

Informe uma subárea do item 7 das Normas de Submissão de Trabalho. Ex.: 5.01.99 - Agronomia.

DIFERENTES MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLOS DE ALAGOAS

Érica Valéria Silva Teixeira¹; Gilson Moura Filho²; Leila Cruz da Silva Calheiros²; Adriano Barboza Moura³; Deni Rafaela Silva Barros³; Vincent Amadeus Barboza Moura⁵; João Batista Melo Santos⁴; Gilvan José dos Santos Júnior⁴; Lucas da Silva Lopes⁴; Julia de Omena⁴; Darlane Calheiros do Nascimento⁴; Jheckson Billy Alves da Silva⁴; Natália Barbosa Silva⁴

1. Estudante do Curso de Agronomia / CECA / UFAL (Apresentadora)
2. Professor– Solos e Nutrição de Plantas / CECA / UFAL (*Orientador)
3. Estudante de Pós-Graduação / Produção Vegetal / CECA / UFAL
4. Estudante de Graduação / CECA / UFAL
5. Engenheiro Agrônomo / Usina Coruripe-AL / CECA / UFAL

Resumo:

Diferentes metodologias para a determinação do carbono orgânico em solos têm sido utilizadas sem levar em consideração os riscos que possam oferecer ao meio ambiente e o alto custo de sua execução. Diversos trabalhos têm sido realizados com foco na determinação do carbono orgânico em solos de todo o território brasileiro, submetidos ao plantio de diferentes culturas e sistemas de manejo. O presente trabalho tem como objetivos determinar os teores de carbono e matéria orgânica do solo por diferentes métodos; aplicar estatística descritiva dos dados; correlacionar os métodos e determinar a semelhança ou diferença entre os métodos alternativos e a Análise Elementar (padrão). Os teores de carbono no solo serão determinados pelos métodos de combustão úmida – Walkley & Black modificado e Colorimétrico, além dos métodos Gravimétrico e Análise Elementar. Todos os métodos de determinação de carbono orgânico apresentaram boa correlação com os métodos padrão de determinação de carbono.

Autorização legal: Não houve necessidade.

Palavras-chave: Carbono orgânico, Solos de Alagoas, Análise química.

Apoio financeiro: Fundação de Apoio e Pesquisa do Estado de Alagoas - FAPEAL

Introdução:

Por apresentar a capacidade de reter nutrientes e compostos de origem orgânica e mineral, a matéria orgânica do solo (MOS) tem importante relevância no manejo do solo, contribuindo significativamente para manter a estabilidade de suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Com isso, o solo torna-se capaz de cumprir suas funções de regular os fluxos de água no ambiente; estocar e promover a ciclagem de elementos; servir como meio de crescimento as plantas; funcionar como um tampão na formação, atenuação, e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente. Por isso a MOS é considerada um fator de extrema importância na manutenção do potencial produtivo do solo, comportando-se como o principal componente de sua fertilidade (VEZZANI et al., 2008; BENACI, 2010).

Como o solo desempenha uma importante função no ciclo do C, um ponto bastante em foco atualmente é capacitá-lo para elevar seu potencial no sequestro de carbono através de um sistema de manejo adequado. Para isso, há a necessidade de manter níveis adequados de matéria orgânica nesse solo. Desta forma, a correta determinação do C e posterior quantificação do teor de MOS, têm bastante importância para se conhecer se este solo apresenta um teor adequado ou deficiente de matéria orgânica. Dentre os principais métodos utilizados para a determinação do carbono do solo, podemos citar as técnicas por combustão úmida (Walkley & Black modificado e Colorimetria) e por combustão seca (Análise Elementar e Gravimetria).

Visando a necessidade de estudos do teor de carbono em áreas de mata nativa, este trabalho teve como objetivo determinar os teores de carbono e matéria orgânica do solo por diferentes métodos; aplicar estatística descritiva aos dados; correlacionar os métodos e determinar a semelhança ou diferença entre os métodos alternativos como Analisador Elementar e Walkley & Black modificado.

Metodologia:

Foram coletadas treze amostras compostas de solos na profundidade de 0 – 20 cm em locais de mata nativa do Estado de Alagoas, com auxílio de um trado holandês de aço inox, sendo uma amostra composta a junção de dez amostras simples. Após identificadas, foram secas a 30 °C em estufa de ventilação forçada por 4 dias. Em seguida, foram passadas em peneira de 2,00 mm e acondicionadas em sacos plásticos para posterior realização das análises.

As determinações foram feitas sempre com três repetições por solo. Foi utilizado o método Walkley & Black, modificado, de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (2009) e Barros (2016). No método gravimétrico (ou perda por ignição) seguiu-se as recomendações propostas por Carmo e Silva (2012). Para o método elementar de determinação de C adotou-se as recomendações de Sato et al. (2014).

Para o método colorimétrico adotou-se os procedimentos propostos por Sato et al. (2014) e Barros (2016) para leitura de carbono no comprimento de onda de 660 nm. Foram feitas curvas de concentração de carbono, usando a glicose anidra (C₆H₁₂O₆) como reagente padrão. Com esses valores de carbonos definidos foram feitas varreduras nos comprimentos de ondas de 500 a 800 nm, com intervalo de 10 nm, para identificação do comprimento máximo de absorvância para o método, como também, para obtenção das curvas padrões para os comprimentos de ondas selecionados. Adicionamos também água oxigenada a 2%, onde realizamos a leitura em todas as amostras, tanto para 580nm como 660nm.

Foram feitas as curvas de absorvância em função das concentrações de C para os dois comprimentos de ondas selecionados – 580 e 660 nm, apresentando elevados coeficientes de determinação (580 nm: $Y = -0,0224 + 2,1367X$ R²= 0,998; 660 nm: $Y = -0,0138 + 0,7464X$ R² = 0,993).

Foram feitas análises de correlação linear simples entre os métodos testados com os métodos padrão (Elementar e Walkley & Black modificado) e os demais métodos testados. Análise de regressão foram feitas entre os métodos testados e a escolha foi baseada na significância dos coeficientes de regressão pelo teste t e nos maiores valores de coeficientes de determinação ajustados, nas escolhas dos modelos de regressão.

Resultados e Discussão:

Os teores de carbono determinados pelo método gravimétrico, no geral foram superiores a todos os métodos (Tabela 1), com valores variando de 0,51 a 65,12 g kg⁻¹. Esse mesmo comportamento foi observado por Barros (2016).

Tabela 1 – Valores determinados de carbono orgânico para os diferentes métodos e solos estudados

Amostra	CO6600 ²	CO5800	CO6601	CO5801	W&B	Gravi	Elementar
----- g/kg -----							
1	0,70	1,42	1,66	0,78	0,36	0,51	0,25
2	2,12	2,78	2,73	1,84	5,20	0,72	0,42
3	2,88	3,26	4,25	3,56	6,93	0,93	0,53
4	4,32	4,74	4,77	4,15	7,56	12,98	7,66
5	4,76	5,16	5,31	4,75	13,93	7,32	15,90
6	8,24	7,50	8,10	7,74	16,32	11,53	20,31
7	9,20	9,34	9,20	8,89	19,72	21,86	23,92
8	6,10	6,44	6,04	6,15	19,96	31,32	21,66
9	9,06	9,16	9,95	9,48	22,06	18,87	25,97
10	9,34	9,60	9,36	9,37	26,17	42,39	31,53
11	10,56	10,22	10,51	11,94	28,91	39,54	33,19
12	10,54	10,14	9,70	9,64	30,48	55,05	33,49
13	11,84	11,26	11,87	10,59	34,49	65,12	34,68

²CO6600 – Colorimétrico a 660 nm - sem adição de água oxigenada; CO5800 – Colorimétrico a 580 nm - sem adição de água oxigenada; CO6601 – Colorimétrico a 660 nm - com adição de água oxigenada; CO5801 – Colorimétrico a 580 nm - com adição de água oxigenada; W&B – Walkley & Black modificado; Grav – Gravimétrico; Elementar – Carbono Elementar.

Os teores de carbono determinados pelos métodos Walkley & Black e Elementar foram bem semelhantes e apresentaram intervalos bem próximos. O método elementar variou de 0,25 a 34,68 g kg⁻¹, enquanto que o método de Walkley & Black apresentou valores entre 0,36 a 34,49 g kg⁻¹. Vale salientar que apesar do método Elementar ser o método de referência ou padrão não é utilizado nas rotinas de análises de solos pelos laboratórios. A sua utilização é mais para dados de pesquisa por se constituir um método caro de determinação.

Os teores de carbono orgânico determinados pelo método colorimétrico foram variáveis entre si e apresentaram intervalos bem inferiores aos métodos de referência (W&B e Elementar) e ao Gravimétrico.

Ocorrendo variação dos teores em função do comprimento de onda (580 x 660 nm) e com adição de água oxigenada. Esses valores foram influenciados pelo solos estudados. No geral, os teores de carbono variaram de 0,70 a 11,87 g kg⁻¹. Vale salientar, que esta ampla faixa determinada permite que se possa utilizar esse método nas análises de rotina.

Os valores de coeficientes de correlação linear entre os métodos testados encontram-se na tabela 3. Todos os coeficientes foram significativos a 1% de probabilidade pelo teste t. Todas as variáveis foram correlacionadas entre si. Os métodos de W&B e Elementar foram bem correlacionados entre si e apresentaram boa correlação com o método colorimétrico. Os maiores valores de correlação foram para a determinação de carbono orgânico com o colorimétrico sem adição de água oxigenada, independente do comprimento de onda utilizado (580 e 660 nm). Nesse caso, fica evidente que a utilização de água oxigenada não melhorou a precisão do método colorimétrico.

Os menores valores de coeficientes de correlação foram encontrados entre o método gravimétrico e os demais métodos testados (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores de coeficientes de correlação linear de Pearson entre os diversos métodos de determinação de carbono orgânico estudados¹

	CO55800 ²	CO6600	CO5801	CO6601	COWB	COELEM	COGRAV
CO5800	-	0,996	0,983	0,992	0,962	0,968	0,898
CO6600	0,996	-	0,983	0,990	0,964	0,973	0,903
CO5801	0,983	0,983	-	0,985	0,945	0,958	0,910
CO6601	0,992	0,990	0,985	-	0,948	0,949	0,924
COWB	0,962	0,964	0,945	0,949	-	0,977	0,889
COELEM	0,968	0,973	0,958	0,949	0,977	-	0,881
COGRAV	0,898	0,903	0,910	0,924	0,889	0,881	-

¹ Todos os coeficientes de correlação linear foram significativos a 1% de probabilidade pelo teste t. ²CO6600 – Colorimétrico a 660 nm - sem adição de água oxigenada; CO5800 – Colorimétrico a 580 nm - sem adição de água oxigenada; CO6601 – Colorimétrico a 660 nm - com adição de água oxigenada; CO5801 – Colorimétrico a 580 nm - com adição de água oxigenada; W&B – Walkley & Black modificado; Grav – Gravimétrico; Elementar – Carbono Elementar.

Na tabela 3 encontram-se as equações de regressão selecionadas para os diversos métodos de determinação de carbono. Com essas equações selecionadas pode-se estimar os valores de carbono orgânico, utilizando o método colorimétrico como análise de rotina em laboratório. Constata-se pelos maiores valores de coeficiente de determinação (R²) que os dois comprimentos de onda (580 e 660 nm) podem ser utilizados na rotina, com uma ligeira superioridade do comprimento 660 nm, sem a utilização de água oxigenada, para estimar os valores de carbono orgânico.

Outros autores também encontraram regressão lineares com altos coeficientes de determinação na comparação do método colorimétrico em função do CNHS-Elementar com R² de 0,852 (SATO et al., 2014), 0,8989 (MACHADO et al., 2003), 0,936 (FRATTINI; KALCKMAN, 1967) e 0,9757 (BARROS, 2016). Esses mesmos autores constaram a mesma situação quando compararam com o método Walkley & Black.

Tabela 3 – Equações de regressão selecionadas para estimativa do carbono orgânico pelos diversos métodos.

Método	Método correlacionado	Modelo	R ²
Elementar	CO580	Y = -4,97 + 3,5041X	0,937
Elementar	CO660	Y = -8,30 + 3,9267X	0,947
Elementar	CO580 – 0.04	Y = -5,07 + 3,5488X	0,917
Elementar	CO660 – 0.04	Y = -8,45 + 3,8451X	0,901
W&B	CO580	Y = -1,62 + 2,8236x	0,925
W&B	CO660	Y = -4,24 + 3,1556x	0,930
W&B	CO580 – 0.04	Y = 1,56 + 2,8389x	0,892
W&B	CO660 – 0.04	Y = -4,55 + 3,1163x	0,900
Gravimétrico	CO580	Y = -11,66 + 5,2392x	0,807
Gravimétrico	CO660	Y = -16,64 + 5,8717x	0,816
Gravimétrico	CO580 – 0.04	Y = -12,67 + 5,4328x	0,828
Gravimétrico	CO660 – 0.04	Y = -18,89 + 6,0318x	0,854

Conclusões:

Todos os métodos de determinação de carbono orgânico apresentaram boa correlação com os métodos padrão de determinação de carbono (Elementar e Walkley & Black modificado).

A utilização de água oxigenada no método colorimétrico, para a determinação de carbono orgânico, não melhorou a precisão do mesmo.

O método colorimétrico, nos comprimentos de onda 660 e 580 nm podem ser utilizados para estimar o carbono orgânico nos solos, em análise de rotina em laboratórios, por utilizar menor quantidade de reagentes,

menos poluente e de fácil utilização.

Referências bibliográficas

- BARROS, D. R. S. **Métodos para determinação do carbono orgânico em solos de Alagoas**. 2016. 45f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.
- VEZZANI, F. M; et al. Matéria orgânica e qualidade do solo. In: In: SANTOS, G DE A SILVA, L. S da; CANELLAS, L. P; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. Ed. rev. e atual. – Porto Alegre: Metrópole, 2008. P. 483 – 493.
- BENACI, V. **Avaliação de métodos de análises para carbono orgânico em amostras de interesses agrônomo**. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo, Campinas, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. Ed. rev. ampl. Brasília; 2009. 627 p.
- CARMO, D. L do; SILVA, C. A. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1211 – 1220, jul-ago, 2012.
- FRATTINI, C. T. A; KALCKMANN, R. E. Correlação entre alguns métodos de determinação de carbono. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 2 p. 259 – 261, 1967.
- MACHADO, P. L. O; CAMPOS, A. C de; SANTOS, F. S dos. Métodos de preparo de amostras de determinação de carbono em solos tropicais. **Embrapa Solos - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Rio de Janeiro, p. 1 – 9, 2003.
- SATO, J. H; et al. Methods of soil organic carbono determination in Brazilian savannah soil. **Scientia Agricola**, Brasília, v. 71, n. 4, p. 302-308, 2014.