

# Aplicação de corretivos orgânicos ao solo: Efeito na dinâmica da matéria orgânica do solo

**A aplicação de corretivos orgânicos, tais como compostados orgânicos, lamas de depuração e efluentes pecuários, em solos agrícolas pode contribuir para o aumento da fertilidade do solo e respetiva produção vegetal. No entanto, a mineralização dos corretivos orgânicos contendo grandes quantidades de matéria orgânica lável, pode também promover a produção de gases de efeito estufa ou induzir processos de imobilização de nutrientes, como, por exemplo, o azoto, após a sua adição no solo. Neste trabalho pretende-se evidenciar a importância do estudo da dinâmica da matéria orgânica dos corretivos orgânicos através da mineralização do carbono, de modo que estes efeitos sejam mais considerados na valorização agrícola.**

Filipe Pedra . INIAV, I.P.



A utilização de corretivos orgânicos na valorização agrícola pode trazer benefícios, tanto a nível ambiental, integrando alguns resíduos numa política de valorização, como do ponto de vista da fertilidade dos solos agrícolas, uma vez que estes materiais são ricos em matéria orgânica e nutrientes, indispensáveis no desenvolvimento das culturas.

No entanto, se a matéria orgânica desses corretivos orgânicos não estiver devidamente estabilizada, poderá não corrigir devidamente a matéria orgânica do solo, uma vez que, após a aplicação ao solo, irão prevalecer os mecanismos de mineralização do carbono, originando elevadas perdas desse elemento para a atmosfera sob a forma de CO<sub>2</sub> (Pedra et al., 2007; Pedra e Castel-Branco, 2018). Para além disso, poderá também promover mecanismos que afetam a disponibilidade do azoto para as culturas, inibindo assim o seu desenvolvimento ou causar efeitos de fitotoxicidade nas culturas (Pedra e Castel-Branco, 2018).

A determinação das taxas de mineralização de corretivos orgânicos através de ensaios de incubação sob condições controladas poderá constituir um processo expedito de previsão do comportamento da fração orgânica quando veiculados ao solo, uma vez que a determinação da quantidade de CO<sub>2</sub> libertada é encarada como um indicador da atividade microbiana e do grau de estabilização do corretivo orgânico adicionado ao solo.

Neste trabalho pretende-se evidenciar a importância do estudo da dinâmica da matéria orgânica dos corretivos orgânicos através da mineralização do carbono, de modo que estes efeitos sejam mais considerados na valorização agrícola.

## Material e métodos

### Solo e corretivos orgânicos

Neste trabalho foi usado um solo de Alpiarça que foi colhido a uma profundidade de 0-20 cm. Os corretivos orgânicos utilizados foram 7 compostados, sendo que 4 deles tinham o processo de compostagem finalizado (compostados A, B, C, D) e 3 ainda não estavam devidamente finalizados (compostados E, F, G).

O solo e os diferentes corretivos orgânicos foram secos ao ar, a uma temperatura constante de 25 °C.

Posteriormente, o solo foi crivado com um peneiro de malha de 2,0 mm e os corretivos orgânicos foram peneirados num crivo de malha de 0,074 mm (Pedra et al., 2007). A matéria orgânica e o azoto total do solo foram determinados a partir de métodos internos do Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, em que na matéria orgânica foi efetuada a digestão com dicromato de sódio e posterior determinação a partir de espectrofotometria UV/Visível e no azoto total foi feita a digestão *Kjeldahl* e posterior destilação. A matéria orgânica e o azoto total dos corretivos orgânicos foram determinados utilizando a EN 13039:2011 e a EN 13654-1:2001, respectivamente.

### Delineamento experimental

Neste ensaio de incubação foram utilizados 9 tratamentos experimentais, em duplicado, usando o solo de Alpiarça e os diferentes corretivos orgânicos, sendo discriminados da seguinte maneira:

- Controlo – Solo sem aplicação de corretivo orgânico;
- Compostado A – Solo com 60 t ha<sup>-1</sup> de compostado A;
- Compostado B – Solo com 60 t ha<sup>-1</sup> de compostado B;
- Compostado C – Solo com 60 t ha<sup>-1</sup> de compostado C;
- Compostado D – Solo com 60 t ha<sup>-1</sup> de compostado D;
- Compostado E – Solo com 60 t ha<sup>-1</sup> de compostado E;
- Compostado F – Solo com 60 t ha<sup>-1</sup> de compostado F;
- Compostado G – Solo com 60 t ha<sup>-1</sup> de compostado G.

### Parte experimental

Em potes com tampas estanques ao gás, foram adicionados 75 g de solo e 1,5 g de corretivo orgânico em todos os tratamentos experimentais. No controlo pesou-se unicamente 75 g de solo. Posteriormente, misturou-se bem o solo com o corretivo orgânico e adicionou-se água destilada até perfazer

75% de capacidade de campo. De seguida, dentro de cada pote colocou-se um frasco com 40 ml de NaOH a 0,1 N e outro com 40 ml de água destilada. Taparam-se os potes com as respetivas tampas, de modo a evitar o risco de fuga de CO<sub>2</sub>, e transferiu-se para uma incubadora a 28 °C.

Após 24 h, retiraram-se os potes da incubadora, trocou-se o NaOH existente por uma nova solução e pesaram-se os potes de modo a verificar se a capacidade de campo se mantinha a 75%. Por fim, os diferentes potes foram novamente colocados na incubadora.

O ensaio de incubação durou 28 dias e durante os primeiros 10 dias as leituras de CO<sub>2</sub> foram efetuadas diariamente, posteriormente passaram a ser feitas de 2 em 2 dias.

Para determinar o CO<sub>2</sub> existente na solução de NaOH retirado nos diferentes potes, adicionou-se 3 ml de BaCl<sub>2</sub> a 20% e foi efetuado uma titulação com HCl a 0,2 N.

### Mineralização de carbono

A quantidade de CO<sub>2</sub> obtido em cada tratamento experimental foi determinada a partir da seguinte equação (Hopkins, 2006):

$$C\text{-CO}_2 = 0,5 \times \left( \left( \frac{V_{\text{NaOH}} \times C_{\text{NaOH}}}{1000} \right) - \left( \frac{V_{\text{HCl}} \times C_{\text{HCl}}}{1000} \right) \right)$$

onde C-CO<sub>2</sub> é a quantidade de CO<sub>2</sub> existente no pote (mol C), V<sub>NaOH</sub> é o volume de NaOH adicionado no pote (ml), C<sub>NaOH</sub> é a concentração do NaOH adicionado no pote (N), V<sub>HCl</sub> é o volume de HCl gasto na titulação (ml) e C<sub>HCl</sub> é a concentração do HCl usado na titulação (N).

As diferentes frações do carbono mineralizado, em todos os tratamentos experimentais, foram estimadas de acordo com a seguinte equação:

$$CMT_i = \frac{C\text{-CO}_2}{C_{\text{tratamento}}} \times 100$$

Onde CMT<sub>i</sub> é o coeficiente de mineralização total obtido no tempo i, C-CO<sub>2</sub> é a quantidade de CO<sub>2</sub>

**QUADRO 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS (MATÉRIA SECA) DOS CORRETIVOS ORGÂNICOS E DO SOLO UTILIZADOS NO ENSAIO DE MINERALIZAÇÃO DO CARBONO**

	Parâmetros			
	Matéria orgânica (%)	Carbono total (%)	Azoto total (%)	Razão C/N
Solo	0,350	0,194	0,0014	138
Compostado A	42,8	23,8	2,01	11,9
Compostado B	34,8	19,3	1,04	18,5
Compostado C	24,6	13,7	0,95	14,4
Compostado D	32,4	18,0	1,63	11,0
Compostado E	22,6	12,6	0,75	16,7
Compostado F	34,8	19,4	0,82	23,6
Compostado G	24,0	13,4	0,83	16,2

libertado no tratamento experimental (mg) e no tempo  $i$ ;  $C_{tratamento}$  é a quantidade de carbono existente em cada tratamento (Dommergues, 1960).

### Análise estatística

Para avaliar a diferença estatística da CMT nos diferentes tratamentos experimentais foi efetuada a análise de variância (ANOVA, ONE-WAY). A comparação das médias, *a posteriori*, foi efetuada com recurso ao teste de Tukey HSD ( $p=0,05$ ). A análise estatística dos dados foi efetuada através do programa Statgraphics Centurion XVII.

## Resultados e discussão

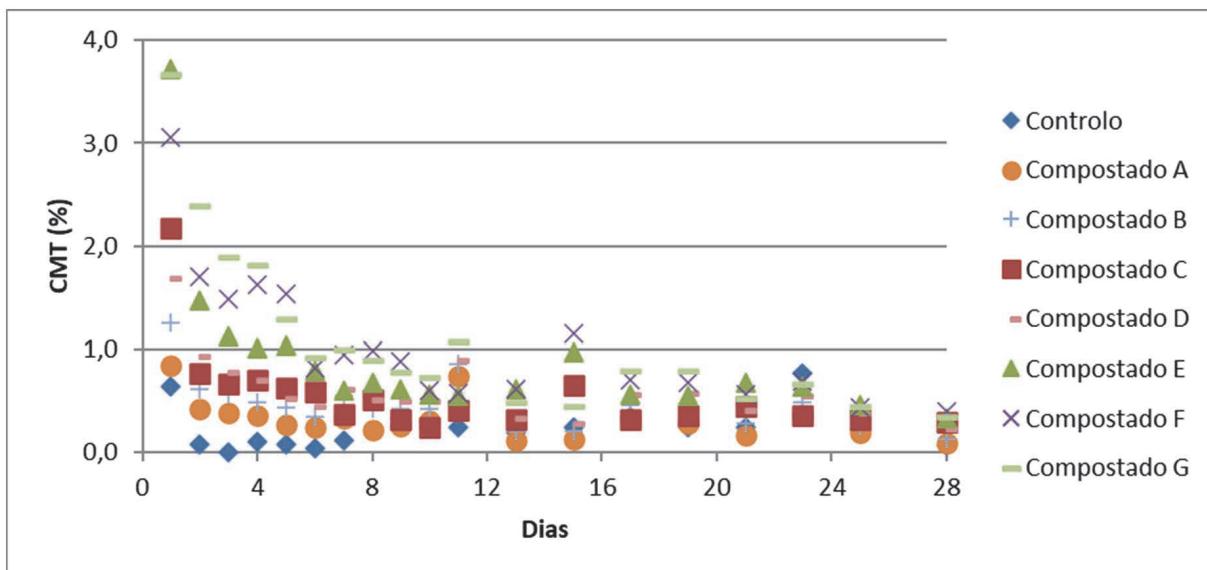
### Caracterização físico-química dos corretivos orgânicos e do solo

O solo apresentou teores muito baixos de matéria orgânica (INIAP, 2005) e azoto total (Bruce e Rayment, 1982) (Quadro 1). Em relação aos corretivos orgânicos utilizados, estes apresentaram teores de matéria orgânica e azoto total consideráveis e a razão C/N variou entre 11,0 e 23,6 (Quadro 1). Segundo Gonçalves (1999), esses valores podem indicar que os compostados B e F, por terem uma razão C/N > 17, poderão ainda não estar devidamente maturados. Por outro lado, Rosen *et al.* (1993) referem que compostados com a razão C/N entre 15 e 20 estão prontos para serem aplicados nos solos agrícolas, indicando assim que o compostado F seria

o único que não estaria maturado o suficiente para ser utilizado. No entanto, é de referir que apesar de a razão C/N ser um dos critérios mais utilizados na avaliação da estabilidade da matéria orgânica dos corretivos orgânicos, por vezes é desajustada na previsão das suas constantes cinéticas (Thuriès *et al.*, 2002) e consequentemente essa avaliação pode ser pouco precisa ou mesmo incorreta.

### Coeficiente de mineralização total

O valor máximo da CMT ocorreu no primeiro dia de incubação, em todos os tratamentos experimentais, e os tratamentos com compostado E e G foram aqueles que mais CMT produziram (Figura 1). Estes resultados indicaram que os tratamentos com compostado E e G foram os que apresentaram maior quantidade de matéria orgânica lável, promovendo assim um maior aumento da carga microbiológica. Após o elevado valor de CMT no início do ensaio, observou-se um decréscimo acentuado em todos os tratamentos, até atingir um valor praticamente constante a partir do décimo dia de ensaio (Figura 1). Esta fase de estabilização, caracterizada por baixos valores de  $\text{CO}_2$ , ocorre devido ao esgotamento das fontes mineralizadoras mais facilmente disponíveis. Sarmah e Bordoloi (1995), ao utilizarem diferentes tipos de matéria orgânica, reportaram que a evolução da taxa de  $\text{CO}_2$  foi também mais elevada durante a primeira semana de



**Figura 1 – Evolução do CMT (%) durante o ensaio de incubação nos diferentes tratamentos experimentais**

incubação. Resultados similares foram encontrados por Thuriès *et al.* (2002) e Naher *et al.* (2004). No final do período de incubação, verificou-se que o CMT médio foi significativamente superior em todos os tratamentos experimentais em comparação com o controlo e que o tratamento com compostado G foi aquele que promoveu o CMT médio mais elevado, seguido pelos tratamentos com compostado F e E, respetivamente (Quadro 2), confirmado que estes foram os corretivos orgânicos que estavam menos maduros. Por outro lado, os resultados do quadro 2 reforçam os resultados

evidenciados na figura 1, no qual se observou que a aplicação de corretivos orgânicos ao solo pode promover o aumento da CMT, principalmente nos primeiros dias de incubação.

## Conclusões

Após 28 dias de incubação, todos os corretivos orgânicos promoveram aumentos na mineralização do carbono, sendo que esses aumentos foram maiores nos corretivos que tinham menor grau de maturação. A determinação das taxas de mineralização através de ensaios de incubação, demonstrou ser um método bastante simples e fiável para avaliar como a matéria orgânica dos corretivos orgânicos evolui, após a aplicação dos corretivos orgânicos ao solo. ☺

**QUADRO 2 – CMT MÉDIO, NOS DIFERENTES TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS, APÓS 28 DIAS DE INCUBAÇÃO**

Tratamento experimental	CMT médio (%)
Controlo	0,250 h
Compostado A	0,320 g
Compostado B	0,464 f
Compostado C	0,551 e
Compostado D	0,603 d
Compostado E	0,894 c
Compostado F	1,03 b
Compostado G	1,10 a

Valores seguidos pela letra diferente diferem significativamente (Teste Tukey HSD,  $p=0,05$ )

## Bibliografia

- Bruce, R.C.; Rayment, G.E. (1982). *Analytical methods and interpretations used by the agricultural chemistry branch for soil and land use surveys*. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, 10 pp.
- Dommergues, Y. (1960). La notion de coefficient de minéralisation du carbone dans les sols. *L'Agronomie tropicale*, 15:54-60.
- EN 13654-1:2001 – *Soil improvers and growing media – Determination of nitrogen – Part 1: Modified Kjeldahl method*.

EN 13039:2011 – *Soil improvers and growing media – Determination of organic matter content and ash.*

Gonçalves, M.S. (1999). *Gestão e tratamento de resíduos sólidos urbanos. Sua valorização para fins agrícolas pelo método de compostagem.* Dissertação de Doutoramento, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. pp. 412.

Hopkins, D.W. (2006). Chapter 45. Carbon Mineralization. In: *Soil Sampling and Methods of Analysis*, Second Edition. Editor: M.R. Carter e E.G. Gregorich. Taylor & Francis Group, LLC. 592-598.

INIAP – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (2005). *Manual de fertilização das culturas.* INIAP – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, 282 pp.

Naher, U.A.; Hashem, M.A.; Uddin, M.K.; Ahmed, M.; Saleque, M.A. (2004). Carbon mineralization and carbon dioxide evolution rate of cow dung and poultry manure along with rice straw and lime under covered condition in the tropical environment. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **7**:155-158.

Pedra, F.; Polo, A.; Ribeiro, A.B.; Domingues, H. (2007). Effects of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, **39**:1375-1382.

Pedra, F.; Castel-Branco, M.I. (2018). Caracterização de lamas de depuração utilizadas na valorização agrícola em Portugal. *Revista Recursos Hídricos*, **39**(2):39-48.

Rosen, C.J.; Halbach, T.R.; Swanson, B.T. (1993). Horticultural uses of municipal solid waste composts. *HortTechnology*, **3**:167-173.

Sarmah, A.C.; Bordoloi, P.K. (1995). Decomposition of organic matter in soils in relation to mineralization of carbon and nutrient availability. *Journal Indian Society Soil Science*, **42**:199-203.

Thuriès, L.; Pansu, M.; Larré-Larrouy, M-C.; Feller, C. (2002). Biochemical composition and mineralization kinetics of organic inputs in a sandy soil. *Soil Biology and Biochemistry*, **34**:239-250.

PUB

# PUBLICIDADE

## 1/2 página