



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

PARÂMETROS DA ATIVIDADE BIOLÓGICA COMO INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS DO SEMIÁRIDO SERGIPANO⁽¹⁾

Osmundo Soares de Oliveira⁽²⁾; Alceu Pedrotti⁽³⁾; Enderson Petrônio de Brito Ferreira⁽⁴⁾; Djail Santos⁽⁵⁾; Tácio Oliveira da Silva⁽³⁾; Catia Santos⁽²⁾; Vitor Callegari Ramos⁽⁶⁾

(1) Trabalho é parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao PRODEMA/UFES; (2) Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, Rua "M", nº 55, Jardim Alvorada, Aracaju, SE, CEP: 49045-050, E-mail: osmundooliveira@ig.com.br; (3) Professor Associado do Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Sergipe, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, E-mail: alceupedrotti@gmail.com; (4) Pesquisador Doutor da Embrapa - CNPAF, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP: 75375-000; (5) Professor Doutor do Departamento de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba, Caixa Postal 04, Areia, PB, CEP: 58397-000; (6) Professor Doutor do Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Sergipe, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000; (6) Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, email: victorlindao_se@hotmail.com

Resumo - Nos últimos anos tem havido uma importante transformação da base técnica da exploração agropecuária no oeste semiárido de Sergipe. Ao mesmo tempo, existem poucos trabalhos destinados a aferir as implicações ambientais destas mudanças, especialmente sobre os solos da região. Os indicadores microbiológicos de qualidade do solo são apropriados para o estudo da qualidade do solo devido à sua sensibilidade e capacidade de responder prontamente às alterações provocadas por diferentes manejos possibilitando o monitoramento do uso sustentável dos sistemas agrícolas. O propósito desse estudo foi estudar o comportamento do carbono da biomassa microbiana (CBM), da respiração basal do solo (RBS) e do quociente metabólico (qCO_2) como indicadores de sustentabilidade e qualidade do solo em agrossistemas do semiárido sergipano. Foram utilizadas cinco áreas representativas modelo de uso do solo desta região. As análises foram realizadas nos laboratórios de Biologia do Solo e Física do Solo da Embrapa-CNPAF. Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o programa Sisvar de análise estatística (Ferreira, 2003) efetuando-se a comparação de médias e prova de significância pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados dos indicadores carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente metabólico não apontaram diferenças significativas na qualidade do solo devido a seus diferentes usos.

Palavras-Chave: agricultura, indicadores ambientais, atividade microbiana.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da ciência agrônoma atualmente é promover sistemas de produção que garantam elevados rendimentos das culturas ao mesmo tempo em que proporcionem que estas explorações sejam feitas de forma sustentável. De acordo com Ferreira (2010), independentemente do sistema adotado o manejo do solo resultará sempre em mudanças em algumas características do solo. Os indicadores

microbiológicos de qualidade do solo são apropriados para o estudo da qualidade do solo devido à sua sensibilidade e capacidade de responder prontamente às alterações provocadas por diferentes manejos possibilitando o monitoramento do uso sustentável dos sistemas agrícolas

O objetivo desse estudo é o de apresentar os dados dos indicadores microbiológicos do carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente metabólico em cinco áreas características do uso do solo nas regiões Agreste e Centro-Sul de Sergipe, sendo três delas representativas de diferentes sistemas de cultivo de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo foi conduzido na Fazenda Riachão e no Assentamento Oito de Outubro, coordenadas geográficas $10^{\circ} 40' 25,1''$ Sul e $37^{\circ} 46' 35,4''$ Oeste, e $10^{\circ} 41' 02,5''$ Sul e $37^{\circ} 45' 52,1''$ Oeste, respectivamente, no município de Simão Dias/SE e na Fazenda Recanto, coordenada $10^{\circ} 43' 55,6''$ Sul e $38^{\circ} 04' 23,5''$ Oeste no município de Poço Verde/SE. O solo das áreas estudadas, previamente selecionado segundo critérios de homogeneidade edáfica e tempo de cultivo, é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, conforme Embrapa (2006). Os tratamentos (áreas estudadas) consistiram de uma área de vegetação nativa de caatinga - VNT; uma área de pastagem de capim-tanzânia associado à algaroba - CTA; uma área cultivada com milho consorciado com feijão, utilizando tecnologia tradicional e sistema convencional de cultivo - MCF; uma área de milho isolado utilizando tecnologia moderna com uso intensivo de insumos e sistema convencional de cultivo - MPC e uma área de milho isolado utilizando tecnologia moderna, com uso intensivo de insumos e sistema de cultivo mínimo - MCM. Todas as áreas de cultivo já estão em processo produtivo há mais de trinta anos sendo que a MPC e a MCM adotam a tecnologia moderna e intensiva de cultivo há apenas seis e quatro anos, respectivamente. As amostras de solo foram coletadas no final do mês de março de 2010 na camada de 0-10 cm. O material coletado foi mantido sob refrigeração desde a coleta até as análises laboratoriais. Foram retiradas três amostras simples para compor uma

amostra composta, a qual se constituiu em uma repetição, sendo realizadas cinco repetições para cada tratamento. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado.

As análises foram realizadas obedecendo ao protocolo operacional de análises microbiológicas da Embrapa-CNPAP (EMBRAPA, 2005). Todas as amostras foram determinadas em triplicata.

Carbono da biomassa microbiana: utilizou-se o método de fumigação-incubação, conforme Vance et al. (1987) utilizando-se o fator de correção K_c de 0,33 e correção de umidade para 80% da capacidade de campo. Para incubação utilizou-se um frasco contendo 20g de solo, os quais foram acondicionados em recipientes de vidro maiores que foram fechados contendo também em seu interior um outro frasco de 10 ml com solução de KOH 0,3M (que foram utilizados determinação da respiração basal), permanecendo assim, em ambiente escuro, por sete dias. Os solos a serem fumigados também permaneceram, em separado, no mesmo ambiente por seis dias. Após a incubação, as amostras de solo a serem fumigadas permaneceram por 24 horas em atmosfera de clorofórmio. As amostras fumigadas e não fumigadas foram então transferidas para erlenmeyers contendo solução de K_2SO_4 0,5M e pH 6,5-6,8; agitou-se os erlenmeyers por 40 minutos a 25°C, a 170 rpm; retirou-se o sobrenadante utilizando pipeta e transferiu-se para funil com papel de filtro acoplado a frascos plásticos de 40 ml; em seguida armazenou-se o extrato em frascos plásticos tampados, estes permanecendo sob refrigeração até o dia seguinte. A determinação do carbono foi realizada através da oxidação do carbono com dicromato de potássio em meio sulfúrico e a titulação foi feita com sulfato ferroso amoniacal.

Respiração basal no solo: a partir dos frascos maiores contendo os solos incubados para determinação do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana foi retirado os francos de 10 ml contendo KOH 0,3M, tampando-os imediatamente; preencheu-se uma bureta com HCl 0,1N padronizado; adicionou-se 3 ml $BaCl_2$ 20% no frasco contendo KOH, tampando-se e agitando-se em seguida; transferiu-se o conteúdo do frasco para um erlenmeyer de 125 ml, adicionou-se 2 gotas de fenolftaleína 1% e titulou-se com HCl 0,1 N até a mudança da coloração de rosa para branca leitosa.

Quociente metabólico (qCO_2): este é um parâmetro derivado estabelecido pelo cálculo da relação da respiração basal do solo/carbono da biomassa microbiana.

Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o programa Sisvar de análise estatística (Ferreira, 2003) efetuando-se a comparação de médias e prova de significância pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise estatística o Carbono da biomassa microbiana (CBM), não houve efeito significativo entre as diferentes áreas estudadas para o Carbono da Biomassa Microbiana, sugerindo que as diversas

formas de uso e manejo do solo ainda não alteraram significativamente o compartimento de carbono oriundo da microbiota do solo (Figura 1).

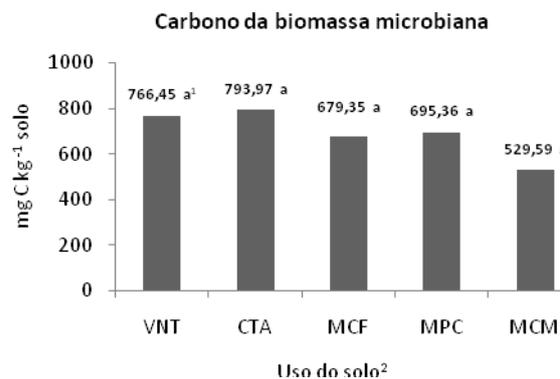


Figura 1. Comportamento da atividade do carbono da biomassa microbiana no solo sob usos diferenciados nas regiões Agreste e Centro-Sul de Sergipe.

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ VNT= vegetação nativa de Caatinga; CTA= capim-tanzânia associado à algaroba; MCF= milho consorciado com feijão; MPC= milho isolado, plantio convencional e MCM= milho isolado, cultivo mínimo.

Coefficiente de Variação (CV): 22,42%

O estudo de Kaschuck et al. (2010) considera que o carbono da biomassa microbiana é um dos mais promissores indicadores da qualidade do solo porque responde prontamente às mudanças ambientais frequentemente mais cedo que parâmetros físicos e químicos. Neste sentido, Lal (1999), aponta o declínio do carbono da biomassa como um indicador de processo degradativo do solo. A média entre os tratamentos para esta variável foi 692,94 mg CBM kg⁻¹ de solo e o fato de não ter havido diferenças significativas entre as áreas estudadas pode ser um indicativo de que, ao menos quantitativamente, a biomassa microbiana não tem sido fortemente impactada por efeito dos diferentes manejos e usos do solo. Ao contrário do esperado, não houve aumento do CBM na área do milho em sistema de cultivo mínimo, sistema este implementado há quatro anos, e que se constitui, das áreas de milho estudadas, a forma de manejo do solo mais conservacionista. Balota et al. (1998), estudando o CBM em relação ao preparo do solo e sucessão de culturas, citam vários trabalhos em que o uso de outra forma de manejo conservacionista, o plantio direto, aumentou de forma significativa este indicador de qualidade do solo. Não foi o que ocorreu, entretanto, nas condições do presente estudo. Estes autores, referindo-se a trabalho de Follet & Shimel (1989) realizado nos EUA, salientam, porém, um decréscimo de 175% do CBM em áreas com plantio direto em relação às áreas com gramíneas nativas que nunca foram submetidas ao cultivo. Neste caso, Follet & Shimel utilizaram, no procedimento analítico, um tempo de incubação das amostras de 10 dias.

A respiração basal representa a quantidade total de CO_2 liberado devido à atividade biológica dos microorganismos do solo. Silva et al. (2007), afirmam que existe uma estreita relação entre a respiração basal e os fatores abióticos do

solo, tais como umidade, temperatura e aeração. Estes autores, citando Catellan et al. (1990), afirmam que a disponibilidade de carbono no solo tem sido descrita como fonte contribuidora do aumento da respiração basal dos microorganismos. Zornoza (2007 *apud* Ferreira, 2010) também afirma a estreita relação entre a respiração basal a as condições abióticas do solo, tais como temperatura e umidade. Estes autores, estudando o efeito do plantio direto e do cultivo convencional sobre indicadores microbiológicos de qualidade do solo, não encontraram diferenças significativas para a respiração basal e para o quociente metabólico entre estes sistemas de cultivo e uma área próxima de vegetação secundária, muito embora, entre o plantio direto e o cultivo convencional tenham observado diferença.

A respiração basal do solo é um sensível indicador de estresses impostos ao solo por ações antrópicas devendo ser incluídos nos trabalhos de análise de sustentabilidade de áreas agrícolas. Os resultados deste estudo mostraram pouca diferença estatística entre os tratamentos (Figura 2), muito provavelmente devido à época da coleta onde a diminuição das chuvas e, conseqüentemente, a menor umidade do solo, diminuíram a atividade metabólica da biota do solo. Isto indica que estudos com este indicador devem ser feitos em épocas diferentes durante a safra, preferencialmente tomando-se amostras durante os períodos chuvoso e de estiagem para se ter uma análise mais completa do seu comportamento.

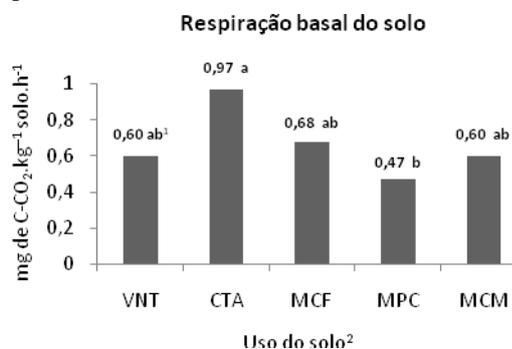


Figura 2. Comportamento da respiração basal do solo sob usos diferenciados nas regiões Agreste e Centro-Sul de Sergipe.

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ VNT= vegetação nativa de Caatinga; CTA= capim-tanzânia associado à algaroba; MCF= milho consorciado com feijão; MPC= milho isolado, plantio convencional e MCM= milho isolado, cultivo mínimo. Coeficiente de Variação (CV): 32,62%

A maior produção de CO₂ ocorreu na área de pastagem associada à algaroba (0,9738 mg de C-CO₂ kg⁻¹ solo hora⁻¹), o dobro da verificada na área de milho convencional (0,4714 mg de C-CO₂ kg⁻¹ solo hora⁻¹). Mesmo em condições pouco favorecidas pela umidade do solo, este dado aponta para o fato de que, possivelmente, o manejo do milho em sistema tradicional também pode afetar fortemente a dinâmica do metabolismo dos microorganismos do solo. Assim, deve-se preferir a adoção de formas do cultivo mínimo

ou sistemas mais estáveis e que promovam um menor agravo mecânico ao solo, como é o caso da pastagem em associação com algaroba.

O quociente metabólico (qCO₂) é expresso pela razão entre a respiração basal e o carbono da biomassa microbiana. Esta taxa mede a eficiência com que os microorganismos do solo utilizam as fontes de carbono existentes no solo (Kaschuk, 2010) e é um sensível indicador para se aferir o grau de distúrbio a que um solo está submetido. É esperado que solos que sofreram maiores estresses apresentem índices de qCO₂ mais elevados que aqueles menos impactados por distúrbios. De acordo com Odum (1985 *apud* Jiang, 2009) isto é explicado pelo aumento de energia necessária para os microorganismos repararem o dano causado pelo estresse no ambiente.

No presente trabalho não houve diferença estatística significativa para este indicador (Figura 3) o que indica que provavelmente sugere que as atuais formas de uso do solo ainda não produziram efeitos deletérios graves sobre os solos locais.

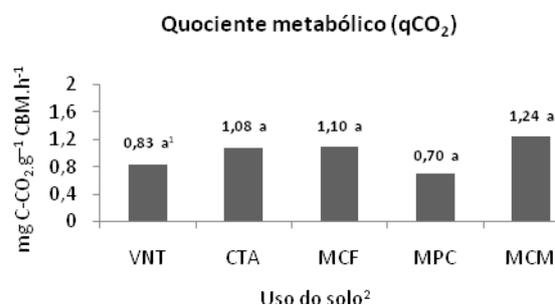


Figura 3. Comportamento do quociente metabólico no solo sob usos diferenciados nas regiões Agreste e Centro-Sul de Sergipe.

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ VNT= vegetação nativa de Caatinga; CTA= capim-tanzânia associado à algaroba; MCF= milho consorciado com feijão; MPC= milho isolado, plantio convencional e MCM= milho isolado, cultivo mínimo. Coeficiente de Variação (CV): 35,22%

A análise desta variável está coerente com os diagnósticos de Oliveira (2009) e Almeida (2006), os quais, por instrumentos diagnósticos distintos do utilizado neste trabalho, identificaram impactos pequenos a médios no ambiente solo na mesma região desta pesquisa. Tais impactos, ainda que não sejam comprometedores à sustentabilidade da região no momento, devem ser objeto de análise já que a agricultura intensiva nesta região está em franca expansão, tendo por isso um potencial elevado de impacto sobre os agroecossistemas locais.

CONCLUSÕES

1. A pequena variação nos valores do carbono da biomassa microbiana, da respiração basal e do quociente metabólico são indicativos de que as recentes modificações tecnológicas em curso na região estudada ainda não causaram agravos significativos à sustentabilidade da atividade agropecuária.
2. Os resultados dos indicadores carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e quociente

metabólico não mostram diferenças significativas na qualidade do solo devido a seus diferentes usos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos proprietários das fazendas Riachão, Recanto e Oito de Outubro; à Embrapa-CNPAP e ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe – UFS, pelo suporte e logística necessária a condução do experimento e obtenção dos resultados.

REFERÊNCIAS

- BALOTA, E. L.; COLLOZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 22, p. 641, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Procedimento operacional padrão - Análises microbiológicas do solo. Santo Antônio de Goiás, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FERREIRA, E. P. B.; SANTOS, H. P.; COSTA, J.R.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N.G. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 2, p. 177, 2010.
- FERREIRA, D. S. Sistema de Análise de Variância - Sisvar, versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.
- JIANG, J. P.; XIONG, Y. C.; JIANG, H. M.; YE, D. Y.; SONG, Y. J.; LI, F. M. Soil microbial activity during secondary vegetation succession in semiarid abandoned lands of loess Plateau. *Pedosphere*, v. 19, n. 6, p. 735, 2009.
- 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, 2010.
- OLIVEIRA, O. S. Determinação dos critérios de uso de fertilizantes químicos por agricultores familiares de Poço Verde (SE). Monografia (Especialização). Lavras, 2006. 30 p.
- SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO_2), Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. Comunicado Técnico 99.
- VANCE, E. D., BROOKES, P. C., JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 19, p. 703, 1987.