



LIBERAÇÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) EM ÁREA DE CAATINGA NO SEMI-ÁRIDO DA PARAÍBA¹

Kallianna Dantas Araujo², Henrique Nunes Parente³, Karina Guedes Correia⁴, Renilson Targino Dantas⁵; Alberício Pereira de Andrade⁶, Eduardo Pazera Jr.⁷

(2 - Geógrafa, MSc. Doutoranda do PPGRN/CTRNDCA/UFCG. kdaraujo@yahoo.com.br, 3 - Eng. Agrônomo, Professor Assistente do CCA/UFMA. hnparente@bol.com.br, 4 - Bióloga, MSc. Doutoranda do PPGRN/CTRNDCA/UFCG. correiakg@gmail.com, 5 - Meteorologista, Prof. Adjunto Dr. PPGRN/CTRNDCA/UFCG. renilson@dca.ufcg.edu.br, 6 - Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto Dr. PPGMSA/CCA/DSER/UFPB. albericio@uol.com.br, 7 - Geógrafo. Dr. SINAES – MEC. pazera@terra.com.br)

Resumo

Objetivou-se com este experimento avaliar a liberação de CO₂ em área de caatinga no semi-árido da Paraíba. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Bacia Escola, UFPB, município de São João do Cariri, PB. Realizaram-se duas coletas (agosto/2007 e março/2008) nos períodos diurno (5:00 às 17:00 h) e noturno (17:00 às 05:00 h) em doze pontos de determinação. Foram distribuídos 24 recipientes de vidro contendo 10 mL de KOH a 0,5 N para absorver o CO₂ liberado. Esses conjuntos foram cobertos com cilindros com capacidade para 22 L. A atividade microbiana estimada pela produção de CO₂ foi maior no período noturno, quando comparado com o período diurno, sendo favorecida pela umidade e temperatura do solo; Houve variação nas quantidades de CO₂ liberados entre os diferentes pontos de determinação e entre as épocas avaliadas decorrentes das variações climáticas, estas exercendo maior efeito sobre essa flutuação; Os valores mais elevados de precipitação e temperatura do solo, observados em março de 2008 foram os parâmetros que mais estimularam o desenvolvimento microbiano resultando em maior desprendimento de CO₂ do solo quando comparado com agosto de 2007; O método de avaliação com medições da atividade respiratória no campo mostrou-se eficiente, simples, de baixo custo e apresenta sensibilidade por considerar as condições naturais.

Palavras-chave: atividade microbiana, temperatura, manejo do solo

¹ Parte da Tese do primeiro autor

Artigo recebido para publicação em 03 de Novembro de 2008;

Artigo aprovado para publicação em 15 de Março de 2009



Abstract

RELEASE OF CARBON DIOXIDE (CO₂) IN AN AREA OF CAATINGA IN THE SEMIARID OF PARAÍBA

The objective of this experiment was to evaluate the release of CO₂ in an area of caatinga in the semiarid region of Paraíba. The experiment was conducted in the “Estação Experimental Bacia Escola, UFPB”, located in the municipality of São João do Cariri, PB. There were two collections (August, 2007 and March, 2008) in daytime (5:00 AM to 5:00 PM) and night (5:00 PM to 5:00 AM) in twelve points of determination. We distributed 24 containers of glass containing 10 mL of 0.5 N KOH to absorb the CO₂ released. They were covered with cylinders with a capacity for 22 L. The microbial activity estimated by CO₂ production was higher in the evening, when compared with the daily period, being promoted by moisture and soil temperature; There were variations in the amounts of CO₂ released from the different points, climatic changes exerting greater effect on this fluctuation. The higher values of rainfall and soil temperature, observed in March 2008 were the parameters that most stimulated the microbial development resulting in increased detachment of soil CO₂ when compared with August 2007; The evaluation method with measurements of respiratory activity in the field proved to be efficient, simple and inexpensive and has sensitivity to the natural conditions.

Key words: microbial activity, temperature, soil management

1 – Introdução

A perturbação antrópica de qualquer sistema estável (solo + cobertura vegetal) tende a causar mais perdas do que ganhos de carbono, acarretando em redução da qualidade do solo ao longo do tempo (Baretta et al., 2005). Tais perdas são devidas à liberação de CO₂ na respiração, provenientes da decomposição da matéria orgânica do solo por hidrólise microbiana, da lixiviação e perdas de compostos por erosão hídrica, sendo estas duas últimas vias de magnitude menor em solos subtropicais (Bayer, 1999).

A respiração basal do solo representa a oxidação da matéria orgânica a CO₂ pelos microrganismos aeróbios, ocupando posição importante no ciclo do carbono nos ecossistemas (Guedes et al., 2008). De acordo com Alexander (1977) a medição da respiração microbiana é

uma forma de estimar o nível de atividade dos microrganismos do solo, que é um indicativo da velocidade de decomposição da matéria orgânica do solo.

De forma complementar, Maia (2002) cita que a respiração edáfica ou atividade microbiana é a produção de gás carbônico pelo solo, devido em grande parte à atividade dos organismos decompositores ali presentes que degradam a matéria orgânica, e em menor proporção, à atividade respiratória dos sistemas subterrâneos das plantas.

Para Assis Júnior et al. (2003) a biomassa microbiana desempenha papel de destaque no cenário da sustentabilidade ambiental e pode ser estimada por métodos relativamente simples. A medida da taxa respiratória ou atividade microbiana, determinada pela evolução de CO₂ oriundo da respiração de microrganismos heterotróficos aeróbicos durante a oxidação de compostos orgânicos, é uma das mais utilizadas (Kennedy e Smith, 1995).

Vários fatores incluindo temperatura, umidade, profundidade do solo, aeração e populações microbianas determinam a taxa de fluxo de CO₂ para a superfície do solo (Silva et al., 2006). O preparo do solo em combinação com outras práticas de manejo e com a ação da temperatura e umidade influenciam a taxa de emissão de C-CO₂ para a atmosfera (Franzluebbbers et al., 1995).

A atividade biológica do solo depende de fatores abióticos, como temperatura, água e nutrientes, e fatores bióticos como, principalmente, adição de carbono para sua atividade e desenvolvimento (Vezzani et al., 2003).

Considerando-se que a maior intensidade de atividade biológica ocorre na camada superficial do solo, conclui-se que a sua exposição aos processos erosivos, com remoção de materiais devido ao uso e/ou manejos inadequados, irão acarretar em redução de sua qualidade (Habte, 1989).

Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a liberação de dióxido de carbono (CO₂) em área de caatinga no semi-árido da Paraíba.

2 – Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Bacia Escola (EEBE) pertencente a UFPB, localizada no município de São João do Cariri, PB, coordenadas geográficas (7°23'30" S e 36°31'59" W), com altitudes que variam entre 400 e 600 m, localizada na zona fisiográfica do Planalto da Borborema, na mesorregião da Borborema, microrregião do Cariri Oriental.



Apresenta relevo suave ondulado sobre o embasamento Cristalino. Os solos predominantes são Luvissole Crômico vértico, Vertissolo e Neossolo Lítico (Chaves e Chaves, 2000).

O clima da região é Bsh quente com chuvas de verão segundo Köppen e o bioclima é do tipo 2b com 9 a 11 meses secos, denominado de subdesértico quente de tendência tropical, de acordo com a classificação de Gaussen. A temperatura máxima é de 27,2 °C no período novembro-março e a mínima é de 23,1 °C em julho. A precipitação é de 400 mm/ano e a umidade relativa do ar é de aproximadamente 70%.

A vegetação que recobre a região estudada é a Caatinga (vegetação caducifolia espinhosa) apresentando-se, em grande parte, bastante degradada.

Foram adotados doze pontos para a determinação do dióxido de (CO₂) e realizaram-se duas coletas, a primeira em agosto de 2007 e a segunda em março de 2008. As coletas foram realizadas durante 12 horas no período diurno (5:00 às 17:00 h) e 12 horas no período noturno (17:00 às 05:00 h). A quantificação do CO₂ foi feita de acordo com Grisi (1978) em que o CO₂ liberado por uma área de solo é absorvido por uma solução de KOH 0,5 N e pela dosagem por titulação com HCl 0,1 N. Foi considerado como indicador a fenolftaleína e o alaranjado de metila a 1% (Morita e Assumpção, 1972). Utilizou-se um frasco controle ou testemunha que permaneceu hermeticamente fechado e que também foi submetido ao processo de titulação. A determinação do CO₂ absorvido foi realizada a partir da equação:

$$ACO_2 = (A-B) \times 2 \times 2,2 \text{ em mg}$$

$$A'CO_2 = ACO_2 \times (4/3 \times 10000/h + S) \text{ em mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$$

em que:

A'CO₂ = Absorção de CO₂;

A = diferença, em mL, entre a 1ª e a 2ª viragem da coloração da amostra;

B = diferença, em mL, entre a 1ª e 2ª viragem da coloração do controle ou testemunho;

x 2 = porque o HCl 0,1 N adicionado, titulou apenas metade do carbonato do frasco experimental, ou seja, da amostra;

x 2,2 = sendo o equivalente-grama do CO₂ = 44/2 = 22 e como se usou HCl 0,1 N (decinormal), esse equivalente torna-se então 22/10 = 2,2;

h = período de permanência da amostra no solo (horas);

S = área de abrangência do balde.

Para efetuar a medição de CO₂ foram distribuídos 24 recipientes de vidro contendo 10 mL de KOH a 0,5 N, sendo 12 no período diurno e 12 no noturno. Esses conjuntos foram cobertos com baldes plásticos com capacidade para 22 L (Figura 1A e B).

A



B



Figura 1. A) Vista do recipiente de vidro contendo a solução de KOH, B) balde durante a medição do CO₂.

O balde possui formato cilíndrico, com 29,8 cm de diâmetro e 36,5 cm de altura, cobrindo uma área de solo de 697,46 cm². As bordas do cilindro foram enterradas cerca de 3 cm, para evitar as trocas gasosas diretamente com a atmosfera. Cada recipiente contendo a solução de KOH 0,5 N foi rapidamente destampado para que fixasse o CO₂ liberado do solo. Após doze horas de permanência no local, os baldes foram retirados e os recipientes foram rapidamente tampados e em seguida titulados.

Os dados de temperatura do solo e precipitação pluvial foram obtidos mediante estação meteorológica instalada na unidade experimental e da estação convencional instalada na EEBE.

3 – Resultados e discussão

A atividade microbiana estimada pela produção de dióxido de Carbono (CO₂) apresentou variação nas quantidades liberadas. As maiores diferenças observadas são devido à época de avaliação (sazonalidade) em função da temperatura e precipitação (Figuras 2 e 3) e do turno de avaliação (Figuras 4 e 5).

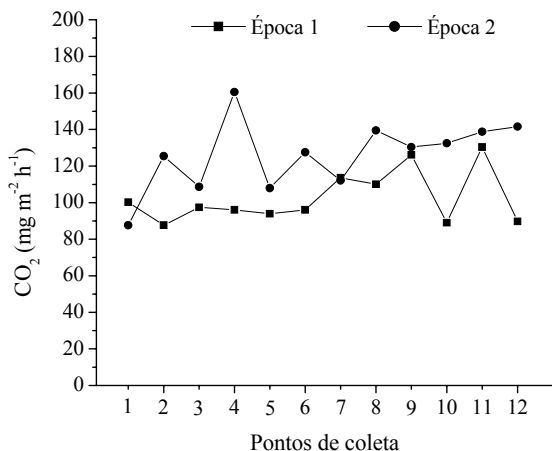


Figura 2. Quantidade de CO₂ liberado do solo no período diurno, durante duas épocas de avaliação (agosto/2007 e março/2008) em área de caatinga no município de São João do Cariri, PB.

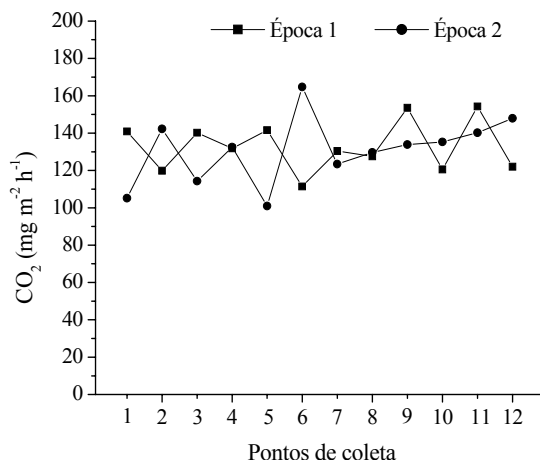


Figura 3. Quantidade de CO₂ liberado do solo no período noturno, durante duas épocas de avaliação (agosto/2007 e março/2008) em área de caatinga no município de São João do Cariri, PB.

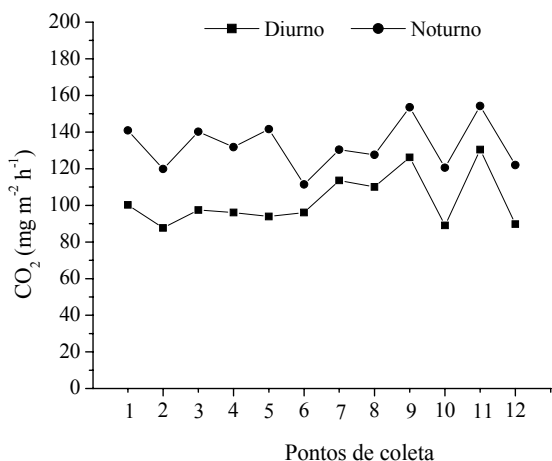


Figura 4. Quantidade de CO₂ liberado do solo na época 1 (agosto/2007) nos períodos diurno (05:00 às 17:00 h) e noturno (17:00 às 05:00 h), em área de caatinga no município de São João do Cariri, PB.

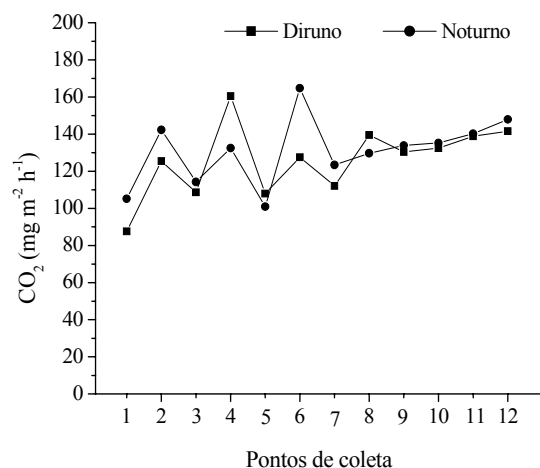


Figura 5. Quantidade de CO₂ liberado do solo na época 2 (março/2007) nos períodos diurno (05:00 às 17:00 h) e noturno (17:00 às 05:00 h), em área de caatinga no município de São João do Cariri, PB.



Verificou-se que os dados de CO₂ apresentaram uma tendência de maior desprendimento na época 2 (março/2008) quando comparada com a época 1 (agosto/2007). Este fato foi atribuído a flutuação sazonal dos elementos meteorológicos e/ou climáticos. De acordo com Cattelan e Vidor (1990) tanto a biomassa quanto a liberação de CO₂ e a população microbiana apresentam grande flutuação, bem mais acentuada na camada superficial e sugerem que as maiores influências sejam devidas a fatores climáticos, principalmente umidade e temperatura. De forma complementar, Costa et al. (2008) mencionam que as emissões de C-CO₂ têm variação sazonal e são correlacionadas positivamente com a temperatura do solo (Costa et al., 2008). Essa flutuação é maior nas camadas superiores do solo, onde existem as maiores oscilações na umidade e temperatura (Campbell e Biederbck, 1976).

Orchard e Cook (1983) in Assis Júnior et al. (2003) também mostraram que a precipitação afeta diretamente a umidade e a temperatura do solo, as quais têm influência na atividade da microbiota e verificaram relações lineares entre o potencial de água no solo e sua atividade biológica.

A ocorrência da precipitação pluvial verificada no mês de março/2008 (época 2) foi superior a verificada em agosto/2007 (época 1) com 266,4 e 21,1 mm, respectivamente (Tabela 1). Essa irregularidade da distribuição das precipitações pluviais e sua forma concentrada em certos períodos do ano apresentando elevada intensidade, por isso considerada de alta magnitude, com baixa umidade relativa do ar no período diurno e a temperatura com grande variação diária e anual são elementos que caracterizam o Cariri paraibano (Araujo, 2005).

Tabela 1. Precipitação pluvial (mm) em área de caatinga no município de São João do Cariri, PB

Meses	Agosto/2007	Março/2008
Precipitação pluvial (mm)	21,1	266,4

Com relação à temperatura do solo, observou-se que houve variabilidade entre as diferentes profundidades, apresentando-se maior no mês de março/2008 em relação a agosto/2007 em decorrência da maior irradiação solar da ordem de 465,8 e 404,3 W m⁻², respectivamente. Nas profundidades de 2, 5 e 10 cm os valores de temperatura foram superiores à da camada inferior (15 cm), em decorrência da maior incidência solar nas camadas superficiais. Verificou-se que a variação da temperatura nas profundidades de 20 e

50 cm apresentou a tendência de diminuir da superfície para o interior (Figura 6). Os valores refletem a alta variabilidade climática da região estudada.

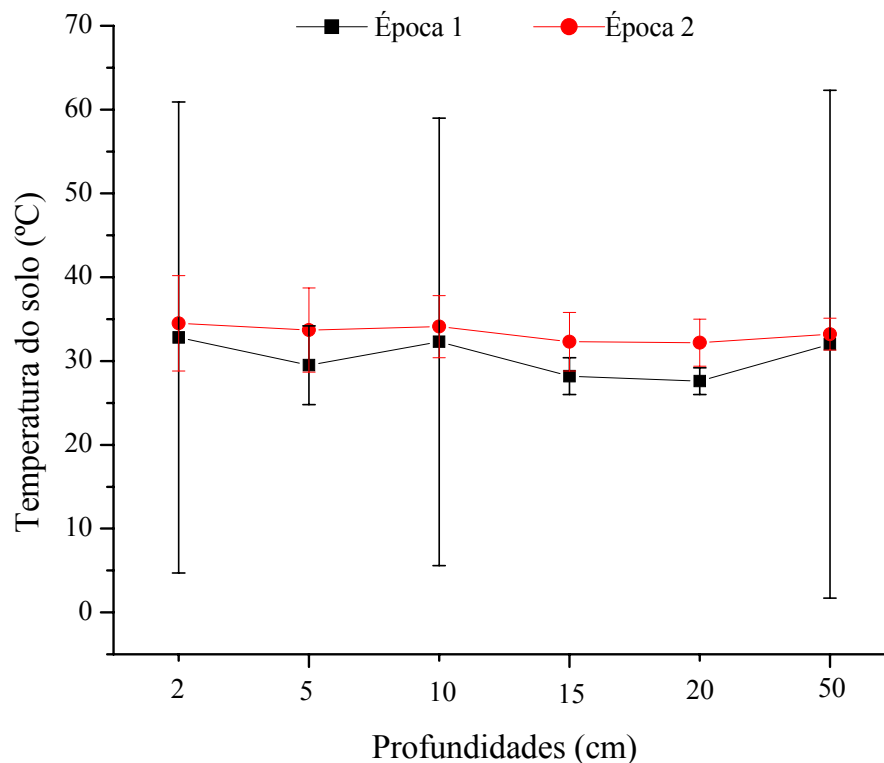


Figura 6. Temperatura média do solo (°C) nas profundidades 2, 5, 10, 15, 20 e 50 cm durante as duas épocas de avaliação (agosto/2007 e março/2008) em área de caatinga no município de São João do Cariri, PB.

Observando-se a temperatura do solo em mais três horários, na profundidade de 10 cm, medida durante as três etapas do período experimental: momento de instalação dos cilindros para a medida da evolução de CO₂, momento de substituição dos frascos após 12 horas e momento de remoção dos recipientes após mais um período de 12 horas, totalizando 24 horas de observação, verificou-se que, em agosto de 2007, os valores de temperatura se apresentaram inferiores aos valores registrados na segunda época avaliada (março/2008) (Tabela 2). Observou-se, ainda, uma grande amplitude térmica entre os diferentes horários e épocas de avaliação.



Tabela 2. Temperatura do solo (°C) a 10 cm de profundidade medida nos momentos de instalação, substituição e remoção dos cilindros para a medida da evolução de CO₂, em área de caatinga, no município de São João do Cariri, PB.

Meses	Instalação	Substituição	Remoção
	17:00 h	05:00 h	17:00 h
Agosto/2007	26,4	24,4	30
Março/2008	36,0	29,00	32

Observa-se que a maior produção de CO₂ ocorreu na época em que houve maior precipitação pluvial e maior temperatura do solo. Esse fato é devido aos microrganismos estarem adaptados às condições de temperatura elevada, características da região semi-árida. De acordo com Bakke et al. (2001) há um indicativo de que os microrganismos aumentam sua atividade entre 40 e 45 °C e quando alcançam valores próximos aos 50 °C há uma inibição da atividade microbiana e conseqüentemente menor produção de CO₂. Já para outras regiões geográficas, como Eldorado do Sul (RS), Cattelan e Vidor (1990) mencionam haver uma tendência geral de estímulo da biomassa em épocas de boa disponibilidade hídrica e de temperaturas amenas. Nas épocas secas e de temperaturas altas, assim como naquelas muito frias, o efeito é negativo. Assim, face à importância da temperatura nos diversos processos que ocorrem no solo, são necessários mais estudos em nível de semi-árido brasileiro (Bakke et al., 2001).

Avaliando a produção de CO₂ nos turnos diurno e noturno para os dois períodos analisados, verificou-se que a atividade microbiana foi maior no turno noturno para ambos os períodos. Para a época 1 (agosto/2007) verificou-se que o desprendimento de CO₂ foi 132,83 mg m⁻² h⁻¹ em relação ao período diurno cuja liberação de CO₂ registrada foi de 102,51 mg m⁻² h⁻¹. Com relação à época 2 (março/2008) observou-se uma produção de 130,85 mg CO₂ m⁻² h⁻¹ quando comparado ao período diurno cuja liberação foi de 126,06 mg CO₂ m⁻² h⁻¹ (Figuras 5 e 6). Maia (2002) encontrou médias de produção de CO₂ significativamente maior no turno noturno (80,63 mg CO₂ m⁻² h⁻¹) em relação ao diurno (72,56 mg CO₂ m⁻² h⁻¹) em estudo realizado em ambiente de caatinga, no semi-árido da Paraíba. De forma complementar, Souto et al. (2004) encontraram maior produção de CO₂ no período noturno, quando comparado com o período diurno. E atribuíram o resultado as temperaturas e umidade do solo mais elevada nesse ecossistema. Vale ressaltar que no período noturno as oscilações de temperaturas são menores, garantindo melhores condições para os microrganismos do solo.



4 – Conclusões

- A atividade microbiana estimada pela produção de CO₂ foi maior no período noturno, quando comparada com o período diurno, sendo favorecida pela umidade e temperatura do solo;
- Houve variação nas quantidades de CO₂ liberados entre os diferentes pontos de determinação e entre as épocas avaliadas decorrentes das variações climáticas, estas exercendo maior efeito sobre essa flutuação;
- Os valores mais elevados de precipitação pluvial e temperatura do solo foram os parâmetros que mais estimularam o desenvolvimento microbiano resultando em maior desprendimento de CO₂ do solo;
- O método de avaliação com medições da atividade respiratória no campo mostrou-se eficiente, além de ser simples, de baixo custo e apresentar sensibilidade por considerar as condições naturais.

5 – Referências bibliográficas

- ALEXANDER, M. *Introduction to soil microbiology*. 2.ed. New York: J. Wiley, 1977. 472p.
- ARAÚJO, K. D. *Variabilidade temporal das condições climáticas sobre as perdas de CO₂ na encosta do açude Namorados, em São João do Cariri-PB*. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- ASSIS JÚNIOR, S. L. de; ZANUNCIO, J. C.; KASUYA, M. C. M.; COUTO, L.; MELIDO, R. C. N. *Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada*. Revista *Árvore*, v.27, n.1, p.35-41, 2003.
- BAKKE, I. A.; LIRA, J. E. de; OLIVEIRA, V. M. de; LEITE, R. M. B.; SOUTO, P. C.; MAIA, E. L.; SOUTO, J. S.; ARAÚJO, G. T. de. *Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba*. In: Encontro Nordeste de Biogeografia – ENB, 2., Maceió. Anais... Maceió: UFAL, 2001. 225-231p.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; FIGUEIREDO, S. R.; KLAUBERG-FILHO, O. *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.



- BAYER, C. *Dinâmica da matéria orgânica do solo*. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. *Fundamentos da matéria orgânica do solo-Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Gênese, 1999. p.9-26.
- CAMPBELL, C. A.; BIEDERBECK, V. O. *Soil bacterial changes as affected by growing season weather conditions: a field and laboratory study*. Can. J. Soil. Sci., Ottawa, v.56, 293-310, 1976.
- CATTELAN, A. J. e VIDOR, C. *Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.14, p.133-142, 1990.
- CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; VASCONCELOS, A. C. F. *Salinidade das águas superficiais e suas relações com a natureza dos solos na Bacia Escola do açude Namorados*. Campina Grande: BNB/UFPB, 54p, 2000. (Boletim Técnico).
- COSTA, F. DE S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. *Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no Sul do Brasil*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.323-332, 2008.
- FRANZLUEBBERS, A.J.; HONS, F.M. & ZUBERER, D.A. *Tillage-induced seasonal changes in soil physical properties affecting soil CO₂ evolution under intensive cropping*. Soil Till. Res., v.34, p.41-60, 1995.
- GUEDES A. C. T. P.; MELO, W. J.; MELO, G. M. P.; TORRES, L. S.; MACEDO, F. G.; SOUZA, L. C. In: FERTBIO, *Londrina, Anais... Londrina, SBCS*, 2008. CD-ROM.
- GRISI, B. M. *Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos*. Ciência e Cultura, v.30, n.1, p.82-88, 1978.
- HABTE, M. *Impact of simulated erosive on the abundance and activity of indigenous vesicular-arbuscular mycorrhizal endophytes in as oxissol*. Biology and Fertility of Soils, Heidelberg, v.7, p.164-167, 1989.
- KENNEDY, A. C.; SMITH, K. L. *Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils*. Plant and Soil, v. 170, p. 75-86, 1995.
- MAIA, E. L. *Decomposição de esterco em Luvisolos no semi-árido da Paraíba*. 2002. 37f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos.
- MORITA, T.; ASSUNÇÃO, R. M. V. *Manual de soluções, reagentes e solventes*. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1972. p.629.



SILVA, G. A. E.; SOUTO, J. S.; ARAUJO, J. L. *Atividade microbiana em Luvissole do semi-árido da Paraíba após a incorporação de resíduos vegetais*. Agropecuária Técnica, v.27, n.1, p.13–20, 2006.

SOUTO, P. C.; OLIVEIRA, F. L. N. de; ARAÚJO, E. N de; JESUS, C. A. C. de; LIMA, A. N. de; SOUTO, J. S. *Comparação do fluxo de CO₂ entre áreas de plantio de sombreiro (Elitoria fairchildiana) e de acerola (Malpighia glabra L.)*. In: FERTBIO, Lages, Anais... Lages, SBCS, 2004. CD-ROM.

VEZZANI, F. M. ; AMADO, T. J. C. ; SPAGNOLLO, E. ; SULZBACH, L. . *Relações de Atributos Biológicos do Solo Agrícola com o Potencial Produtivo*. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2003, Ribeirão Preto. Solo: alicerce dos sistemas de produção. Botucatu : UNESP, 2003.