

A aplicação de composto é uma medida de gestão sustentável do solo? Resultados de um ensaio experimental num olival em sebe.

Alexandre, C.^{1,3*}, Bajouco, R.^{1,3}, Leal J.S.¹, Saragoça, J.^{2,3}, Dias, A.B.^{2,3} e Peça, J.O.^{2,3}

¹ Dept. de Geociências, Universidade de Évora, apartado 94, 7002-554 Évora, *cal@uevora.pt

² Dept. de Engenharia Rural, Universidade de Évora, apartado 94, 7002-554 Évora,

³ MED – Mediterranean Institute for Agriculture, Environment and Development, Universidade de Évora

Tópicos

1. Gestão Sustentável do Solo (GSS)
2. Compostagem: benefícios e riscos
3. Ensaio de campo (2 anos): materiais e métodos
4. Efeitos em propriedades físicas do solo
5. Efeitos em propriedades químicas do solo
6. Notas finais

1. Gestão Sustentável do Solo (GSS):

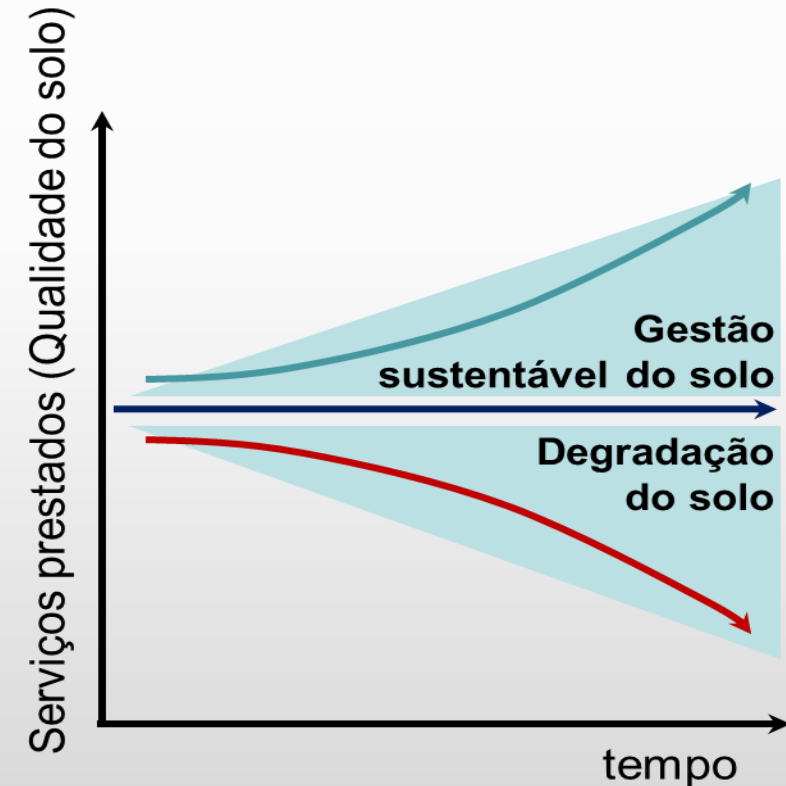
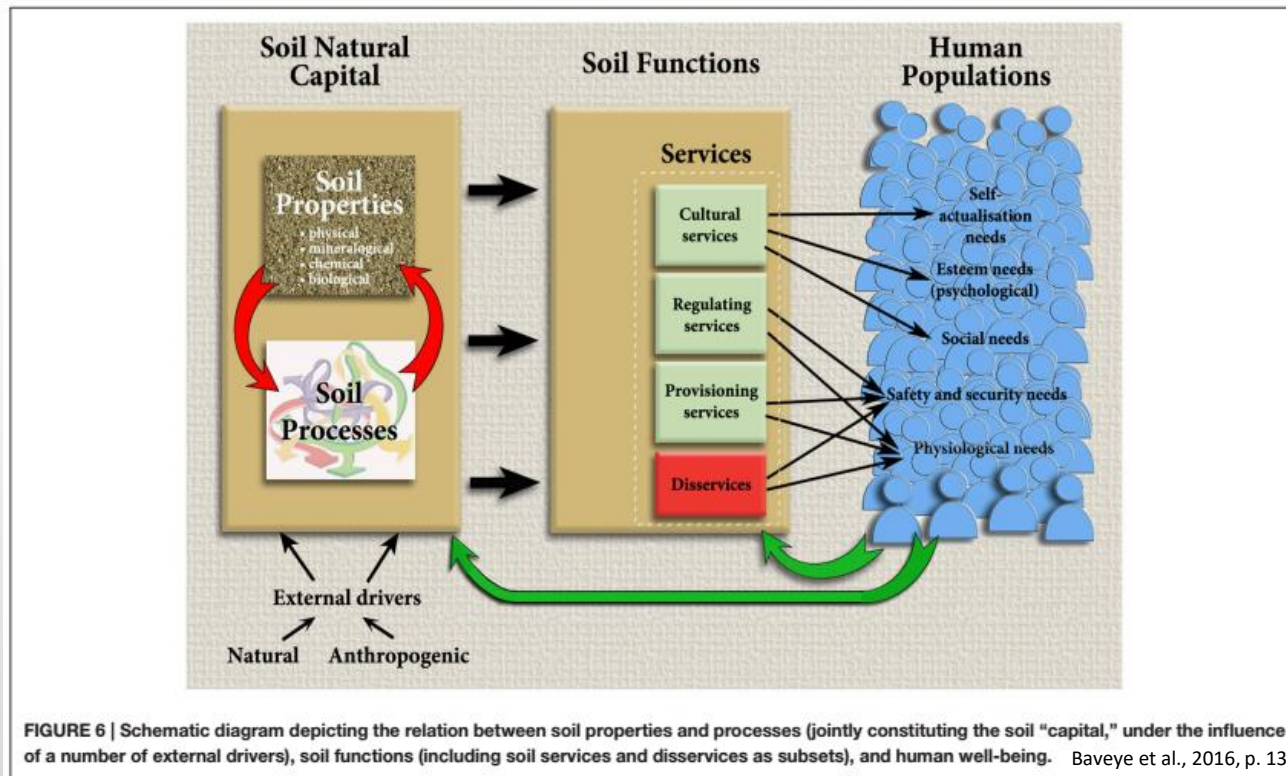
- Implica, pela Carta Mundial do Solo (FAO, 2015):
 - **Princípio 5.** “A gestão do solo é sustentável se os serviços de *aprovisionamento, regulação, suporte e culturais* prestados pelo solo forem mantidos ou melhorados, sem perda significativa das funções do solo que permitem esses serviços ou a biodiversidade. (...)”
- Ou, dito de outro modo, implica, manter e, se possível, melhorar a:
 - **Qualidade do solo:** “a capacidade do solo para assegurar a *produtividade biológica*, manter a *qualidade ambiental* e promover a *saúde de plantas e animais*”.¹
 - **Saúde do solo**, conforme definida pela Missão Solo: “a capacidade duradoura do solo para suportar os serviços dos ecossistemas”, avaliada através de um conjunto de indicadores mensuráveis.²

¹ SSSA. 2008. Glossary of Soil Science Terms.

² European Commission. 2022. Europe Missions: A Soil Deal for Europe.

Solo exerce funções que respondem a necessidades das sociedades
 → serviços dos ecossistemas (e desserviços)

- A GSS tem de manter, ou melhorar, as funções do solo de que dependem os serviços dos ecossistemas.



Compostagem e efeitos sobre as principais ameaças aos solos

Ameaças ao solo	CCE, 2006	FAO & ITPS, 2015 e FAO, 2017	Compostagem
Erosão (pela água e vento)	X	X	
Deslizamento de terras	X	-	
Compactação	X	X	
Encharcamento	-	X	
Perda de matéria orgânica	X	X	
Perda de biodiversidade	X	X	
Desequilíbrios nutricionais	-	X	
Acidificação	-	X	
Salinização	X	X	
Sodização	-	X	
Contaminação	X	X	
Selagem ou impermeabilização	X	X	

CCE, 2006 - <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0231&from=PT>

FAO & ITPS, 2015 - www.fao.org/3/a-i5126e.pdf

FAO, 2017 - <http://www.fao.org/3/a-bl813e.pdf>

2. Compostagem: benefícios e riscos

- A aplicação ao solo de resíduos orgânicos compostados é um bom exemplo de medida paradigmática da Economia Circular, integrada no “Green Deal”.
- Compostagem, benefícios:
 - contribui para resolver o **problema do excesso de resíduos orgânicos**
 - **umenta o teor de matéria orgânica do solo (MO) e o sequestro de C**
 - o sequestro de C contribui para **mitigar as alterações climáticas**
 - melhora **propriedades físicas (ex.: agregação), químicas (ex.: MO, N, P, ...) e biológicas do solo (ex.: biodiversidade do solo)**
 - pode **reduzir o uso de fertilizantes**, se integrado em planos de fertilização de culturas
 - **impactos positivos sobre a economia e o ambiente** das explorações.
- Compostagem, riscos:
 - constituintes usados podem ter **compostos tóxicos** (ex.: metais pesados).

3. Ensaio de campo (2 anos): materiais e métodos

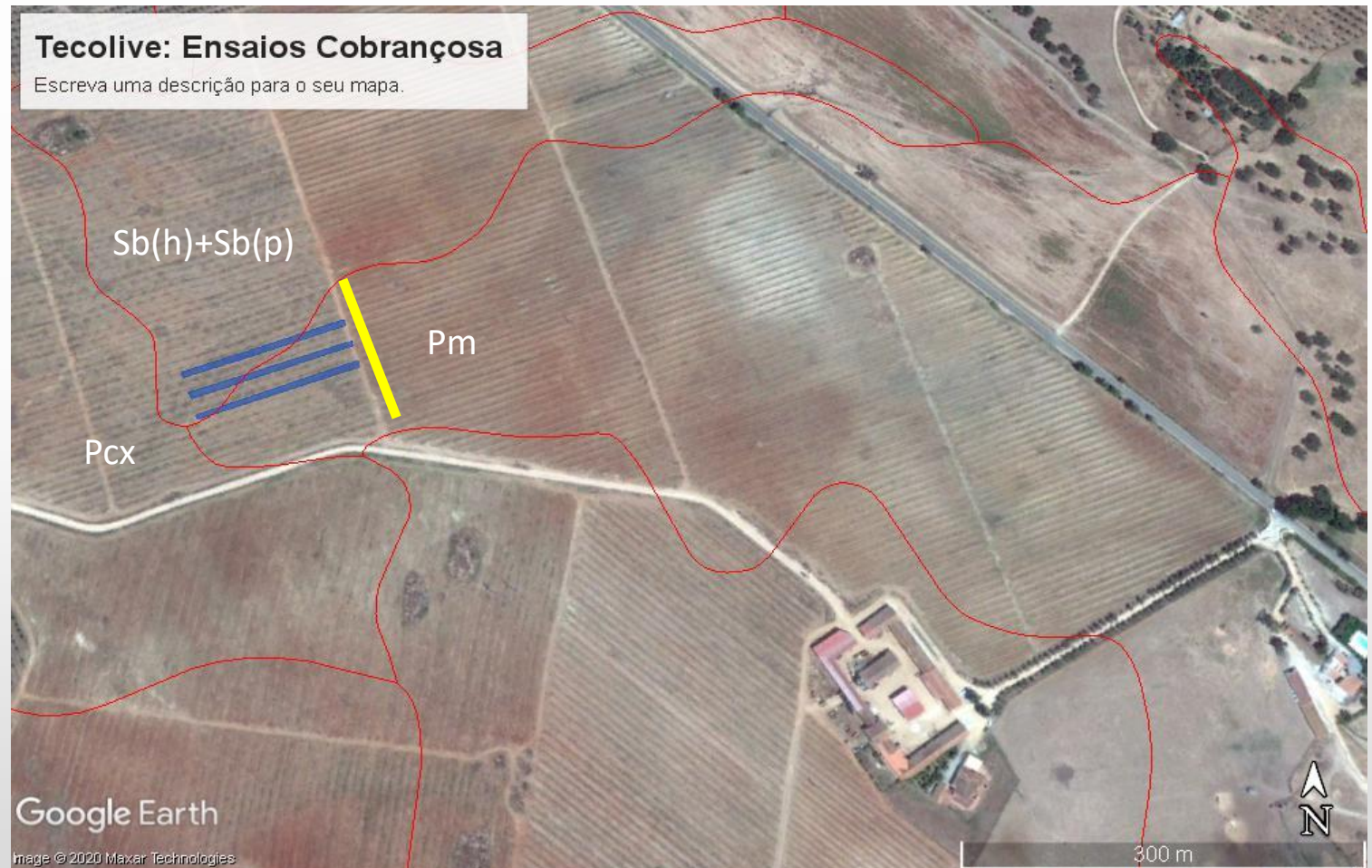


Local da área experimental e solos cartografados

Área dos ensaios com “Cobrançosa” (3 linhas a azul) e

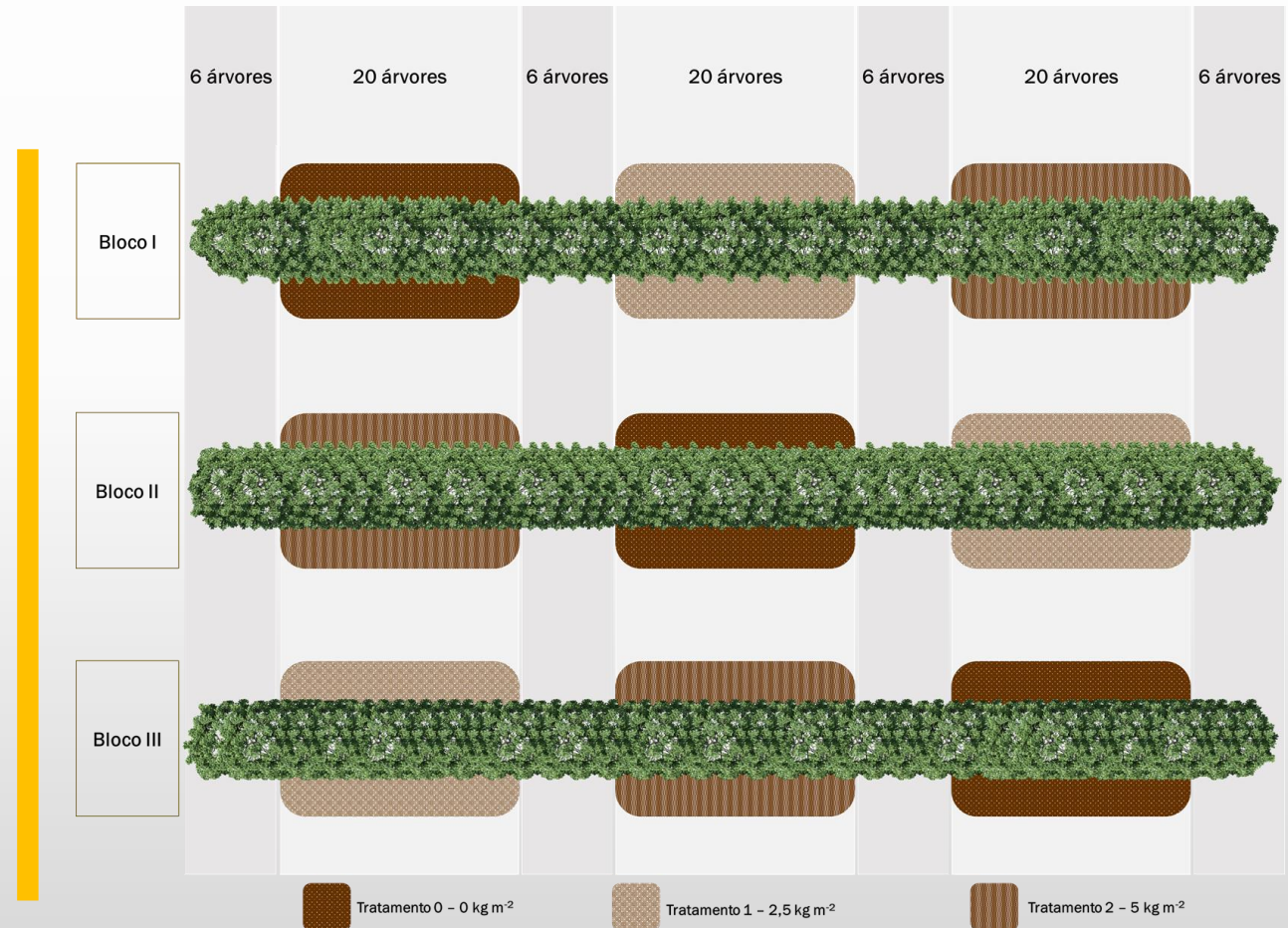
Unidades de solos em que se insere (SROA, 1968, 1970):

- Sb(h)+Sb(p)
- Pm
- Pcx (cimo da encosta)



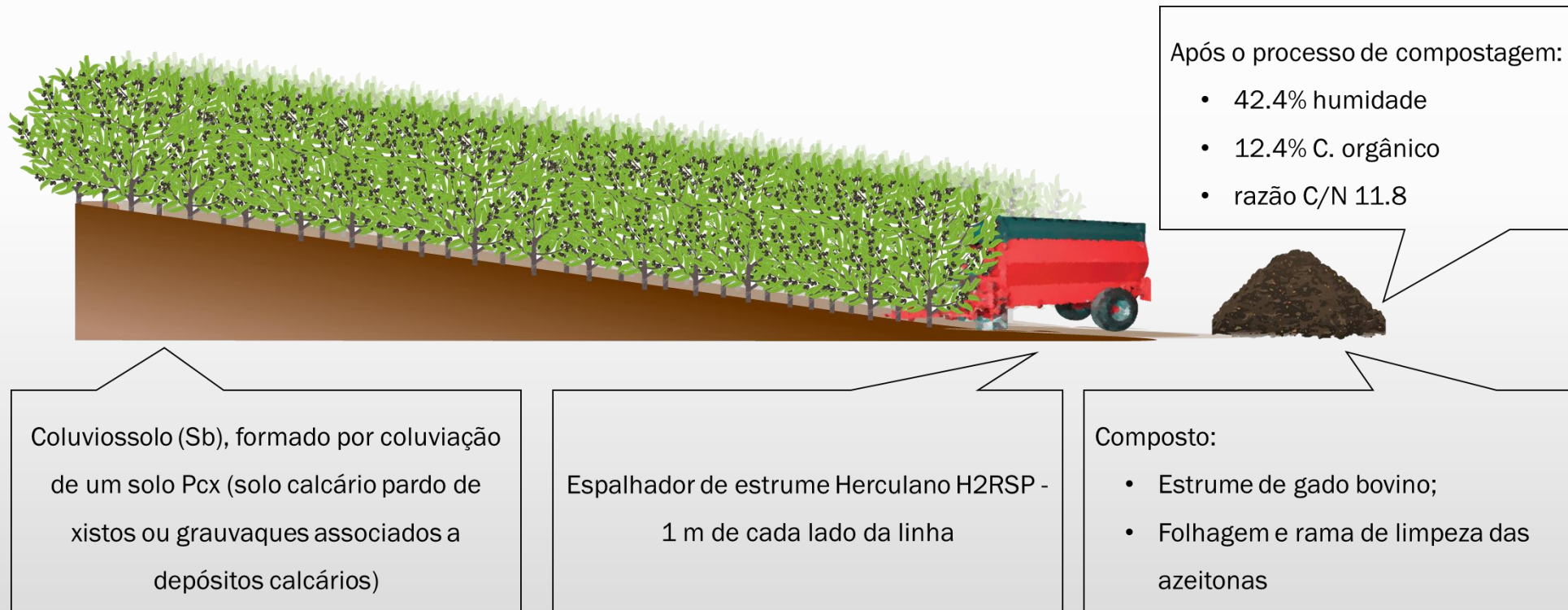
Delimitação experimental

- Esquema do delineamento experimental em blocos completamente casualizados: 3 tratamentos x 3 repetições = 9 talhões.



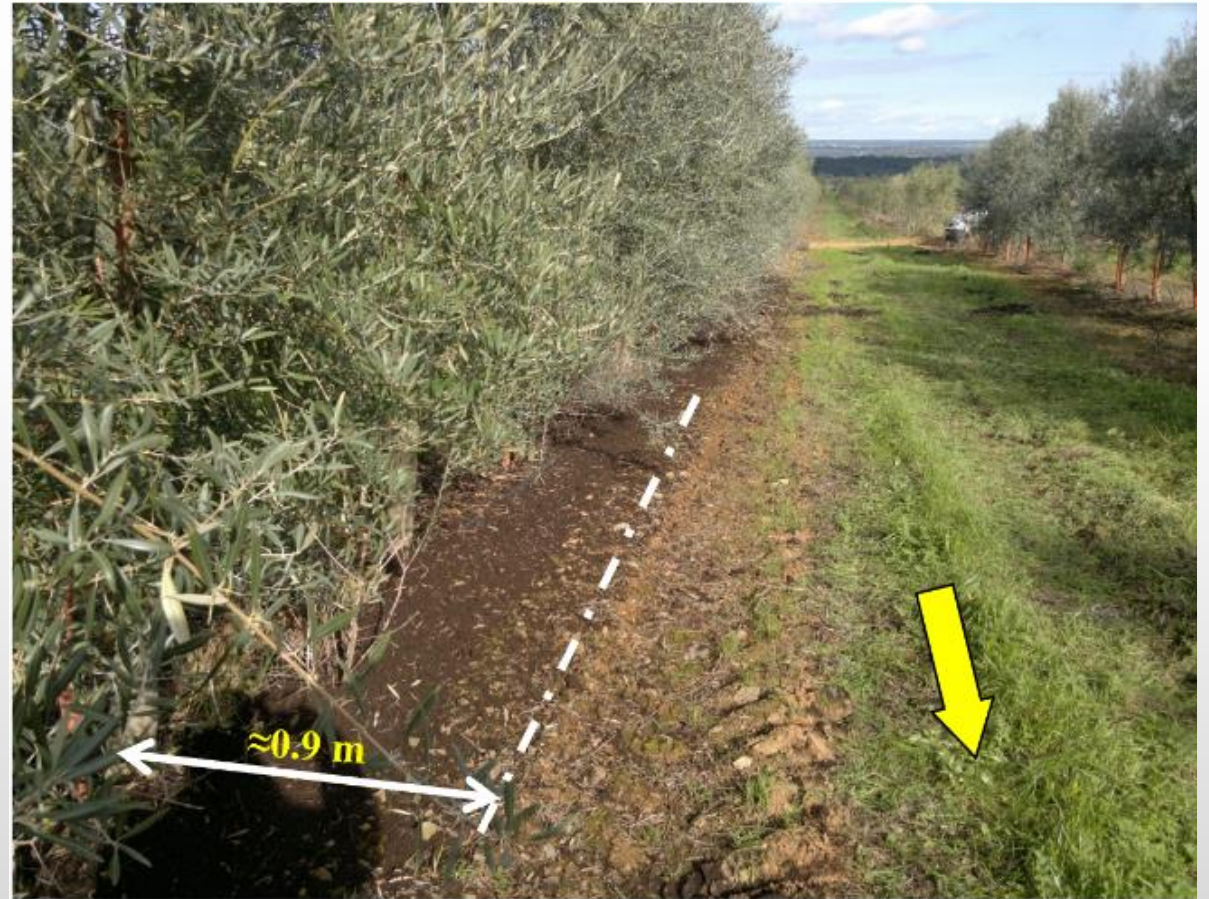
Compostado e sua aplicação ao solo

Algumas características do compostado e esquema da sua aplicação ao solo

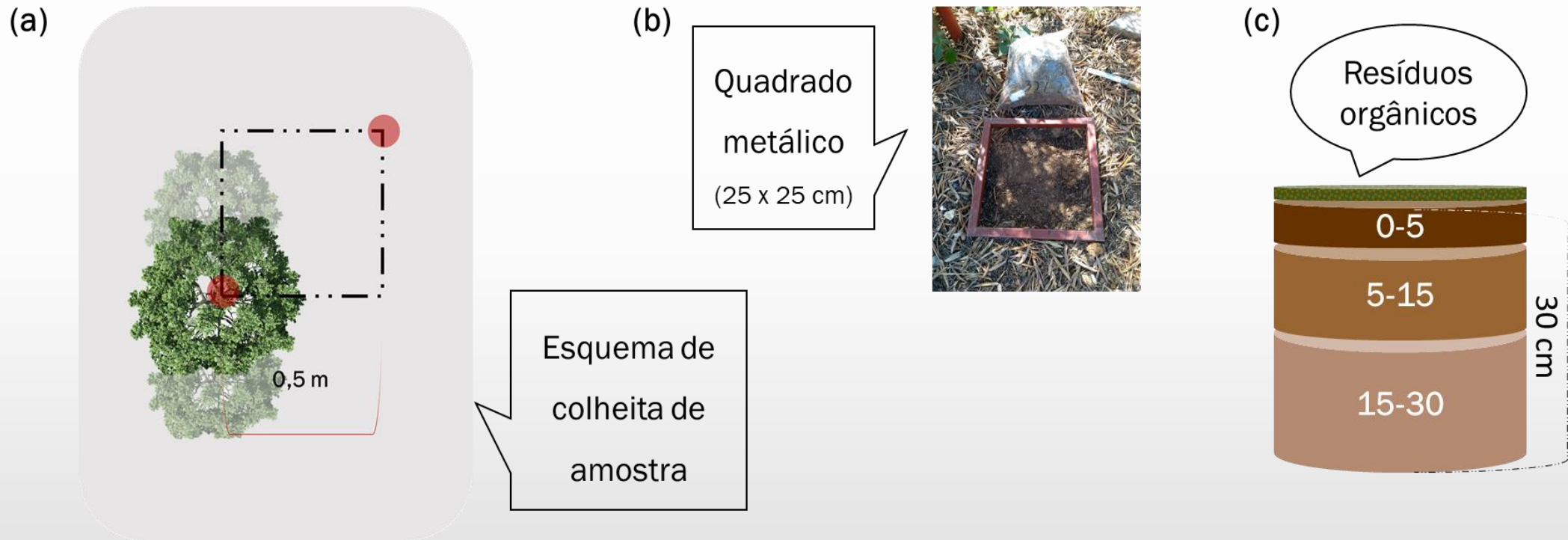


Compostado e sua aplicação ao solo

Aspetto da linha e da entrelinha após a aplicação do compostado:
concentra-se numa faixa com ≈ 1 m de cada lado da linha.



Aspetos da amostragem de solo (na linha)



(a) Esquema de amostragem do solo em cada talhão (0,5x0,5 m);

(b) Colheita dos resíduos orgânicos superficiais;

(c) camadas recolhidas.

Amostragens realizadas

- Amostragens antes e após a aplicação do compostado, no final de fevereiro de 2020:
 1. antes da aplicação (início de 2020);
 2. 5 meses após a aplicação (2020.07) – apenas recolha de resíduos;
 3. após um ano (2021.03);
 4. após dois anos (2022.01).

Amostragem e propriedades do solo analisadas

Propriedades	Tipo de amostra	Pts./parc.**	Amostras/parc.	Camadas	Parc.*	Total	Observações
Resíduos (massa)	Simples	-	4 (2 2)	superfície	9	4x9 = 36	Um indicador
Massa volúmica e Ks	Simples (anel)	-	4 (2 2)	0-5 cm	9	4x9 = 36	Dois indicadores
Massa volúmica	Simples (cilindro)	-	1	0-5 cm 5-15 cm 15-30 cm	9	9+9+9 = 27	Caracterização do solo do ensaio
Agregação	Composta (caixa)	4 (2 2)	3	0-5 cm	9	3x9 = 27	Dois indicadores
Químicas (e textura)	Composta (perturbada)	12 (6 6)	1	0-5 cm 5-15 cm 15-30 cm	9	9+9+9 = 27	Vários indicadores

* L – a cerca de 50 cm da linha (na perpendicular) e 50 a 75 cm da oliveira mais próxima.
** Pontos de amostragem por parcela, em que (n|n) indica o número de colheitas de cada lado da linha.

Parâmetros analíticos

N	Propriedades do solo usadas como indicadores	Camadas (cm)			
		Sup.	0-5	5-15	15-30
1	resíduos orgânicos à superfície do solo (manta morta)	X			
2	massa volúmica aparente (e porosidade total)		X		
3	condutividade hidráulica saturada (ks) na camada 0-5 cm		X		
4, 5	distribuição da agregação e estabilidade dos agregados (1-2 mm)		X		
6	carbono orgânico do solo (SOC)		X	X	X
7	carbono da matéria orgânica particulada (POM-C)		X	X	X
8	carbono oxidável pelo permanganato de potássio (POX-C)		X	X	X
10, 11	pH do solo, em água e KCl ($pH_{(H_2O)}$ e $pH_{(KCl)}$)		X	X	X
12, 13	macronutrientes (P_2O_5 e K_2O)		X	X	X
14-17	micronutrientes (Fe, Mn, Cu e Zn)		X	X	X

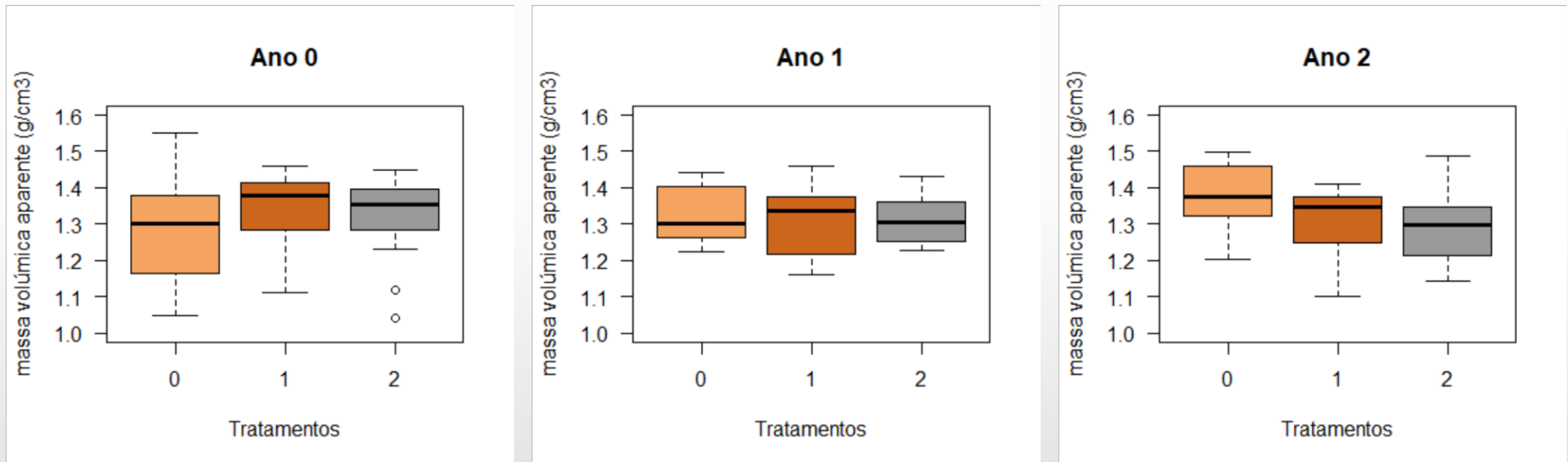
Layer (cm)	Rock fragments (> 2 mm)						Texture classes**		
	T0		T1		T2		T0	T1	T2
	m	s	m	s	m	s			
00-05	118.2	31.7	116.2	31.1	120.0	41.3	Clay loam	Loam	Clay loam
05-15	125.7	36.9	88.0	44.6	109.7	16.6	Loam	Loam	Clay loam
15-30	104.7	28.0	81.0	20.8	88.3	26.9	Loam	Clay loam	Clay loam

Resíduos orgânicos (> 1 mm) à superfície do solo (kg m⁻²)

Sampling date	T0		T1		T2	
	m*	s*	m	s	m	s
02.2020	0.77	0.29	0.54	0.23	0.69	0.35
07.2020	1.26a	0.78	3.08a	1.10	6.57b	3.72
03.2021	0.97a	0.43	1.28a	0.32	3.12b	1.25
01.2022	1.25	0.33	1.50	0.93	1.84	0.97

Massa volúmica aparente do solo (camada 0-5 cm).

Tratamentos: 0, 1 (2,5 kg/m²) e 2 (5,0 kg/m²).

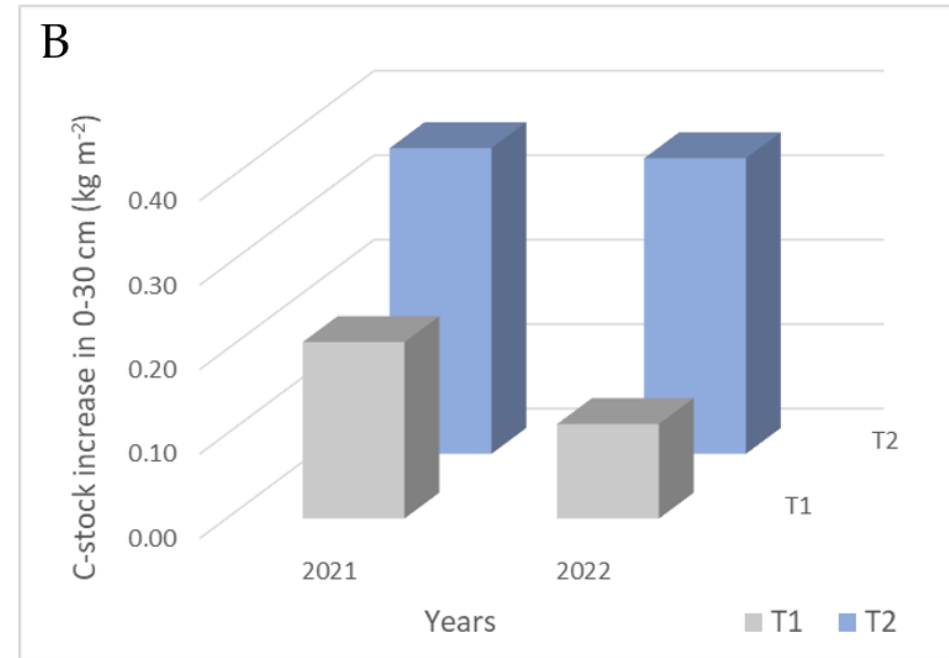
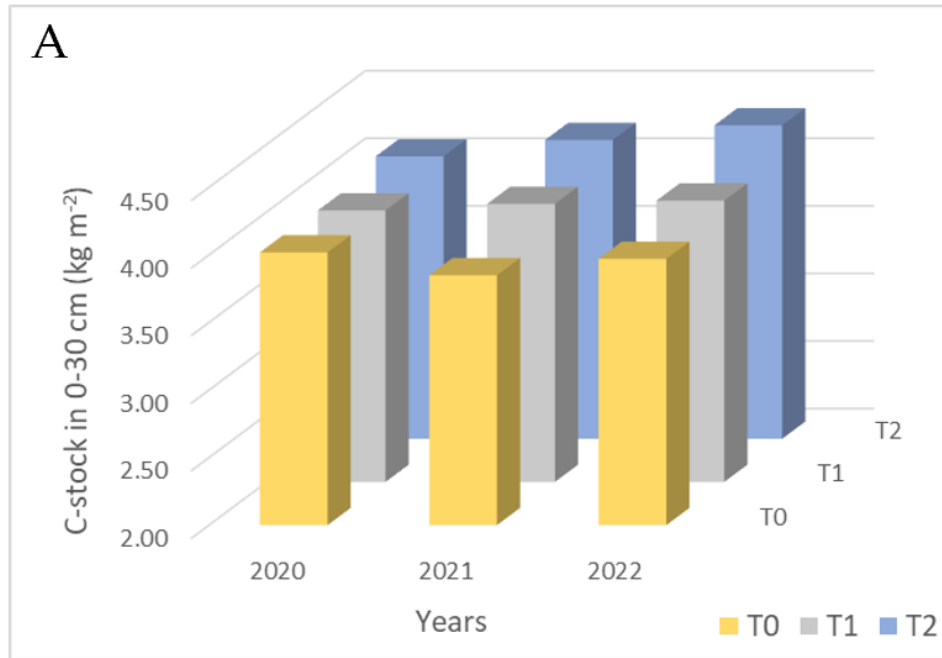


- Ao fim de 2 anos, a massa volúmica aparente do solo (0-5 cm) é menor em T2 (significativamente) e em T1 (quase significativa/).

SOC e C-stock

Layer (cm)	SOC (g kg ⁻¹)						C-stock (kg m ⁻²)					
	T0		T1		T2		T0		T1		T2	
	m*	s*	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
2020												
00-05	17.0a'	1.1	16.3a	1.0	14.5a'	0.8	0.977	0.080	0.970	0.136	0.851	0.059
05-15	12.1	1.6	12.3	0.2	12.9	0.7	1.423	0.191	1.439	0.025	1.517	0.078
15-30	8.8	1.7	8.7	0.2	9.4	1.0	1.618	0.305	1.600	0.028	1.722	0.191
2021												
00-05	15.5	0.7	16.7	0.8	17.3	2.1	0.913	0.020	0.985	0.054	0.999	0.149
05-15	11.4	1.2	12.4	0.7	13.2	0.6	1.342	0.142	1.455	0.082	1.545	0.065
15-30	8.7	1.1	8.8	0.3	9.1	0.1	1.594	0.198	1.618	0.046	1.667	0.019
2022												
00-05	15.7a'	0.7	17.1a	1.0	18.2a'	1.6	0.960	0.048	1.003	0.064	1.054	0.167
05-15	11.6a	1.3	12.5ab	0.4	13.7b	0.5	1.361a	0.153	1.467a	0.047	1.611b	0.059
15-30	9.0	1.1	8.8	0.7	8.8	0.3	1.649	0.208	1.612	0.120	1.655	0.059

C-stock total (0-30 cm) e incremento do composto



- C do composto: T1~0,23 e T2 ~0,66 kg m⁻²;
- **2021**: T1=0.21 e T2=0.36 kg m⁻²; **2022**: T1=0.11 e T2=0.35 kg m⁻²
- No final do ano 2, ambos T1 e T2 dão **~50% de incorporação de C no solo.**

N total e C/N

Layer (cm)	N (g kg ⁻¹)						C/N					
	T0		T1		T2		T0		T1		T2	
	m*	s*	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
	2021											
00-05	1.1a	0.1	2.4b	0.3	2.8b	0.5	13.7a	0.4	7.2b	1.4	6.3b	1.2
05-15	0.9	0.2	1.2	0.3	1.4	0.4	12.8	1.1	11.0	2.7	10.0	2.2
15-30	0.7	0.0	0.7	0.2	0.8	0.1	12.4	1.5	12.8	3.7	11.9	1.0

C da matéria orgânica (MO) particulada e C da MO oxidável pelo permanganato

Layer (cm)	POM-C (g kg ⁻¹)						POX-C (mg kg ⁻¹)					
	T0		T1		T2		T0		T1		T2	
	m*	s*	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
2020												
00-05	4.85	0.98	5.86	1.00	5.40	1.01	543	46	535	11	517	13
05-15	3.09	0.65	3.57	0.71	4.11	0.53	411	25	407	16	432	55
15-30	1.70	0.34	1.69	0.51	1.90	0.13	248	22	260	30	274	15
2021												
00-05	5.78a	0.33	9.33b	2.21	12.14b	1.39	547a	9	663a	85	771b	71
05-15	3.51a	0.86	5.14b	0.36	5.26b	0.53	380a	10	435a	47	470b	31
15-30	2.07	0.94	3.62	2.11	3.11	0.50	234a	14	255ab'	4	287b'	18
2022												
00-05	4.73	0.85	9.38	4.92	11.68	7.94	576a	37	659ab'	50	836b'	117
05-15	3.36	0.80	4.42	1.18	4.55	0.76	414a'	31	434a	23	492a'	38
15-30	2.46	1.51	3.47	2.00	1.81	0.15	248	45	254	37	265	82

Fósforo e potássio extraíveis

Layer (cm)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)						K ₂ O (mg kg ⁻¹)					
	T0		T1		T2		T0		T1		T2	
	m*	s*	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
2020												
00-05	160.7	47.3	163.0	24.9	123.4	45.2	390	114	407	78	363	58
05-15	103.3	24.6	105.8	4.3	83.4	25.9	330	89	310	40	287	12
15-30	40.0	8.7	46.5	7.4	35.5	8.7	227	56	230	44	207	12
2021												
00-05	185.7a	70.2	395.3b	52.3	550.7c	28.7	532	154	508	179	700	21
05-15	115.3a'	42.3	188.7a	32.9	223.0a'	71.0	296	122	338	71	321	120
15-30	48.7	16.2	73.0	9.8	87.7	38.7	193	44	226	36	180	16
2022												
00-05	227.3a	66.5	373.7b	45.6	434.3b	60.2	311	156	355	110	343	115
05-15	105.7	26.5	153.0	30.8	142.3	22.7	158	58	191	52	209	31
15-30	33.0	14.1	32.3	8.1	32.3	5.5	133	37	135	46	126	17

Cobre e zinco

Layer (cm)	Cu (mg kg ⁻¹)						Zn (mg kg ⁻¹)					
	T0		T1		T2		T0		T1		T2	
	m*	s*	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
2021												
00-05	47.0	8.3	56.8	13.6	57.7	8.3	5.6a	5.2	44.2b'	9.5	58.3b'	3.8
05-15	29.0	6.5	39.5	14.3	30.8	5.7	1.8	0.4	14.4	13.5	20.7	18.9
15-30	13.5	1.4	14.9	3.3	13.6	5.0	1.3a	0.1	4.3b	1.0	5.2b	0.5
2022												
00-05	47.0a'	6.0	58.3a	8.5	63.7a'	7.6	2.7a	0.6	17.0b	4.0	27.0b	8.2
05-15	28.3a'	6.7	40.0a'	3.0	33.0a	3.5	1.7a	0.6	2.7ab	0.6	4.0b	1.0
15-30	6.3a	1.2	9.7ab	2.1	14.7b	4.7	1.0	0.0	1.3	0.6	1.7	0.6

Compostagem e efeitos sobre as principais ameaças aos solos

Ameaças ao solo	CCE, 2006	FAO & ITPS, 2015 e FAO, 2017	Compostagem
Erosão (pela água e vento)	X	X	
Deslizamento de terras	X	-	-
Compactação	X	X	
Encharcamento	-	X	
Perda de matéria orgânica	X	X	
Perda de biodiversidade	X	X	
Desequilíbrios nutricionais	-	X	
Acidificação	-	X	
Salinização	X	X	
Sodização	-	X	
Contaminação	X	X	
Selagem ou impermeabilização	X	X	-

CCE, 2006 - <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0231&from=PT>

FAO & ITPS, 2015 - www.fao.org/3/a-i5126e.pdf

FAO, 2017 - <http://www.fao.org/3/a-bl813e.pdf>

6. NOTAS FINAIS

1. Principalmente o aumento do SOC e do C-stock, do N total, do POX-C e do fósforo, contribuem para melhorar a qualidade do solo.
2. A contribuição do fósforo se integrada num plano de fertilização da cultura pode ter efeitos económicos e ambientais ainda mais positivos.
3. O aumento do Zn, em especial ao fim do 1º ano, deve ser acompanhado mas, tendo-se verificado uma grande redução no final do 2º ano, não parece ser um efeito de grande preocupação.
4. Deste modo, podemos associar a aplicação do composto estudado a uma prática que contribui para a gestão sustentável do solo.

Agradecimentos

- A José Maria Falcão e José Reis pelo apoio na Herdade de Torre das Figueiras.
- A Patrick L. Donno, Ivo Dias e Custódio Alves pelo apoio em trabalhos de campo.
- Trabalho do Grupo Operacional PDR2020-101-031763 “Técnicas e Tecnologia para valorização de subprodutos em olivicultura – TECOLIVE”.

Obrigado!