqüentemente liberação de CO₂. O trabalho teve como objetivo avaliar a respiração microbiana do solo e a ciclagem dos nutrientes em função da adição de doses de serapilheira de uma área de floresta de *Pinus caribaea*. Para os bioensaios, utilizou-se um solo arenoso, coletado na profundidade de 0-10 cm. A serapilheira de *Pinus caribaea* foi coletada em uma área de floresta plantada de 32 anos de idade, na Fazenda Floresta do Lobo, no município de Uberlândia-MG. Os tratamentos foram constituídos de parcelas subdivididas no tempo, sendo os tratamentos quatro doses de serapilheira de pinus (0, 2, 4 e 8 g de serapilheira 100 g⁻¹ de solo seco, o que equivale a 0, 2, 4 e 8 Mg ha⁻¹), 5 tempos de avaliação da respiração do solo (5, 12, 19 e 26 dias de incubação) e 4 repetições, com teor de umidade a 22%. A atividade respiratória foi estimada pela quantidade de C-CO₂ liberado. Após 26 dias de incubação, procedeu-se às análises químicas (pH, C, N, P, K, Ca, Mg e Al). A incorporação de serapilheira de *Pinus caribaea* no solo arenoso aumentou as taxas de carbono, nitrogênio, potássio, cálcio e alumínio, induzindo a ciclagem de nutrientes e modificando o metabolismo microbiano, sendo proporcional à dose adicionada. A taxa de respiração microbiana do solo aumentou em função da quantidade da maior quantidade de serapilheira de Pinus no solo.

Palavras-Chave: carbono orgânico, matéria orgânica, atividade microbiana.

INTRODUÇÃO

Os *Pinus* são plantas consideradas pouco exigentes em fertilidade, contudo, o uso de uma mesma área com sucessivos ciclos sem o manejo adequado do solo e a retirada de nutrientes considerada intensiva pela colheita florestal pode provocar queda na produtividade futura (MORO, 2005). Ao longo do tempo, o uso e a manutenção dessas áreas com uso intensificado dependem do manejo e das características

físicas, químicas e biológicas do solo.

O maior acúmulo de serapilheira é devido à menor taxa de decomposição e à maior entrada de material no sistema, a sua decomposição é um processo dinâmico, é regulado pela composição da comunidade decompositora (macro e microorganismos), qualidade do material orgânico e condições físico-químicas do ambiente, que, por sua vez, são reguladas pelo clima e características edáficas do local. Altos teores de lignina, polifenóis e celulose, presentes na serapilheira de *Pinus caribaea*, estão relacionadas com à baixa taxa de decomposição e menor liberação de nutrientes, resultando em maior acúmulo de serapilheira (SWIFT et al., 1979).

A medição da respiração microbiana é uma forma de estimar o nível de atividade dos microorganismos do solo, a qual reflete a velocidade de decomposição da matéria orgânica do solo ou de algum material a ele adicionado. Quando um material orgânico é adicionado ao solo, os microorganismos realizam sua decomposição, a qual pode ocorrer de forma rápida se houver fatores propícios como umidade, pH, temperatura, mas principalmente nutrientes e cadeias de carbono (fonte de energia). A ocorrência de alta atividade microbiana indica que a decomposição do material adicionado é rápida e os nutrientes são mineralizados e disponibilizados para as plantas em menor tempo.

De forma geral, a respiração do solo é representada pela atividade da microbiota em decompor os resíduos orgânicos e pela respiração das raízes. A microbiota do solo usa os componentes dos resíduos como substrato para energia e também fonte de carbono (C) na síntese de novas células. A energia é fornecida para as células microbianas através da oxidação dos compostos orgânicos. O maior produto final é o dióxido de carbono, o qual é devolvido à atmosfera. Assim, o fluxo de carbono através do solo depende da eficiência com que a microbiota utiliza os resíduos como substrato para o crescimento (SYLVIA et al., 1999). Por meio de mecanismos bioquímicos específicos, os componentes individuais dos resíduos são decompostos e mineralizados, transformando-se em CO₂, biomassa microbiana e liberando os elementos minerais.

Para Melo e Resck (2002), Balieiro et al. (2004) e Vital et al. (2004), a ciclagem de nutrientes através da queda de serapilheira é o meio mais importante para a nutrição dos

vegetais, sobretudo em solos com baixo teor de nutrientes, os quais geralmente são destinados para o cultivo de espécies florestais, e estas se desenvolvem em decorrência da queda de componentes senescentes da parte aérea, os quais, depois de serem decompostos, podem liberar quantidades significativas de nutrientes no solo. Isso é, muitas vezes, evidenciado em florestas estabelecidas em áreas contendo solos de baixa fertilidade e incapazes de suportar outras culturas.

Esses estudos sobre possíveis modificações que as plantações de pinus podem provocar nas propriedades microbiológicas dos solos, e sobre a ciclagem de nutrientes nesse sistema de uso do solo são escassos. Assim, torna-se necessário saber a que ponto essas alterações e o estabelecimento desse tipo de monocultivo por vários anos podem prejudicar a qualidade do solo, considerando-se que a introdução e adaptação do pinus na região do cerrado é uma invasão biológica, que não faz parte desse ecossistema, mas que passa a provocar mudanças no funcionamento do solo (ZILLER, 2000).

O objetivo do trabalho foi avaliar a respiração microbiana de um solo arenoso e a ciclagem dos nutrientes em função da adição de doses de serapilheira de uma área de floresta de *Pinus caribaea*.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada utilizando-se amostras de um solo de textura arenosa, localizado numa área de cerrado (19°03'32.93" de latitude sul e 49°26'57.71" de longitude oeste), no município de Ituiutaba-MG. A análise textural do solo foi realizada no Laboratório de Solos da Fundação Educacional de Ituiutaba, apresentando 60,8% de areia grossa, 26,7% de areia fina, 2,9% de silte e 9,6% de argila.

A serapilheira coletada era constituída de acículas, pinhas e pedaços de tronco de *Pinus caribaea*, e foi recolhida de uma floresta plantada de 32 anos de idade, localizada numa área de cerrado no município de Uberlândia-MG em 4 pontos numa área demarcada de 0,25 m² e acondicionada em sacos de papel. No laboratório, foi seca, peneirada, triturada e submetida a análises químicas, conforme Tedesco et al (1995). A quantidade de nutrientes na serapilheira de Pinus foi: C: 298,42; N: 5,28; P: 0,45; K: 0,66; Ca: 7,88; Mg: 1,20 e S: 0,53 g kg⁻¹ de serapilheira.

As coletas foram realizadas numa profundidade de 0 a 10 cm, com quatro repetições de campo. As amostras foram passadas em peneira com malha de 3,35 mm para eliminar o efeito das raízes e da macro e microfauna nas avaliações, e o experimento foi instalado assim que as amostras chegaram do campo, em condição natural, utilizando-se 100g de solo em frascos herméticos de capacidade de ½ litro.

Os tratamentos foram constituídos de parcelas subdivididas no tempo, sendo os tratamentos quatro doses de serapilheira de Pinus (0, 2, 4 e 8 g de serapilheira 100 g⁻¹ de solo seco, o que equivale a 0, 2, 4 e 8 Mg ha⁻¹), 5 tempos de avaliação da respiração do solo (1, 5, 12, 19 e 26 dias de incubação) e 4 repetições. O teor de umidade foi ajustado em todos os tratamentos a 22% de umidade.

A atividade respiratória foi estimada pela quantidade de CO₂ liberado nos quatro tempos de incubação, conforme Stotzky (1965). A temperatura média no local onde foi instalado o experimento foi de 26 °C. Na avaliação da respiração microbiana, copos de plástico descartáveis (40 mL) contendo 20 mL de NaOH (1 mol L⁻¹) foram acondicionados dentro de cada frasco de incubação para a captura de CO₂. Após cada período de incubação, foram retirados os copos plásticos dos frascos e nestes colocados 5 mL de BaCl₂ 1 mol L⁻¹ para a precipitação do C, e três gotas de solução indicadora de fenolftaleína 1%, sendo o excesso de NaOH titulado com HCl (0,5 mol L⁻¹). Novos copos plásticos com NaOH foram colocados nos frascos de vidro para subseqüentes períodos de incubação. A amostra do branco foi constituída em frasco sem a porção de solo.

Após 26 dias de incubação, as amostras foram analisadas quimicamente, para se determinar o pH em água, e nutrientes como fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), e acidez potencial (H+Al), conforme metodologias da EMBRAPA (1997), e as análises foram realizadas no Laboratório de Solos da Fundação Educacional de Ituiutaba.

Os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 0,05 de significância pelo programa estatístico Sisvar, sendo a análise de regressão a mais apropriada, por se tratar de fatores quantitativos (doses).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às análises químicas do solo após 26 dias de incubação, e respectivos tratamentos se encontram na tabela 1.

Observa-se que houve maior ciclagem de nutrientes em relação ao potássio (K), que, em relação à testemunha (sem adição de serapilheira), aumentou 27,55%, 36,35% e 47,54% correspondente às doses de 2, 4 e 8 g de serapilheira 100 g⁻¹ de solo. Os teores de cálcio e alumínio trocável também aumentaram, concordando com os trabalhos de Fonseca et al. (1993), os quais, estudando a ciclagem de elementos em florestas plantadas, também observaram aumento desses elementos. Entretanto, não houveram diferenças significativas no pH e nem nos teores de P e Mg.

A incorporação ao solo de materiais orgânicos afeta a dinâmica populacional dos microorganismos e também a disponibilidade de alguns nutrientes, em especial o carbono e o nitrogênio (figura 1A e 1B). Os maiores aportes de COT e N aumentaram linearmente, devido à quantidade de serapilheira adicionada ao solo. Isso refletiu na relação C/N encontrada (Tabela 1). As equações de predição, geradas pela análise estatística tiveram ótimo ajuste (alto valor de R²), e significam que, a cada 1 g de serapilheira adicionada a 100 g de solo, o COT aumenta a uma taxa de 3,51 g kg⁻¹ (Figura 1A), e o nitrogênio total aumenta a uma taxa de 0,06 g kg⁻¹ (Figura 1B).

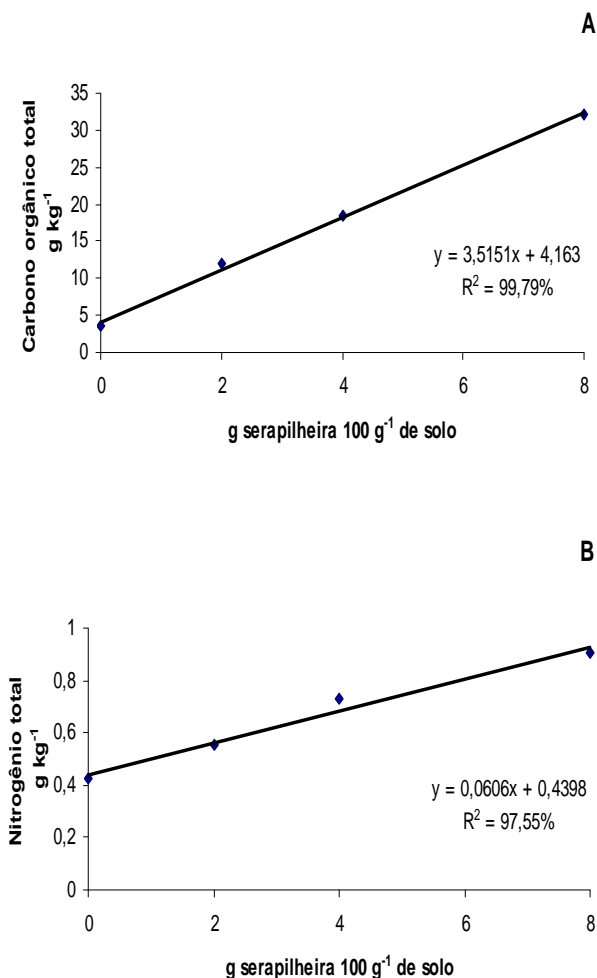


Figura 1. Gráfico da análise de regressão para os teores médios de carbono orgânico total (COT) do solo (A), e teores de nitrogênio total (B), com adição de serapilheira de *Pinus caribaea*, com as respectivas equações de predição da análise estatística ($P < 0,05$).

Segundo Swift (1979), os microrganismos decompositores possuem menor relação C/N do que as fontes por eles exploradas, sendo então o N reconhecido como um fator limitante para o crescimento e atividade microbiana durante a decomposição de resíduos de plantas. Implicações práticas deste manejo podem ocasionar maior evolução de C-CO₂ para a atmosfera, mas também podem implementar benefícios para a estocagem de C na matéria orgânica, aumentos no teor de nutrientes no solo e aumentos na diversidade da microbiota do solo.

Os resultados obtidos na captura de CO₂ pela respiração microbiana do solo com diferentes doses de serapilheira em função do tempo estão representados na figura 2. A respiração reflete a atividade da microbiota do solo responsável pela degradação de compostos orgânicos. A maior taxa de respiração está relacionada com o maior tempo de incubação. Em todos os tratamentos, as diferenças de atividades com a adição de serapilheira de *Pinus caribaea* foram significativas quando comparadas ao controle, sendo

que a adição de resíduos vegetais de *Pinus caribaea* no solo aumentou a evolução de C-CO₂.

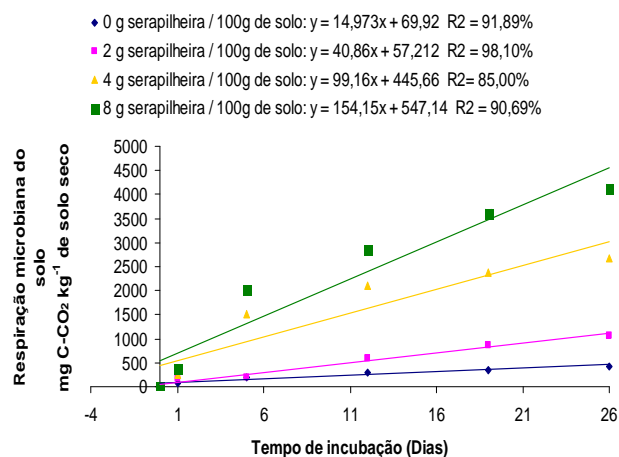


Figura 2. Regressões para respiração microbiana acumulada do solo, com adição de diferentes quantidades de serapilheira de área de *Pinus caribaea* (0, 2, 4, e 8 g 100 g⁻¹ de solo), avaliada aos 1, 5, 12, 19 e 26 dias de incubação, com as respectivas equações de predição da análise estatística para cada dose avaliada ($P < 0,05$).

De acordo com as equações de predição das regressões da figura 2, a respiração microbiana foi 2,73, 6,62 e 10,29 vezes maior nos tratamentos correspondentes às doses de 2, 4 e 8 g de serapilheira 100 g⁻¹ solo, em relação à testemunha (sem serapilheira).

De acordo com a análise estatística de regressão apresentada na figura 3, que foi significativa, houve um aumento linear no carbono da biomassa microbiana do solo quando se adicionou serapilheira de *Pinus* no solo. De acordo com a equação estimada, a cada 1 grama de serapilheira que é adicionada por 100 g de solo, há uma taxa de incremento de 36,78 g de C da biomassa microbiana por kg de solo (Figura 2).

Os processos envolvidos estão relacionados com atividades que maximizam a produção, como a entrada de nutrientes via atividade microbiana. Esses processos devem ser mais bem estudados para melhoria de produção de plantas comercialmente importantes.

CONCLUSÕES

1. A incorporação de serapilheira de *Pinus caribaea* no solo arenoso aumentou as taxas de carbono, nitrogênio, potássio, cálcio e alumínio, induzindo a ciclagem de nutrientes e modificando o metabolismo microbiano, sendo proporcional à dose adicionada.

2. A taxa de respiração microbiana do solo aumentou em função da maior quantidade de serapilheira de *Pinus* no solo.

AGRADECIMENTOS

À bolsista FAPEMIG/PIBIC – Jr Laiane Oliveira Reis pela ajuda na condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; CAMPELLO, E. F. C. Sistemas agrossilvipastoris: a importância das leguminosas arbóreas para as pastagens na região centro-sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: SBZ, 2004.
- FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 23, p. 991-996, 1999.
- FONSECA, S.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; COSTA, L. M.; LEAL, P. G. L.; NEVES, J. C. L. Alterações de um Latossolo sob eucalipto, mata natural e pastagem: I – Propriedades físicas e químicas. Revista Árvore, Viçosa, v. 17, n.3, p. 271-288, 1993.
- MELO, J. T.; RESCK, D. V. S. Retorno, ao solo, de nutrientes de serapilheira de pinus no cerrado do Distrito Federal. Planantina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 18p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Cerrados, 75).
- MORO, L. Exportação de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* L. baseada em volume estimado pelo sistema SISPINUS. Tese de Doutorado.UFPR. 130f. (2005).Disponível em:<<http://www.floresta.ufpr.br/posgr>
- [aduacao/defesas/pdf_dr/2005/t190_0207-D.PDF](http://www.floresta.ufpr.br/posgr/graduacao/defesas/pdf_dr/2005/t190_0207-D.PDF)> acesso: em 7 julho.
- STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 2: 1550-1570, 1965.
- SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. Decomposition in terrestrial ecosystems. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1979. 372p.
- SYLVIA, D.M.; FUHRMANN, J.J.; HARTEL, P.G.; ZUBERER, D.A. Principles and applications of soil microbiology. Prentice Hall, 1999, 550p.
- TEDESCO, M.J. Análise de solo, plantas e outros minerais. UFRGS: Depto. de Solos. Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 1995. 174p.
- VITAL, A. R. T. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em Zona Ripária. Revista Árvore, v.28, n.6, p.793-800, 2004.
- ZILLER, S.R. A estepe gramíneo-lenhosa no Segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica 2000, 268p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

Tabela 1. Caracterização química do solo, com adição de serapilheira de *Pinus caribaea*, após 26 dias de incubação.

Tratamentos g serapilheira 100 g ⁻¹ solo	pH	C/N	P	K	Al	H+Al	Ca	Mg	Sb	T	m	V
			mg dm ⁻³			----- cmol _c dm ⁻³ -----				-- % --		
0	4,8	8,42	4,2	66,0	0,25	2,29	0,89	0,36	1,4	3,7	15	38
2	5,6	21,55	4,1	91,1	0,20	2,92	0,89	0,36	1,5	4,4	12	34
4	5,1	25,18	4,0	103,7	0,31	4,37	0,94	0,31	1,5	5,9	17	26
8	5,3	35,46	4,4	125,8	0,38	5,42	1,10	0,32	1,7	7,2	18	24