

Atributos biológicos do solo em área de plantio direto em capoeira enriquecida e triturada ⁽¹⁾.

Déborah Vercoza da Silva⁽²⁾; Jorge Ferreira Kusdra⁽³⁾; Tadário Kamel de Oliveira⁽⁴⁾; Faelen Taís Koln⁽⁵⁾; Aliny Alencar de Lima⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Tecnologia do Estado Acre FUNTAC e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa.

⁽²⁾ Mestranda em Agronomia/Produção vegetal; Universidade Federal do Acre; Rio Branco, Acre; deborah.vercoza@gmail.com; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal do Acre; ⁽⁴⁾ Pesquisador; Embrapa Acre; ⁽⁵⁾ Mestranda em Agronomia/Produção vegetal.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos biológicos do solo em área de capoeira triturada e enriquecida com as leguminosas ingá peluda (*Inga velutina*) e baginha (*Stryphnodendron pulcherrimum*). O experimento foi conduzido no Campus Experimental da Embrapa Acre. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições. Como parcelas foram consideradas duas capoeiras enriquecidas (*I. velutina* e *S. pulcherrimum*) e trituradas e, como subparcelas, seis épocas de avaliação (0, 14, 28, 63, 133, 189 dias após a trituração). Não verificou-se diferença ($p > 0,05$) entre as áreas na liberação de C-CO₂ pela respiração edáfica e nem tampouco em relação ao carbono da biomassa microbiana. Porém, verificou-se maior ($p < 0,05$) respiração basal e quociente metabólico na capoeira enriquecida com baginha demonstrando intensa atividade microbiana na degradação desse resíduo disponível, inclusive, em maior quantidade (210,17 t.ha⁻¹) que o da ingá peluda (155,26 t.ha⁻¹). Em área de capoeira triturada, enriquecida anteriormente com baginha, verifica-se maior atividade microbiana (respiração basal) e liberação de C-CO₂ por unidade de biomassa microbiana (qCO₂) do que quando enriquecida com ingá peluda. Entretanto, a presença de biomassa de baginha ou de ingá peluda interfere da mesma forma no carbono da biomassa microbiana e na liberação de C-CO₂ pela respiração edáfica.

Termos de indexação: biomassa microbiana, quociente metabólico, liberação de C-CO₂.

INTRODUÇÃO

A conversão de áreas de floresta para a atividade agrícola altera a quantidade e qualidade da matéria orgânica (Costa et al., 2006) interferindo nos indicadores microbiológicos e, conseqüentemente, na fertilidade do solo (Moreira & Costa, 2004).

A sustentabilidade da agricultura está fortemente relacionada à manutenção da qualidade edáfica. Entre os principais parâmetros para avaliar a qualidade do solo destacam-se os atributos relacionados com a dinâmica da matéria orgânica e a diversidade dos organismos edáficos (Pôrto et al., 2009).

As propriedades biológicas do solo, tais como a respiração (basal e edáfica) e a biomassa microbiana, são indicadores sensíveis que podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais decorrentes da atividade agropecuária, fornecendo subsídios importantes para o correto planejamento do uso da terra e manejo do solo (D'Andréa et al., 2002). Além disso, a alta sensibilidade dos atributos biológicos a alterações no solo proporciona respostas relativamente rápidas quando comparada a outros indicadores, como atributos físicos e químicos (Pôrto et al., 2009).

A respiração edáfica é a somatória das liberações de CO₂ para a atmosfera, resultante de vários processos que ocorrem na serapilheira, superfície e camadas mais profundas do solo realizados por microrganismos, raízes de plantas e invertebrados (Kepler et al., 1990). Por outro lado a respiração basal indica a liberação de C-CO₂ devida exclusivamente aos microrganismos (D'Andréa et al., 2002).

A biomassa microbiana do solo é considerada a parte viva e mais ativa da matéria orgânica. É constituída por fungos e bactérias que atuam em processos que vão desde a formação do solo até a decomposição de resíduos orgânicos e ciclagem de nutrientes (Reis Junior & Mendes, 2007).

O quociente metabólico (qCO₂) é um índice que expressa a taxa de respiração por unidade de biomassa microbiana. Valores elevados para qCO₂ são indicativos de comunidades microbianas em estágios iniciais de desenvolvimento, com maior proporção de microrganismos ativos em relação aos inativos, ou ainda indicativo de populações microbianas sob algum tipo de estresse ou distúrbio (Anderson & Domsch, 1990; Silva et al., 2007).

Considerando as características dos solos da Amazônia é importante que estes sejam manejados de forma a permitir o acúmulo de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes de forma a atender as necessidades das plantas neles cultivadas (Denich et al., 2005).

O manejo da vegetação de capoeira, mediante a introdução de espécies leguminosas arbóreas, fixadoras de nitrogênio, associado ao corte e à trituração da biomassa acumulada, pode promover a melhoria da qualidade do solo e garantir sustentabilidade ao sistema (Rangel-Vasconcelos et al., 2012).

O objetivo do trabalho foi avaliar os atributos biológicos do solo em área de capoeira triturada, enriquecida anteriormente com as leguminosas ingá peluda (*Inga velutina*) e baginha (*Stryphnodendron pulcherrimum*).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no campus experimental da Embrapa Acre, situado na BR 364, km 14, em Rio Branco no Acre. O ecossistema da região é de floresta tropical úmida e a altitude é de 160 m. As capoeiras enriquecidas com as leguminosas ingá peluda (*I. velutina*) e baginha (*S. pulcherrimum*) permaneceram em pousio por oito anos. Em novembro de 2011 a vegetação foi triturada com o auxílio de um triturador motorizado acoplado a um trator. Os resíduos foram distribuídos homogeneamente sobre o solo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições, considerando como parcelas duas espécies vegetais (*I. velutina* e *S. pulcherrimum*) e como subparcelas seis épocas de avaliação (0, 14, 28, 63, 133, 189 dias após a trituração), totalizando 48 unidades experimentais. As parcelas possuíam o tamanho de 8 m x 6 m, com área total de 48 m².

Em cada época foram avaliadas as respirações edáfica e basal, a biomassa microbiana e o quociente metabólico. Para avaliação de todas estas, exceto respiração edáfica, o solo foi coletado na profundidade de 0 a 10 cm de cada parcela.

A respiração edáfica (RE) foi determinada mediante uso de câmaras estáticas, com área de 0,037m². Em cada câmara foi acondicionado um recipiente plástico contendo 30 mL de solução de NaOH 0,5 N para captura do CO₂ e, em quatro destas, consideradas como controle (branco), efetuou-se a vedação de seus fundos com plástico para evitar que nas mesmas houvesse a captura do CO₂ do solo pela solução de NaOH em seu interior. Após incubação por 48 horas efetuou-se a titulação do NaOH, recolhido dos recipientes do interior das câmaras, com HCl 0,5 N acrescido de 2 mL de

BaCl₂ 10% (m/v) para precipitação do carbonato e 2 gotas de fenolftaleína 1% (m/v) como indicador (Oliveros, 2008). A quantidade de C-CO₂ emitido por unidade de superfície foi calculada de acordo com Anderson (1982).

A determinação da respiração basal (RB) do solo foi efetuada a partir de 100 g de solo peneirado e incubado em frascos de vidro hermeticamente fechados contendo 10 mL de NaOH 0,5 N para a captura do CO₂ liberado pela amostra. Após incubação por 7 dias efetuou-se a titulação do NaOH, recolhido dos recipientes do interior dos frascos, com HCl 0,5 N acrescido de 2 mL de BaCl₂ 10% (m/v) para precipitação do carbonato e 2 gotas de fenolftaleína 1% (m/v) como indicador (Silva et al., 2007). A quantidade de C-CO₂ liberado pelas amostras foi calculada de acordo com Stotzky (1965).

A biomassa microbiana (BM) foi obtida pelo método da respiração induzida (Anderson & Domsch, 1978) utilizando-se como substrato 0,5 g de açúcar refinado misturado a 100 g de solo peneirado e incubado em frascos de vidro hermeticamente fechados contendo 10 mL de NaOH 0,5 N para a captura do CO₂ liberado pela amostra.

O quociente metabólico do solo (qCO₂) foi obtido, segundo recomendado por Anderson e Domsch (1990), pela razão entre os resultados da RB e os da BM da mesma amostra, ou seja qCO₂ = RB/BM.

Para a análise estatística efetuou-se a verificação da presença de dados discrepantes pelo teste de Grubbs, da normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk e da homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran. Posteriormente procedeu-se a análise de variância e quando o valor F indicou existir diferença entre os tratamentos fez-se a comparação de suas médias pelo teste de Tukey. Efetuou-se também a comparação dos resultados obtidos nesta pesquisa com os de outros trabalhos pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à respiração edáfica (RE), basal (RB), biomassa microbiana (BM) e quociente metabólico (qCO₂) estão apresentados na **tabela 1**.

Não verificou-se diferença ($p > 0,05$) na RE entre as áreas e tempos avaliados. A cobertura total e homogênea do solo em todas as parcelas pode ter minimizado e equiparado as perdas de C-CO₂ para a atmosfera. Os valores obtidos neste estudo de emissão de C-CO₂ estão dentro da faixa considerada muito baixa ($< 44,17 \text{ mg C-CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) a moderadamente baixa (de $44,17 \text{ mg C-CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ a

74,58 mg C-CO₂ m⁻² h⁻¹) (Amado et al., 2007).

Observou-se maior atividade microbiana (respiração basal) na área com baginha (**Tabela 1**). Este resultado pode ser explicado por esta apresentar maior ($p < 0,05$) produção de matéria seca e pelo fato dos resíduos de baginha possuírem relação C/N superior ($p < 0,05$) aos de ingá peluda contribuindo para o aumento da atividade microbiana ao longo do tempo em função da maior disponibilidade de material para decomposição (**Tabela 2**).

Não verificou-se ($p > 0,05$) diferença na BM entre áreas e épocas de avaliação. Costa et al. (2006), verificaram valores superiores ($p < 0,05$) para esta variável em áreas de oito a dez anos de cultivo em plantio direto. Por outro lado, Souza et al. (2006), em área de dois anos de sorgo em plantio direto obtiveram resultados semelhantes ($p > 0,05$) aos obtidos neste trabalho. Isto ocorreu devido à recente implantação do sistema de manejo, o que proporciona redução no início e aumento do carbono da biomassa microbiana em sistemas de plantio direto mais velhos (D'Andréa et al., 2002). Porém vários estudos (Costa et al., 2006; Silva et al., 2007; D'Andréa et al., 2002) verificaram tendência de valores maiores de BM em solo sob plantio direto, o que indica que esse sistema favorece a atividade biológica do solo.

Para o qCO₂ observou-se interação significativa ($p < 0,05$) entre as capoeiras enriquecidas com ingá peluda e baginha e as épocas de avaliação. Souza et al. (2006), obtiveram valores semelhantes ($p > 0,05$) em área com sorgo em plantio direto. Por outro lado, D'Andréa et al. (2002), verificaram resultados inferiores ($p < 0,05$) aos deste trabalho. Segundo Anderson & Domsch (1990) maior qCO₂ representa ciclagem de nutrientes mais rápida e, portanto, maior dinâmica da matéria orgânica e menor acúmulo de carbono no solo. No caso do presente trabalho apenas na 5ª época de avaliação (133 dias) o qCO₂ da baginha foi maior ($p < 0,05$), sendo equivalente ($p > 0,05$) nas outras (0, 14, 28, 63, 189 dias). Portanto, apenas aos 133 dias a intensidade de decomposição da biomassa foi mais rápida na baginha do que na ingá peluda.

CONCLUSÕES

Em área de capoeira triturada, enriquecida anteriormente com baginha, verifica-se maior atividade microbiana e perda de C-CO₂ por respiração basal do que quando enriquecida com ingá peluda.

A presença de baginha em capoeiras aumenta a respiração por unidade de biomassa microbiana (qCO₂) em comparação à áreas com ingá peluda.

A presença de biomassa de baginha ou ingá peluda interfere da mesma forma na liberação de C-CO₂ pela respiração edáfica e na biomassa microbiana.

REFERÊNCIAS

- AMADO, T. J. C.; CONCEIÇÃO, P. C.; BAYER, C.; et al. Qualidade do solo avaliada pelo "soil quality kit test" em dois experimentos de longa duração no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:109-121, 2007.
- ANDERSON, J. P. E. Soil respiration. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (Eds.). *Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties*. 2. ed. v. 2. Madison: American Society of Agronomy, 1982.
- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.10, n.1, p. 215-221, 1978.
- ANDERSON, T. H. & DOMSCH, K. H. Application of eco-physiological quotients (qCO₂ and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 22, n. 2, 1990.
- COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. S. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.7, p.1185-1191, 2006.
- D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na Região do Cerrado do Sul do Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.913-923, 2002.
- DENICH, M.; VLEK, P. L. G.; SÁ, T. D. de A.; et al. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 110, p. 43-58, 2005.
- KEPLER, S.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C.; et al. Respiração do solo: Comparação entre áreas com mata natural, mata recém-queimada e pastagem, na Amazônia central. *Geochimica Brasiliensis*, v. 4, n. 2, p. 111-118, 1990.
- MOREIRA, A. & COSTA, D.G. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.10, p.1013-1019, out. 2004.
- OLIVEROS, L. F. C. Emissões de CO₂ do solo sob preparo convencional e plantio direto em Latossolo Vermelho do Rio Grande do Sul. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

PÔRTO, M. L.; ALVES, J. C.; DINIZ, A.A.; et al. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no brejo paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, n.4, p.1011-1017, 2009.

RANGEL- VASCONCELOS, L. G. T.; KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S. Matéria orgânica leve do solo em sistema agroflorestal de corte e trituração sob manejo de capoeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.47, n.8, p.1142-1149, ago. 2012.

REIS JUNIOR, F. B. & MENDES, I. C. Biomassa Microbiana do Solo. *Embrapa Cerrados, Documentos* 205, 2007.

SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M. et al. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.12, p.1755-1761, dez. 2007.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B. et al. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 28, n. 3, p. 323-329, July/Sept., 2006.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; ENSNUNGER, L. E.; VAUTE, J. L.; CLARK, F. E. (Eds.). *Methods of soil analysis. chemical and microbiological properties*. v. 2. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 1550-1572.

Tabela 1 - Respiração edáfica (RE), basal (RB), biomassa microbiana (BM) e quociente metabólico (qCO₂) do solo de capoeiras enriquecidas e trituradas no Campus Experimental da Embrapa Acre.

Capoeira enriquecida	Dias após o manejo (trituração)						Total	CV (%)
	0	14	28	63	133	189		
RE (mg C-CO ₂ m ⁻² h ⁻¹)								
Ingá	32,40	34,46	40,16	45,21	48,28	32,43	38,82	25,42
Baginha	38,78	34,66	42,55	49,83	36,47	32,12	39,07	
RB (mg C-CO ₂ kg ⁻¹ solo h ⁻¹)								
Ingá	6,72	4,07	6,57	17,39	4,11	7,07	7,66b	52,45
Baginha	9,11	8,54	11,65	25,47	14,98	9,14	13,15a	
BM (mg C-mic.kg ⁻¹ solo)								
Ingá	125,27	200,85	180,11	142,69	141,60	223,45	168,99	55,50
Baginha	128,83	202,91	189,12	218,59	125,93	207,17	178,76	
qCO ₂ (mg C-CO ₂ g ⁻¹ C-mic.h ⁻¹)								
Ingá	2,20a	2,62a	3,19a	5,55a	1,80b	1,36a	2,79a	38,75
Baginha	1,97a	1,85a	2,95a	5,09a	5,69a	1,96a	3,25a	

Tabela 2 - Produção de matéria seca e relação C/N dos resíduos por ocasião da trituração das capoeiras enriquecidas no Campus Experimental da Embrapa Acre.

Capoeira enriquecida	Matéria seca	C/N
	(t . ha ⁻¹)	
Ingá	155,26b	87,16b
Baginha	210,17a	136,10a
CV (%)	25,48	8,10