

SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM CULTIVO DE CAFÉ COM ENRIQUECIMENTO ATMOSFÉRICO DE CO₂

VS Ribeirinho, CS Carvalho, MCA Queiroz, M Scaff, DMBP Milori, CA Andrade

Os possíveis efeitos da mudança climática devido ao aumento da concentração de CO₂ atmosférico podem alterar as aptidões agrícolas nas áreas de regiões tropicais, podendo haver redução na produtividade de determinadas culturas (Solomon et al., 2007). Pesquisa agrônoma tendem a investigar o efeito aumento da concentração do CO₂ para plantas, pois o CO₂ constitui um substrato primário para a fotossíntese e sua elevação pode estimular a produção de biomassa pela planta, conseqüentemente aumentar teores de carbono orgânico do solo, o que contribui para o aumento da matéria orgânica (Hungate et al., 2009).

Entretanto, a dinâmica da matéria orgânica e dos nutrientes em solo cultivado sob elevada concentração de CO₂ ainda é pouco estudada e compreendida, principalmente no Brasil. Os estudos envolvendo o enriquecimento atmosférico com CO₂ são relativamente novos e permitem uma ampla investigação sobre o tema. Conduzidos em diferentes países em com as mais diversas plantas, os experimentos do tipo FACE (Free-Air Carbon Dioxide Enrichment) têm se mostrado uma importante fonte de conhecimento para antecipar possíveis problemas nos sistemas ecológicos e de produção agrícola (Lenhart et al., 2016).

O objetivo deste trabalho foi verificar os possíveis efeitos de enriquecimento atmosférico de CO₂ através do experimento FACE com os teores de C nas substâncias húmicas da matéria orgânica do solo (MOS) nas camadas superficiais e também uma quantificação do grau de humificação da MOS.

A área experimental utilizada está localizada no município de Jaguariúna-SP, na Embrapa Meio Ambiente, região centro leste do Estado de São Paulo, cujo clima segundo a classificação de Köppen é tropical úmido (Cwa). O solo foi descrito como Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa (EMBRAPA, 2006).

Foi utilizada a variedade de cafeeiro Catuai Vermelho IAC-144. Mudanças de cafeeiros foram transplantadas em março de 2010 com espaçamento de 3,5 m entre linhas e 0,6 m entre plantas com adubação anual na projeção da copa (Ghini et al., 2015) e na entrelinha foi plantada braquiária (*Brachiaria decumbens*) sem adubação (Maluf et al., 2015), para este experimento não foi utilizado nenhum tipo de irrigação. As aplicações de calcário e adubos foram baseadas na recomendação utilizada para o Estado de São Paulo (Rajj et al., 1997) para produtividade esperada de 30 sacas por hectare (Maluf et al., 2015).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no qual foram construídos doze anéis de aplicações de CO₂ espaçados de 70 m um do outro e com diâmetro de 10 metros. Dos doze anéis, seis receberam aplicação de dióxido de carbono e outros doze permaneceram como testemunhas, isto é, sem aplicação de CO₂. O enriquecimento atmosférico com CO₂ foi iniciado em agosto de 2011, com a liberação do gás controlada de maneira que a atmosfera dentro do anel apresentasse concentração aproximadamente de 550 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ de CO₂ para o tratamento enriquecido e de 390 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ de CO₂ para o tratamento testemunha, que corresponde ao valor aferido pelo sensor na situação normal do local. Mais detalhes do experimento podem ser encontrados em Ghini et al. (2015).

A amostragem de solo foi realizada em março de 2015, ou seja, 43 meses após o início da aplicação de CO₂. As amostras deformadas foram coletadas com auxílio de um trado tipo holandês nas seguintes posições: ao lado da linha de cultivo, no centro da entrelinha e em posições intermediária entre as linhas de cultivo e o centro da entrelinha, totalizando nove pontos por parcela, sendo três em cada uma das posições anteriormente mencionadas, de forma a compor a amostra representativa da parcela. Foram amostradas as camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm.

Após a coleta, as amostras foram secas ao ar ambiente, homogeneizadas e passadas em peneira com malha de abertura 2 mm. Em seguida, as amostras foram quarteadas até a obtenção de subamostras de 10 a 15 g, que foram moídas e passadas em peneira de 0,150 mm de abertura para quantificação dos teores totais de C, quantificados pelo método de combustão a seco em analisador elementar da marca Leco, modelo TruSpec CN[®], esses valores serão utilizados para determinar o grau de humificação da MOS.

Possíveis alterações na qualidade da matéria orgânica do solo foram investigadas por meio do fracionamento químico e do grau de humificação. O fracionamento químico da matéria orgânica do solo em ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) e fração humina (HU) foi realizado a partir das amostras de solo em função da solubilidade diferencial em meios ácidos e alcalinos e a determinação do carbono via oxidação (Benites et al., 2003).

O método utilizado para a quantificação do grau ou índice de humificação foi fluorescência induzida por laser (FIL) em solos intactos (Milori et al., 2006), e o grau de humificação da matéria orgânica do solo foi obtido através do cálculo da área sob a curva de emissão do espectro da FIL dividida pelo teor total de carbono.

A análise estatística dos resultados foi por meio de análise de variância (ANOVA), considerando-se o delineamento de blocos ao acaso, e como fator de variação de interesse o enriquecimento atmosférico ou não de CO₂. Em caso de efeito significativo do fator de interesse foi aplicado o teste t a 5% de probabilidade para comparação das médias.

Observou-se aumento do teor de C associado às frações AF e AH na camada 0-5 cm com o enriquecimento atmosférico de CO₂ e não foram observadas diferenças na fração HU (Tabela 1). Este resultado indica que ocorreu aumento nas formas mais lábeis do C do solo, uma vez que compostos orgânicos presentes nas frações AF e AH são mais propensos a mineralização do C em comparação com compostos da fração HU (Ebeling et al., 2011). Também foi observado aumento do teor de C associado a fração AH na camada 10-20 cm com o enriquecimento atmosférico de CO₂ (Tabela 1).

O aumento, na camada superficial, do teor de C nas frações mais lábeis da matéria orgânica com o enriquecimento atmosférico de CO₂ pode ser devido ao aumento do aporte de material orgânico fresco (Ghini et al., 2015) e também pela redução da taxa de mineralização da MO no campo (Müller et al., 2010). A redução da taxa de mineralização da MOS pode ser influenciada indiretamente aumento da taxa de fotossínteses nas plantas do tratamento com enriquecimento atmosférico de CO₂ (Ghini et al., 2015) e, conseqüentemente, maior exigência por água, ocasionando redução na umidade do solo. Com a redução da umidade tem-se uma mineralização mais lenta da

MOS. Estudo em condições controladas de temperatura e umidade do solo não foram observadas alterações na taxa de mineralização da MOS devido ao enriquecimento atmosférico de CO₂ (Müller et al., 2010).

Tabela 01. Teores de carbono associados às frações húmicas do solo e grau de humificação da matéria orgânica do solo em função do enriquecimento ou não atmosférico de CO₂ em área com cultivo de cafeeiro.

Prof. (cm)	C-AF ⁽¹⁾ g kg ⁻¹		C-AH ⁽²⁾ g kg ⁻¹		C-HU ⁽³⁾ g kg ⁻¹		H _{FIL} ⁽⁴⁾ u.a.*	
	com CO ₂ ⁽⁵⁾	sem CO ₂ ⁽⁶⁾	com CO ₂ ⁽⁵⁾	sem CO ₂ ⁽⁶⁾	com CO ₂ ⁽⁵⁾	sem CO ₂ ⁽⁶⁾	com CO ₂ ⁽⁵⁾	sem CO ₂ ⁽⁶⁾
0-5	5,15 a	4,49 b	5,95 a	4,21 b	15,04 a	14,61 a	2922 b	3572 a
5-10	3,62 a	3,75 a	2,67 a	2,43 a	10,02 a	11,69 a	5312 a	5206 a
10-20	4,48 a	4,07 a	3,94 a	2,32 b	13,02 a	12,14 a	4643 a	4335 a
20-40	3,86 a	3,29 a	2,03 a	1,74 a	8,37 a	9,22 a	7575 a	6867 a
40-60	3,73 a	3,42 a	1,78 a	1,57 a	7,08 a	7,27 a	7572 a	7683 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si estatisticamente no teste de t ao nível de 5% de significância. ⁽¹⁾ Teores de carbono associado à fração ácido fúlvico. ⁽²⁾ Teores de carbono associado à fração ácido húmico. ⁽³⁾ Teores de carbono associado à fração humina. ⁽⁴⁾ Grau de humificação da matéria orgânica do solo. ⁽⁵⁾ Tratamento com enriquecimento atmosférico de CO₂, concentração de 550 μmol mol⁻¹. ⁽⁶⁾ Tratamento testemunha, concentração ambiente de CO₂ à 390 μmol mol⁻¹. u.a.: unidade arbitrária.

Os resultados de aumento no solo de compostos orgânicos menos humificados na camada superficial devido ao enriquecimento atmosférico de CO₂ está de acordo com o observado na análise do grau de humificação da MOS, pois, os tratamentos com CO₂ o grau de humificação da MOS apresentou-se 18,21% menor em relação a testemunha (Tabela 1). Nas demais camadas não houve diferença entre as medias dos tratamentos.

Após 43 meses de experimento com enriquecimento atmosférico de CO₂, houve aumento nos teores de C associado as frações ácido fúlvico e ácido húmico apenas na camada superficial do solo. Também foi observado aumento dos teores de compostos orgânicos menos humificados nessa camada devido à aplicação de CO₂.