

# Efeitos no solo da aplicação de compostado num olival superintensivo: resíduos orgânicos e carbono oxidável pelo permanganato

## Effects on soil of the application of compost in a super-intensive olive grove: organic residues and permanganate oxidizable carbon

C. Alexandre<sup>1,2,\*</sup>, R. Bajouco<sup>1,2</sup>, J.S. Leal<sup>1</sup>, J. Saragoça<sup>2,3</sup>, A.B. Dias<sup>2,3</sup> e J.O. Peça<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Dept. de Geociências, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal

<sup>2</sup> MED - Mediterranean Institute for Agriculture, Environment and Development, Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Apartado 94, 7006-554 Évora, Portugal

<sup>3</sup> Dept. de Engenharia Rural, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal

(\*E-mail: cal@uevora.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.28562>

### RESUMO

A aplicação ao solo de subprodutos orgânicos compostados é uma medida paradigmática da Economia Circular. Apresentam-se resultados de 2 anos de um ensaio de aplicação de um compostado num olival superintensivo (var. “Cobrançosa”), em Monforte, Portalegre, com o objectivo de avaliar os efeitos a curto prazo nos resíduos orgânicos e na matéria orgânica do solo. O compostado foi produzido com estrume de ovinos e folhas e raminhos da limpeza das azeitonas. Foram aplicadas as dosagens T0 (0 kg m<sup>-2</sup>), T1 (2,5 kg m<sup>-2</sup>) e T2 (5,0 kg m<sup>-2</sup>) em blocos completos casualizados (3 tratamentos, 3 repetições, total de 9 talhões). Determinou-se a massa seca dos resíduos orgânicos (>1 mm) à superfície do solo e o carbono oxidável pelo permanganato de potássio (POX-C) em amostras de solo compostas das camadas 0-5, 5-15 e 15-30 cm. Dois anos após a aplicação (i) a massa de resíduos orgânicos à superfície do solo diminuiu para 1/3 a 1/2 do valor 5 meses após a aplicação, (ii) o POX-C na camada 0-15 cm é superior ao controlo, em especial no T2, o que indicia um aumento da matéria orgânica estável, (iii) os métodos usados permitiram detetar efeitos no solo, a curto prazo, resultantes da aplicação de compostado.

**Palavras-chave:** matéria orgânica do solo, POX-C, indicadores do solo, olivicultura, Alentejo

### ABSTRACT

The application of composted organic by-products to the soil is a paradigmatic practice of the Circular Economy. Results of a 2-year trial of application of compost in a super-intensive olive grove (var. “Cobrançosa”), in Monforte, Portalegre, are presented, aiming to evaluate short-term effects on organic residues and soil organic matter. The compost was produced with sheep manure and leaves and sprigs from cleaning the olives. Application rates T0 (0 kg m<sup>-2</sup>), T1 (2.5 kg m<sup>-2</sup>) and T2 (5.0 kg m<sup>-2</sup>) were tested in complete randomized blocks (3 treatments, 3 replications, total of 9 plots). The dry mass at 65°C of organic residues (>1 mm) on the soil surface and permanganate oxidizable carbon (POX-C) were determined in composite soil samples from layers 0-5, 5-15 and 15-30 cm. Two years after application (i) the mass of organic residues at the soil surface decreased to 1/2 to 1/3 of the value 5 months after application, (ii) POX-C in layer 0-15 cm is still higher than control, especially in T2, which suggests an increase in stable organic matter, (iii) the methods used allowed the detection of short-term effects on soil, resulting from compost application.

**Keywords:** soil organic matter, POX-C, soil indicators, oliviculture, Alentejo

## INTRODUÇÃO

A aplicação ao solo de resíduos orgânicos compostados é um exemplo de medida paradigmática da Economia Circular, integrada no Pacto Ecológico Europeu “Green Deal”. Esta técnica permite não só resolver o problema da acumulação de diversos resíduos orgânicos, como pode, também, contribuir para aumentar o teor de matéria orgânica do solo, sequestrando carbono e melhorando diversas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Apesar do seu interesse para resolver e aproveitar o potencial de resíduos gerados pela crescente capacidade produtiva do sector olivícola nacional, a utilização de compostados em olivais é uma prática ainda pouco disseminada.

Apresentam-se resultados de dois anos de um ensaio de aplicação de um compostado num olival superintensivo, com o objectivo de avaliar se: (1) ocorrem efeitos no solo a curto prazo e, em especial, na matéria orgânica do solo; (2) os métodos adotados permitem detetar alterações no solo resultantes da aplicação de compostados.

Apresentam-se resultados dos resíduos à superfície do solo e do carbono oxidável pelo permanganato de potássio (POX-C) (Weil *et al.*, 2003). O POX-C tem sido considerado um bom indicador precoce de práticas promotoras da acumulação ou da estabilização da matéria orgânica no solo e, portanto, um bom indicador do sequestro de carbono no solo nomeadamente, através da aplicação de compostados (Hurisso *et al.*, 2016).

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho resulta de um ensaio em olival superintensivo (var. “Cobrançosa”), localizado na Herdade de Torre das Figueiras, Monforte, Portalegre (39°04'09.19"N, 7°27'58.69"O).

O solo dominante na área do ensaio é um colúvioso solo de textura mediana (Sb), formado por colúviação de material proveniente, pelo menos parcialmente, de um solo Pcx (Solo Calcário Pardo de xistos ou grauvaques associados a depósitos calcários), que se encontra mais acima na encosta (SROA, 1970). A textura varia entre franco-argilosa,

na parte superior da encosta, a franca, na parte inferior, sem grande contraste até aos 30 cm de profundidade.

Usou-se um delineamento experimental em blocos completos casualizados (3 tratamentos e 3 repetições, num total de 9 talhões - Figura 1). Foram marcadas 3 linhas de árvores (blocos I, II, III) separadas por duas linhas. Em cada bloco foram casualizados 3 talhões, cada um com uma das 3 dosagens (tratamentos) diferentes: T0 (0 kg m<sup>-2</sup>), T1 (2,5 kg m<sup>-2</sup>) e T2 (5 kg m<sup>-2</sup>). Cada talhão tem 20 árvores separadas, entre si, por 6 árvores de bordadura.

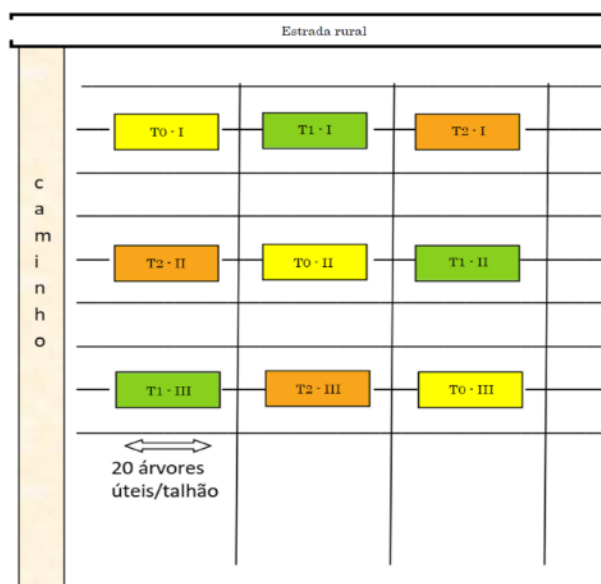
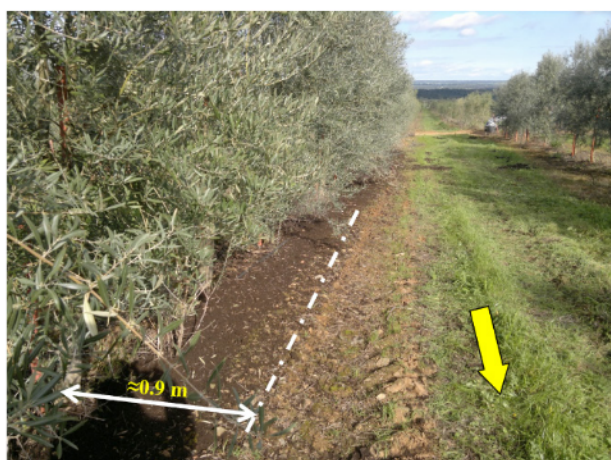


Figura 1 - Esquema do ensaio com a var. “Cobrançosa”.

O compostado foi produzido na própria exploração entre junho e outubro de 2019, a partir de estrume de ovino e das folhas e raminhos da limpeza das azeitonas antes da entrada no lagar. No final, o compostado apresentou 42,4% de humidade, 12,4% C orgânico e razão C/N=11,8 (Peça, 2021). Foi aplicado em fevereiro de 2020 com recurso ao espalhador de estrume Herculano H2RSP, que permitiu a sua distribuição à superfície numa faixa até ~1 m de cada lado da linha (Figura 2).

A amostragem do solo em cada talhão realizou-se por aleatorização das árvores, considerando um quadrado de cerca 0,5x0,5 m em que a árvore é um dos vértices e a recolha das amostras se realiza no vértice oposto. Foram recolhidas quatro amostras



**Figura 2** - Aspetto da aplicação do compostado na linha.

por talhão dos resíduos orgânicos à superfície do solo (36 amostras no total) usando para o efeito um quadrado metálico de 25x25 cm<sup>2</sup> de área. Foi determinada a massa seca a 65°C dos resíduos orgânicos de dimensão >1 mm. Recolheu-se uma amostra composta de solo, por talhão, das camadas 05, 5-15 e 15-30 cm, extraídas com uma sonda manual, de um mínimo de 12 pontos de amostragem por talhão, metade de cada lado da linha. O carbono oxidável pelo permanganato de potássio (POX-C) (Culman *et al.*, 2014) foi determinado (em duas repetições) nestas amostras de solo.

Fizeram-se as seguintes amostragens antes e após a aplicação do compostado, realizada no final de fevereiro de 2020: i) antes (início de 2020); ii) 5 meses após (2020.07) – apenas recolha de resíduos; iii) um ano após (2021.03) e iv) dois anos após (2022.01). Todas as amostragens se realizaram de acordo como os mesmos critérios já apresentados.

Para cada data de amostragem confirmou-se a homoscedasticidade das variâncias pelo teste de Fligner, procedeu-se à análise de variância e, sempre que a hipótese de igualdade das médias teve  $p < 0,05$ , compararam-se as médias pelo teste múltiplo de Tukey. Nas análises estatísticas utilizou-se a linguagem R (R Core Team, 2021).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 apresentam-se os dados da massa de resíduos orgânicos à superfície do solo, em kg/m<sup>2</sup>.

**Quadro 1** - Resíduos orgânicos (> 1 mm) acumulados à superfície do solo (kg m<sup>-2</sup>). Valores com a mesma letra em cada linha (ano.mês de amostragem) não apresentam diferenças estatisticamente significativas

Ano.mês	T0		T1		T2	
	m	s	m	s	m	s
2020.02	0.77a	±0.29	0.54a	±0.23	0.69a	±0.35
2020.07	1.26a	±0.78	3.08b	±1.10	5.80c	±2.71
2021.03	0.97a	±0.43	1.28a	±0.32	3.12b	±1.25
2022.01	1.25a	±0.33	1.50a	±0.93	1.84a	±0.97

Aplicações de compostado (kg m<sup>-2</sup>): T0=0; T1=2,5 e T2=5.

Não se verificaram diferenças entre os tratamentos antes da aplicação do compostado. As diferenças entre os três tratamentos são máximas, e significativas, na monitorização realizada 5 meses após a aplicação do compostado, esbatendo-se a partir daí. Ao fim de 2 anos (2022) as diferenças ainda são evidentes, mas não significativas, em parte devido à elevada variabilidade dos resultados de T1 e T2. A par da mineralização dos materiais orgânicos compostados, outros efeitos podem contribuir para esta tendência, por ex., a redistribuição a partir da faixa junto à linha para a entrelinha. Para tal pode contribuir o escoamento superficial e a circulação de pessoas e máquinas nas diversas práticas agrícolas. Oscilações dos valores em T0 podem resultar de maior desfolha, como na primavera de 2020, em virtude de uma maior ocorrência do “olho de pavão” (comunic. oral).

O Quadro 2 apresenta os resultados do carbono oxidável pelo permanganato de potássio (POX-C) determinado antes da aplicação do compostado, um e dois anos após essa aplicação. Também aqui não se verificam diferenças significativas entre tratamentos na situação inicial (2020.01), em nenhuma das três camadas adotadas.

Ao fim de cerca de um ano após a aplicação do compostado (2020.02) verificam-se diferenças marcadas entre os tratamentos, mas apenas no caso da aplicação máxima (T2) apresentam significado estatístico nas três camadas. Ao fim de dois anos continuam a verificar-se os valores mais altos do POX-C em T2, mas sem significado estatístico no caso da camada mais profunda (15-30 cm). Após um ano, na dosagem simples (T1) e dupla (T2),

**Quadro 2** - Carbono da matéria orgânica oxidável pelo permanganato de potássio (POX-C) (valores em mg kg<sup>-1</sup>). Valores com a mesma letra em cada linha (camada) não apresentam diferenças estatisticamente significativas (em 2020 não há diferenças significativas entre tratamentos)

Camadas (cm)	T0		T1		T2	
	m	s	m	s	m	s
2020.01						
00-05	542.7	±45.9	534.6	±11.4	516.7	±12.6
05-15	410.8	±25.0	407.2	±15.5	431.9	±55.1
15-30	248.1	±21.8	260.1	±29.9	273.5	±15.0
2021.03						
00-05	547.1a	±9.4	663.0a	±84.7	771.1b	±71.0
05-15	379.7a	±10.3	434.8a	±46.7	469.7b	±31.0
15-30	234.4a	±14.4	255.3a	±3.8	286.6b	±18.2
2022.01						
00-05	575.8a	±37.0	659.0a	±50.5	835.6b	±117.0
05-15	414.4a	±31.1	434.5ab	±22.6	492.4b	±38.5
15-30	248.2a	±45.4	253.9a	±37.3	265.2a	±82.4

Aplicações de composto (kg m<sup>-2</sup>): T0=0; T1=2,5 e T2=5.

verificam-se aumentos de POX-C de respectivamente, c. 25% e 50% nos 0-5 cm, 8% e 10% nos 5-15 cm e, apenas em T2, 5% na camada 15-30 cm. Ao fim de 2 anos, apenas na camada 15-30 cm, em T2, se verifica uma redução. São necessários mais anos de monitorização para confirmar a tendência observada, de que o aumento do POX-C no solo,

induzido pelo compostado, não é apenas um efeito de curta duração.

Os resultados obtidos comprovam a utilidade do POXC na deteção de efeitos de práticas agrícolas sobre a matéria orgânica do solo (Lucas & Weil, 2021).

## CONCLUSÕES

Dois anos após a aplicação (i) a massa de resíduos orgânicos à superfície do solo diminuiu para 1/3 a 1/2 do valor medido 5 meses após a aplicação, (ii) o POX-C na camada 0-15 cm é superior ao controlo, em especial no T2 (5 kg/m<sup>2</sup>), indiciando um aumento da matéria orgânica estável, (iii) os métodos usados permitiram detetar efeitos no solo a curto prazo.

## AGRADECIMENTOS

A José Maria Falcão e José Reis pelo apoio na Herdade de Torre das Figueiras e a Patrick L. Donno e Ivo Dias pelo apoio no trabalho de campo. Trabalho do Grupo Operacional PDR2020-101-031763 “Técnicas e Tecnologia para valorização de subprodutos em olivicultura – TECOLIVE”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Culman, S.; Freeman, M. & Snapp, S. (2014) - *Procedure for the Determination of Permanganate Oxidizable Carbon*. Michigan State University. East Lansing, Michigan. USA.
- Hurisso, T.; Culman, S.W.; Horwath, W.R.; Wade, J.; Cass, D.; Beniston, J.W.; Bowles, T.M.; Grandy, A.S.; Franzluebbers, A.J.; Schipanski, M.E.; Lucas, S.T. & Ugarte, C.M. (2016) - Comparison of Permanganate-Oxidizable Carbon and Mineralizable Carbon for Assessment of Organic Matter Stabilization and Mineralization. *Soil Science Society of America Journal*, vol. 80, n. 5, p. 1352–1366. <https://doi.org/10.2136/sssaj2016.04.0106>
- Lucas, S. & Weil, R. (2021) - Can permanganate oxidizable carbon predict soil function responses to soil organic matter management? *Soil Science Society of America Journal*, vol. 85, n. 5, p. 1768–1784. <https://doi.org/10.1002/saj2.20282>
- Peça, J.O. (2021) - *TECOLIVE. Técnicas e tecnologia para a valorização de subprodutos em olivicultura*. Relatório de progresso, Janeiro de 2019 a Março de 2021. Universidade de Évora.
- R Core Team (2021) - *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SROA (1970) - *Carta dos Solos de Portugal (Esc. 1:50.000)*. 6ª Ed., Vol. I: *Classificação e caracterização morfológica dos solos*. Secretaria de Estado da Agricultura. Lisboa, 162 p.
- Weil, R.R.; Islam, K.R.; Stine, M.A.; Gruver, J.B. & Samson-Liebig, S.E. (2003) - Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture*, vol. 18, p. 3–17. <https://doi.org/10.1079/AJAA20028>