

LETTERS

Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply

Sébastien Fontaine¹, Sébastien Barot², Pierre Barré³, Nadia Bdioui¹, Bruno Mary⁴ & Cornelia Rumpel³

Discentes: André Espinoza e Daniel Nigro



Distribuição de C no ambiente

Atmosfera P_g
730 - 

Vegetação 470-655

Solo (0-30cm) ~800

Solo (1m) 1500-2000

Valores em Gt de C (1Gt = 10^9 t = 1 Pg)

- Reserva de C orgânico do solo (SOC) nas profundidades até 3 m são maiores do que as da biomassa e CO₂ atmosférico juntos
- O tempo de residência médio do SOC aumenta com a profundidade
- O objetivo desse trabalho foi determinar quais fatores influenciam na estabilidade do C em profundidade

Local e análises

- Local: França
- Solo: Cambissolo
- Uso do solo: pastagem
- Uso anterior: floresta de castanheiras
- Coletas de amostras de 0-20 cm e 60-80 cm
- Datação por C14
- Composição química do C orgânico do solo



Propriedades das camadas

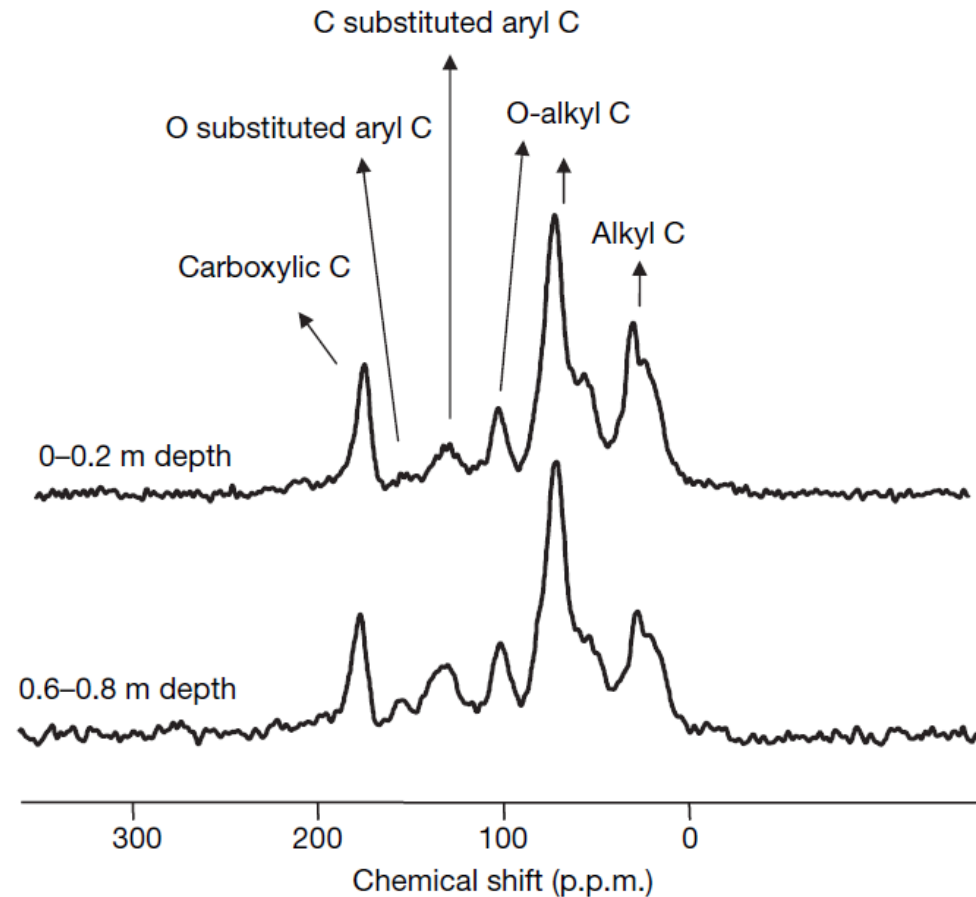
Table 1 | Properties of the two soil layers

Property	Layer depth 0–0.2 m	Layer depth 0.6–0.8 m
pH	6.1 ± 0.1	6.7 ± 0
Clay (%)	27 ± 1	34 ± 1
Clay minerals*	70 ± 2	65 ± 1
Kaolinite	25 ± 1	26 ± 2
HIV	5 ± 1	9 ± 1
Illite		
Oxides	27 ± 0.1	36 ± 0.1
Fe (g kg ⁻¹)	6.5 ± 0.2	7.6 ± 0.0
Al (g kg ⁻¹)		
SOC content (g C kg ⁻¹)	32 ± 1	23.3 ± 0.5
SOC bound to minerals (% of total)	50 ± 0.5	58 ± 1
SOC δ ¹³ C (‰)	-27.4 ± 0.4	-25.9 ± 0.4
SOC ¹⁴ C content (MC%)	100.2 ± 0.4	77.9 ± 0.3
SOC ¹⁴ C-age (yr BP)	Modern	2,007 ± 31
SOC MRT (yr)	320 ± 27	2,560 ± 74
Root (g C kg ⁻¹)	3.9 ± 0.5	0.008 ± 0.002
Root production of fresh litter† (g C kg ⁻¹ yr ⁻¹)	4.3 ± 0.6	0.009 ± 0.002
POM content (>200 μm; g C kg ⁻¹)	1.8 ± 0.7	0.016 ± 0.05
POM ¹⁴ C content (MC%)	ND	109 ± 2.8
POM MRT (yr)	ND	6.4 ± 4.1‡
Microbial biomass (mg C kg ⁻¹)	853 ± 11	193 ± 22

- Conteúdo de C org diminui com a profundidade
- Camada superior = C jovem
- Camada inferior = C antigo

- Esses resultados indicam que a decomposição do COS reduz drasticamente com a profundidade

Estrutura química dos compostos orgânicos



- Não há diferença significativa nas estruturas químicas do COS nas camadas estudadas, descartando assim sua influencia na estabilidade do COS nas camadas profundas

Figure 1 | ^{13}C CPMAS NMR spectra of soil carbon for the two soil layers.

The chemical shift regions 0–45 p.p.m., 45–110 p.p.m., 110–140 p.p.m., 140–160 p.p.m. and 160–220 p.p.m. were referred to respectively as alkyl C, O-alkyl C, C substituted aryl C, O substituted aryl C and carboxylic C.

Ligação com os minerais do Solo

Table 1 | Properties of the two soil layers

Property	Layer depth 0–0.2 m	Layer depth 0.6–0.8 m
pH	6.1 ± 0.1	6.7 ± 0
Clay (%)	27 ± 1	34 ± 1
Clay minerals*	70 ± 2	65 ± 1
Kaolinite	25 ± 1	26 ± 2
HIV	5 ± 1	9 ± 1
Illite		
Oxides	27 ± 0.1	36 ± 0.1
Fe (g kg ⁻¹)	6.5 ± 0.2	7.6 ± 0.0
Al (g kg ⁻¹)		
SOC content (g C kg ⁻¹)	32 ± 1	23.3 ± 0.5
SOC bound to minerals (% of total)	50 ± 0.5	58 ± 1
SOC δ ¹³ C (‰)	-27.4 ± 0.4	-25.9 ± 0.4
SOC ¹⁴ C content (MC%)	100.2 ± 0.4	77.9 ± 0.3
SOC ¹⁴ C-age (yr BP)	Modern	2,007 ± 31
SOC MRT (yr)	320 ± 27	2,560 ± 74
Root (g C kg ⁻¹)	3.9 ± 0.5	0.008 ± 0.002
Root production of fresh litter† (g C kg ⁻¹ yr ⁻¹)	4.3 ± 0.6	0.009 ± 0.002
POM content (>200 μm; g C kg ⁻¹)	1.8 ± 0.7	0.016 ± 0.05
POM ¹⁴ C content (MC%)	ND	109 ± 2.8
POM MRT (yr)	ND	6.4 ± 4.1‡
Microbial biomass (mg C kg ⁻¹)	853 ± 11	193 ± 22

- Ligação com minerais no solo aumenta pouco com a profundidade;
- Para justificar o aumento da estabilidade em profundidade pela fixação aos minerais, os complexos organo-minerais em profundidade deveriam ser ao menos 10 vezes mais estáveis que na superfície;
- Mineralogia da argila não se altera significativamente com a profundidade;
- Há aumento em profundidade dos óxidos de Fe e Al, mas não na grandeza estipulada pelo modelo (10X);
- Portanto, a fixação do COS aos minerais do solo, por si, não é responsável pela estabilidade.

Atividade microbiana em profundidade / suprimento de carbono

Table 1 | Properties of the two soil layers

Property	Layer depth 0–0.2 m	Layer depth 0.6–0.8 m
pH	6.1 ± 0.1	6.7 ± 0
Clay (%)	27 ± 1	34 ± 1
Clay minerals*	70 ± 2	65 ± 1
Kaolinite	25 ± 1	26 ± 2
HIV	5 ± 1	9 ± 1
Illite		
Oxides	27 ± 0.1	36 ± 0.1
Fe (g kg ⁻¹)	6.5 ± 0.2	7.6 ± 0.0
Al (g kg ⁻¹)		
SOC content (g C kg ⁻¹)	32 ± 1	23.3 ± 0.5
SOC bound to minerals (% of total)	50 ± 0.5	58 ± 1
SOC δ ¹³ C (‰)	-27.4 ± 0.4	-25.9 ± 0.4
SOC ¹⁴ C content (MC%)	100.2 ± 0.4	77.9 ± 0.3
SOC ¹⁴ C-age (yr BP)	Modern	2,007 ± 31
SOC MRT (yr)	320 ± 27	2,560 ± 74
Root (g C kg ⁻¹)	3.9 ± 0.5	0.008 ± 0.002
Root production of fresh litter† (g C kg ⁻¹ yr ⁻¹)	4.3 ± 0.6	0.009 ± 0.002
POM content (>200 μm; g C kg ⁻¹)	1.8 ± 0.7	0.016 ± 0.05
POM ¹⁴ C content (MC%)	ND	109 ± 2.8
POM MRT (yr)	ND	6.4 ± 4.1‡
Microbial biomass (mg C kg ⁻¹)	853 ± 11	193 ± 22

- Foi determinado o Tempo de Residência Média (MRT) da Matéria Orgânica Particulada (POM) para verificar se há condições para atividade microbiana em profundidade;
- Confirmou-se que há condições, pois pode-se contrastar essa informação com o conteúdo de COS na camada profunda;

Atividade microbiana em profundidade / suprimento de carbono

Table 1 | Properties of the two soil layers

Property	Layer depth 0–0.2 m	Layer depth 0.6–0.8 m
pH	6.1 ± 0.1	6.7 ± 0
Clay (%)	27 ± 1	34 ± 1
Clay minerals*	70 ± 2	65 ± 1
Kaolinite	25 ± 1	26 ± 2
HIV	5 ± 1	9 ± 1
Illite		
Oxides	27 ± 0.1	36 ± 0.1
Fe (g kg ⁻¹)	6.5 ± 0.2	7.6 ± 0.0
Al (g kg ⁻¹)		
SOC content (g C kg ⁻¹)	32 ± 1	23.3 ± 0.5
SOC bound to minerals (% of total)	50 ± 0.5	58 ± 1
SOC δ ¹³ C (‰)	-27.4 ± 0.4	-25.9 ± 0.4
SOC ¹⁴ C content (MC%)	100.2 ± 0.4	77.9 ± 0.3
SOC ¹⁴ C-age (yr BP)	Modern	2,007 ± 31
SOC MRT (yr)	320 ± 27	2,560 ± 74
Root (g C kg ⁻¹)	3.9 ± 0.5	0.008 ± 0.002
Root production of fresh litter† (g C kg ⁻¹ yr ⁻¹)	4.3 ± 0.6	0.009 ± 0.002
POM content (>200 μm; g C kg ⁻¹)	1.8 ± 0.7	0.016 ± 0.05
POM ¹⁴ C content (MC%)	ND	109 ± 2.8
POM MRT (yr)	ND	6.4 ± 4.1‡
Microbial biomass (mg C kg ⁻¹)	853 ± 11	193 ± 22

- Propõe-se que a atividade de decomposição estaria ligada à disponibilidade de carbono fresco como fonte de energia para os microrganismos;
- Em profundidade, de acordo com essa teoria, a energia proveniente de compostos recalcitrantes não é suficiente para manter a atividade microbiana, e a decomposição do COS é reduzida;
- Como na superfície há constante reposição de carbono fresco, a atividade microbiana é sustentada e a decomposição acelerada;

Atividade microbiana em profundidade / suprimento de carbono

- Ao se fornecer celulose ao solo incubado da camada profunda, observou-se o aumento na atividade microbiana e consequentemente na decomposição do COS;
- Todavia, ao se interromper o fornecimento de carbono fresco (celulose), a atividade microbiana decai novamente;
- Concluiu-se que para o solo estudado nesse experimento, a estabilidade do COS na camada profunda está diretamente ligado com o acesso dos microrganismos à uma fonte de C fresco;
- Isto posto, mudanças no uso da terra em superfície, como desmatamento, preparo profundo do solo, erosão e outros, podem contribuir para que o suprimento de carbono fresco da superfície atinja as camadas mais profundas do solo e ativem a degradação do COS nessa profundidade pelos microrganismos.