

Importancia de la materia orgánica en el suelo

**Prácticas agroecológicas mediterráneas de adaptación al cambio climático
Llíria, 26 enero 2018**

Rodolfo Canet Castelló

Coordinador del Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible (CDAS-IVIA)

E-mail: canet_rod@gva.es

<http://www.ivia.gva.es/centro-de-desarrollo-de-agricultura-sostenible>

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

Suelo, materia orgánica y agricultura

- Una de las grandes particularidades de la agricultura ecológica es el reconocimiento de la importancia del suelo como eje central del agrosistema.
- El suelo no es un soporte inerte para el crecimiento de las plantas: es esencial para la nutrición y el crecimiento saludable de las mismas.
- La materia orgánica es un componente esencial del suelo, si no el de mayor importancia.
- Está en la base de su estructura física, de su capacidad de mantener agua, aire y nutrientes a disposición de las plantas y del mantenimiento de la vida que facilita la liberación de nutrientes, estimula el crecimiento vegetal y dificulta la proliferación de microorganismos patógenos.
- No toda la materia orgánica es igual ni evoluciona del mismo modo.
- La materia orgánica no sólo es importante para el medio ambiente; también es esencial para el agricultor, ecológico o convencional.

Dos ejemplos iniciales

	Ensayo de hortícolas (5 años)		Ensayo de cítricos (7 años)		
Tratamiento	Testigo	Compost (24 t/ha·año)	Testigo	Estiércol (12 t/ha·año)	Compost (12 t/ha·año)
pH	8,17	8,15	8,15	8,23	8,30
Conductividad (dS/m)	1,46	2,14	3,79	2,98	2,33
CIC (meq/100 g)	11,0	12,1	9,16	9,33	9,92
M. orgánica (%)	1,31	2,34	1,39	1,67	1,72
N orgánico (%)	0,083	0,154	0,081	0,097	0,100
P asimilable (mg/kg)	48	70	81	60	77
K intercambiable (mg/kg)	0,60	0,79	0,45	0,47	0,40
Rendimiento	-1% los dos primeros años, +10% los tres siguientes		Estiércol: +8% Compost (12 t/ha): +2,5% Compost (24 t/ha): +11%		

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

Dos ejemplos iniciales

	Ensayo de hortalizas (5 años)		Ensayo de cítricos (7 años)		
Tratamiento	Testigo	Compost (24 t/ha·año)	Testigo	Estiércol (12 t/ha·año)	Compost (12 t/ha·año)
pH	8,17	8,15	8,15	8,23	8,30
Conductividad (dS/m)	1,46	2,14	3,79	2,98	2,33
CIC (meq/100 g)	11,0	12,1	9,16	9,33	9,92
M. orgánica (%)	1,31	2,34	1,39	1,67	1,72
N orgánico (%)	0,083	0,154	0,081	0,097	0,100
P asimilable (mg/kg)	48	70	81	60	77
K intercambiable (mg/kg)	0,60	0,79	0,45	0,47	0,40
Rendimiento	-1% los dos primeros años, +10% los tres siguientes		Estiércol: +8% Compost (12 t/ha): +2,5% Compost (24 t/ha): +11%		

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

Dos ejemplos iniciales

	Ensayo de hortalizas (5 años)		Ensayo de cítricos (7 años)		
Tratamiento	Testigo	Compost (24 t/ha·año)	Testigo	Estiércol (12 t/ha·año)	Compost (12 t/ha·año)
pH	8,17	8,15	8,15	8,23	8,30
Conductividad (dS/m)	1,46	2,14	3,79	2,98	2,33
CIC (meq/100 g)	11,0	12,1	9,16	9,33	9,92
M. orgánica (%)	1,31	2,34	1,39	1,67	1,72
N orgánico (%)	0,083	0,154	0,081	0,097	0,100
P asimilable (mg/kg)	48	70	81	60	77
K intercambiable (mg/kg)	0,60	0,79	0,45	0,47	0,40
Rendimiento	-1% los dos primeros años, +10% los tres siguientes		Estiércol: +8% Compost (12 t/ha): +2,5% Compost (24 t/ha): +11%		

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

	Ensayo de hortícolas (5 años)	
Tratamiento	Testigo	Compost (24 t/ha·año)
pH	8,17	8,15
Conductividad (dS/m)	1,46	2,14
CIC (meq/100 g)	11,0	12,1
M. orgánica (%)	1,31	2,34
N orgánico (%)	0,083	0,154
P asimilable (mg/kg)	48	70
K intercambiable (mg/kg)	0,60	0,79
Rendimiento	-1% los dos primeros años, +10% los tres siguientes	

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

	Ensayo de hortícolas (5 años)	
Tratamiento	Testigo	Compost (24 t/ha·año)
pH	8,17	8,15
Conductividad (dS/m)	1,46	2,14
CIC (meq/100 g)	11,0	13,1
M. orgánica (%)	1,31	2,34
N orgánico (%)	0,083	0,154
P asimilable (mg/kg)	48	70
K intercambiable (mg/kg)	0,60	0,79
Rendimiento	-1% los dos primeros años, +10% los tres siguientes	

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

	Ensayo de hortícolas (5 años)	
Tratamiento	Testigo	Compost (24 t/ha·año)
pH	8,17	8,15
Conductividad (dS/m)	1,46	2,14
CIC (meq/100 g)	11,0	12,1
M. orgánica (%)	1,31	2,34
N orgánico (%)	0,083	0,154
P asimilable (mg/kg)	48	70
K intercambiable (mg/kg)	0,60	0,79
Rendimiento	-1% los dos primeros años, +10% los tres siguientes	

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

Material	Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g)
Materia orgánica	100-300
Vermiculita	100-150
Alófano	100-150
Montmorillonita	60-100
Clorita	20-40
Ilita	20-40
Caolinita	2-16
Óxidos e hidróxidos	0

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

	Ensayo de hortícolas (5 años)	
Tratamiento	Testigo	Compost (24 t/ha·año)
pH	8,17	8,15
Conductividad (dS/m)	1,46	2,14
CIC (meq/100 g)	11,0	12,1
M. orgánica (%)	1,31	2,34
N orgánico (%)	0,083	0,154
P asimilable (mg/kg)	48	70
K intercambiable (mg/kg)	0,60	0,79
Rendimiento	-1% los dos primeros años, +10% los tres siguientes	

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

Dos ejemplos iniciales

	Ensayo de hortícolas (5 años)		Ensayo de cítricos (7 años)		
Tratamiento	Testigo	Compost (24 t/ha·año)	Testigo	Estiércol (12 t/ha·año)	Compost (12 t/ha·año)
pH	8,17	8,15	8,15	8,23	8,30
Conductividad (dS/m)	1,46	2,14	3,79	2,98	2,33
CIC (meq/100 g)	11,0	12,1	9,16	9,33	9,92
M. orgánica (%)	1,31	2,34	1,39	1,67	1,72
N orgánico (%)	0,083	0,154	0,081	0,097	0,100
P asimilable (mg/kg)	48	70	81	60	77
K intercambiable (mg/kg)	0,60	0,79	0,45	0,47	0,40
Rendimiento	-1% los dos primeros años, +10% los tres siguientes		Estiércol: +8% Compost (12 t/ha): +2,5% Compost (24 t/ha): +11%		

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

	Ensayo de cítricos (7 años)		
Tratamiento	Testigo	Estiércol (12 t/ha·año)	Compost (12 t/ha·año)
pH	8,15	8,23	8,30
Conductividad (dS/m)	3,79	2,98	2,33
CIC (meq/100 g)	9,16	9,33	9,92
M. orgánica (%)	1,39	1,67	1,72
N orgánico (%)	0,081	0,097	0,100
P asimilable (mg/kg)	81	60	77
K intercambiable (mg/kg)	0,45	0,47	0,40
Rendimiento	Estiércol: +8% Compost (12 t/ha): +2,5% Compost (24 t/ha): +11%		

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

	Ensayo de cítricos (7 años)		
Tratamiento	Testigo	Estiércol (12 t/ha·año)	Compost (12 t/ha·año)
pH	8,15	8,23	8,30
Conductividad (dS/m)	3,79	2,98	2,33
CIC (meq/100 g)	9,16	9,33	9,92
M. orgánica (%)	1,39	1,67	1,72
N orgánico (%)	0,081	0,097	0,100
P asimilable (mg/kg)	81	60	77
K intercambiable (mg/kg)	0,45	0,47	0,40
Rendimiento	Estiércol: +8% Compost (12 t/ha): +2,5% Compost (24 t/ha): +11%		

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

	Ensayo de cítricos (7 años)		
Tratamiento	Testigo	Estiércol (12 t/ha·año)	Compost (12 t/ha·año)
pH	8,15	8,23	8,30
Conductividad (dS/m)	3,79	2,98	2,33
CIC (meq/100 g)	9,16	9,33	9,92
M. orgánica (%)	1,39	1,67	1,72
N orgánico (%)	0,081	0,097	0,100
P asimilable (mg/kg)	81	60	77
K intercambiable (mg/kg)	0,45	0,47	0,40
Rendimiento	Estiércol: +8% Compost (12 t/ha): +2,5% Compost (24 t/ha): +11%		

Datos extraídos de diversos trabajos de F. Pomares, R. Canet, R. Albiach y cols.

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

	Contenido de humedad (%)	Tasa básica de infiltración ($\times 10^{-5}$ m/s)	Densidad aparente (kg/m^3)	Estabilidad de los agregados (%)
Ecológico 1 (cubierta)	16,2	6,7	1.290	38,5
Ecológico 1 (abono verde)	14,2	4,6	1.285	32,1
Ecológico 2 (cubierta)	13,3	3,9	1.185	46,7
Ecológico 2 (abono verde)	10,4	5,2	1.250	36,8
Convencional	9,9	2,7	1.410	25,4

Ingelmo et al. 1996. Características macromorfológicas e hidrofísicas de un huerto de cítricos con cultivo ecológico y cubierta herbácea temporal. Agricultura ecológica y desarrollo rural. SEAE

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

	Contenido de humedad (%)	Tasa básica de infiltración ($\times 10^{-5}$ m/s)	Densidad aparente (kg/m^3)	Estabilidad de los agregados (%)
Ecológico 1 (cubierta)	16,2	6,7	1.290	38,5
Ecológico 1 (abono verde)	14,2	4,6	1.285	32,1
Ecológico 2 (cubierta)	13,3	3,9	1.185	46,7
Ecológico 2 (abono verde)	10,4	5,2	1.250	36,8
Convencional	9,9	2,7	1.410	25,4

Ingelmo et al. 1996. Características macromorfológicas e hidrofísicas de un huerto de cítricos con cultivo ecológico y cubierta herbácea temporal. Agricultura ecológica y desarrollo rural. SEAE

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?

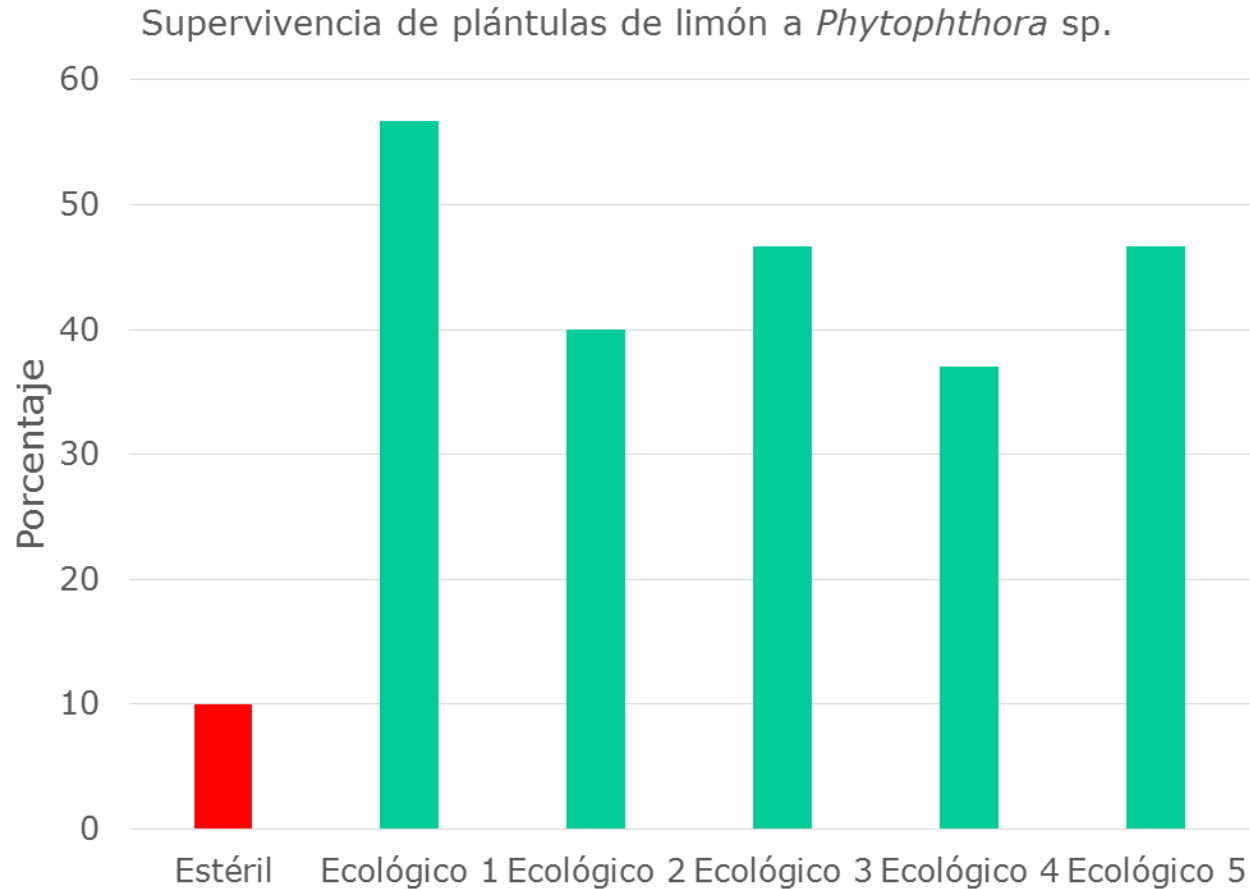
	Convencional		Ecológica	
	Rango	Media	Rango	Media
Carbohidratos (mg/g)	1,14-4,60	3,28	2,42-6,83	4,90
Gomas microbianas (mg/g)	0,04-0,38	0,20	0,08-0,98	0,43
Estructura de los agregados (%)	36,7-71,2	52,4	44,4-75,0	60,1

Albiach et al. 1999. Structure, organic components and biological activity in citrus soils under organic and conventional management. *Agrochimica*, 43:235-242.

¿Qué nos puede explicar el aumento de rendimiento?



Otros aspectos de importancia: actividad biológica



Fuente: Pérez et al. 1996. Modificación del estado sanitario de un suelo en reconversión a cultivo ecológico por aplicación de materia orgánica. VI Jornadas de la REC, Sevilla.

Otros aspectos de importancia: actividad biológica

	Convencional		Ecológica	
	Rango	Media	Rango	Media
Materia orgánica (%)	0,61-2,64	1,77	1,58-3,83	2,82
Materia humificada (%)	0,22-0,84	0,55	0,47-1,05	0,78
Ácidos húmicos (%)	0,02-0,43	0,26	0,10-0,55	0,36
Actividad deshidrogenasa ($\mu\text{g TPF/g}\cdot\text{h}$)	0,5 - 5,3	2,8	2,1 - 9,6	5,0
Actividad fosfatasa alcalina ($\mu\text{g PNF/g}\cdot\text{h}$)	80 - 400	220	110 - 440	310
Actividad fosfodiesterasa ($\mu\text{g PNF/g}\cdot\text{h}$)	17 - 99	57	50 - 130	86
Actividad ureasa ($\mu\text{g NH}_4^+/\text{g}\cdot\text{h}$)	8 - 117	43	17 - 160	74
Actividad arilsulfatasa ($\mu\text{g TPF/g}\cdot\text{h}$)	9 - 71	38	29 - 127	72
Biomasa microbiana ($\mu\text{g C/g}$)	63 - 476	176	106 - 570	323

Albiach et al. 1999. Structure, organic components and biological activity in citrus soils under organic and conventional management. *Agrochimica*, 43:235-242.

Finalmente: secuestro de carbono en el suelo

- La estabilización de materia orgánica en los suelos supone un **secuestro de carbono**, mitigando así las emisiones globales de la sociedad.
- Las cantidades de carbono inmovilizadas en el suelo de una explotación dependen de su superficie, su contenido en **materia orgánica**, su pedregosidad y la profundidad considerada, que debe ser la afectada por la actividad.
- En una tonelada de materia orgánica estable hay unos 580 kg de carbono, equivalentes a 2,13 t de CO₂
- Para una profundidad de 25 cm, una densidad del suelo de 1,5 t/m³ y una pedregosidad despreciable, cada hectárea de suelo secuestra **79,8 t de CO₂** por cada 1% de materia orgánica que contiene
- Como los contenidos son deficitarios en España, el **potencial** de este mecanismo de secuestro es enorme, y la Agricultura Ecológica es una gran herramienta para lograr este aumento.



Resumiendo: suelos ecológicos y cambio climático

- Un suelo ecológico presenta una amplia serie de **beneficios** relacionados con el papel de la agricultura en la lucha contra el cambio climático:
 - ✓ No hay emisiones derivadas de la fabricación de fertilizantes minerales
 - ✓ Menores emisiones de óxidos de nitrógeno, al mejorar las condiciones de aireación del suelo y existir menos nitrógeno libre en forma mineral
 - ✓ Menor consumo energético en irrigación, por el mejor aprovechamiento del agua
 - ✓ Menores emisiones derivadas de labores del campo
 - ✓ No hay emisiones derivadas de la fabricación de fitosanitarios sintéticos
 - ✓ Grandes cantidades de carbono secuestrado en forma de materia orgánica estabilizada.