



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA



GENERALITAT  
VALENCIANA  
Consell Regat d'Agricultura,  
Medi Ambient, Canvi Climàtic i  
Desenvolupament Rural

CÀTEDRA DE CANVI CLIMÀTIC

# II Jornada sobre el Cambio Climático

**“Cambio Climático  
y Alimentación  
Sostenible”**

## Compostaje y uso agrícola del compost: beneficios e implicaciones para la economía circular y la producción de productos hortícolas



UNIVERSITAT  
DE VALÈNCIA

Rafael Boluda\*<sup>1</sup>, Luis Roca-Pérez<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Desamparados Soriano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biologia Vegetal, Facultat de Farmàcia, Universitat de València.

<sup>2</sup>Escola Tècnica Superior d'Ingenyeria Agronòmica i del Medi Rural,  
Universitat Politècnica de València

[\\*boluda@uv.es](mailto:boluda@uv.es)



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA

# Funcions bàsiques del sòl



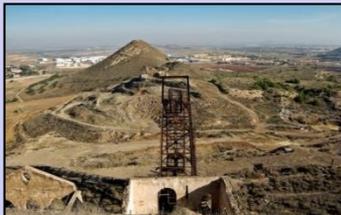
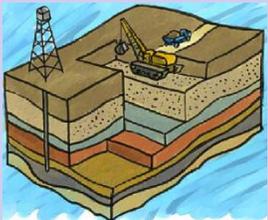
**Productivitat**



**Manteniment de la qualitat ambiental**

**Preservar i millorar la salut de tots els essers vius (hàbitat biològic i reserva genètica)**

**Font de matèries primes**



**Suport físic d'activitats**



**Herència cultural**



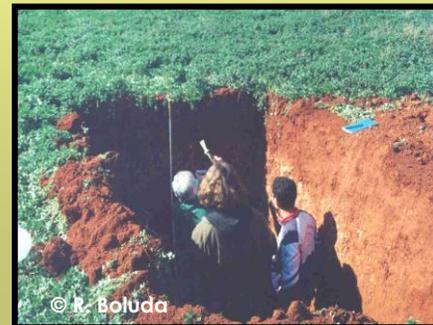


**Healthy soils are the basis for healthy food production (FAO, 2015)** "LOS SUELOS SANOS SON LA BASE PARA UNA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS SALUDABLES"



## HECHOS CLAVE

1. El 95% de nuestros alimentos son producidos directa o indirectamente por nuestros suelos
2. La falta de alguno de los 15 nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas limita el rendimiento de la cosecha
3. Para el año 2050, la producción agrícola tiene que aumentar globalmente en un 60% y casi el 100% en los países en desarrollo para satisfacer sus necesidades
4. Para que se forme 1 cm de suelo pueden pasar hasta 1.000 años
5. Una gestión sostenible del suelo podría incrementar la producción de alimentos hasta un 58%

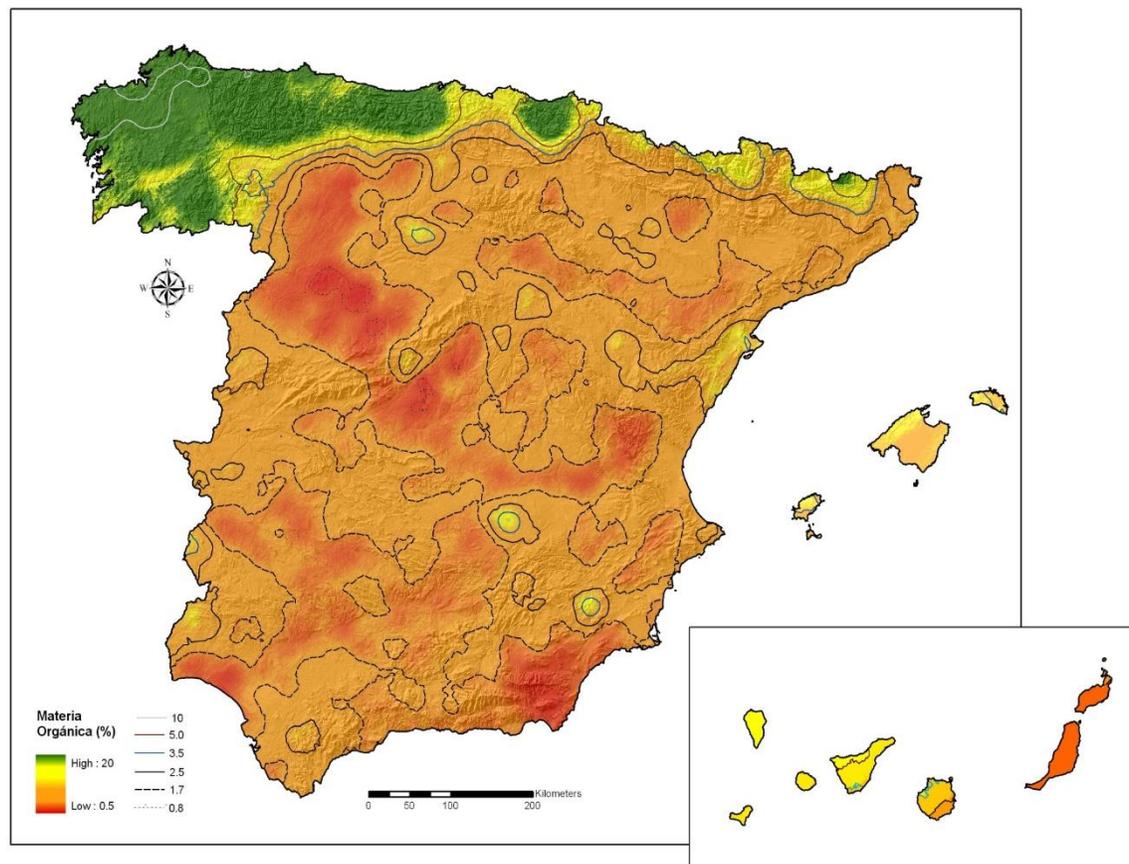


# Retos para prevenir y contrarrestar los efectos del cambio climático

Acabar con la **degradación del recurso suelo** para evitar los efectos de los **desastres naturales**, así como sobre:

- **Calidad del agua** y de los **alimentos**
- **Población**
- **Medioambiente**

Favorecer e incrementar la capacidad de **fijación y almacenamiento de C en el suelo**



12 – 16  
JUNE 2017  
LLEIDA, SPAIN

1ST WORLD CONFERENCE  
**CONSOWA**

SOIL AND WATER CONSERVATION UNDER GLOBAL CHANGE

SUSTAINABLE LIFE ON EARTH THROUGH SOIL AND WATER CONSERVATION

# GESTIÓN DE RESIDUOS Y ECONOMÍA CIRCULAR

## Economía Lineal



<http://www.venceremos.cu/curiosidades/15119-la-economia-circular-a-escena>

## Waste management and circular economy

Council of European Municipalities and Regions (CEMR)  
European section of United Cities and Local Governments

<http://www.ccre.org/en/activites/view/21>

La eliminación y el reciclado de residuos

La gestión de residuos es parte de la transición hacia una economía circular

Plan concreto que cubre todo el ciclo de vida de un producto: desde la producción y el consumo a la gestión de residuos y el mercado de materiales secundarios

## Producción de residuos y destino habitual



<https://ovacn.com/economia-circular/>

PIRCV: Desarrollo sostenible  
Enfoque y gestión integral: hacia el vertido cero

# ¿Cómo podemos mejorar la gestión de los residuos, contribuir a la economía circular y minimizar los efectos del cambio climático?

Reciclado de residuos (residuo cero)

Reducir emisiones de gases de efecto invernadero

Disminuir el uso de fertilizantes

Aumentar el stock de C en nuestros suelos

Gestión sostenible del recurso suelo (prácticas agronómicas mejoradas: uso de enmiendas orgánicas, laboreo mínimo, aprovechamiento de residuos orgánicos)

## FINALIDAD

Mostrar resultados relevantes de diferentes proyectos enmarcados en esta temática

Demostrar que el manejo adecuado de residuos orgánicos mediante **compostaje** y el empleo del **compost** en agricultura es una estrategia efectiva para lograr estos objetivos

# Proyectos de investigación en esta temática 2000-2016

GV-CAPA00-03	2000-2003
FIT-1401002001-163	2001-2002
CICyT FIT-1401002001-163	2000-2002
AV Biocompost	2004-2005
MAM/2544/2004	2004-2007
TRA2009_0194	2010-2011
UVEG20110700	2011
PROMETEO/2012/035	2012-2013
AGL2011-29382	2012-2016

# Residuos sólidos orgánicos utilizados

- Residuos agrícolas y agroindustriales (arroz, hortícolas, maíz, poda, cerveceras, vinazas, champiñón)
- Turba agotada de semilleros
- Subproductos de animales no aptos para el consumo humano
- Lodos de papelera
- Lodos de industria cervecera
- Lodos de depuradora

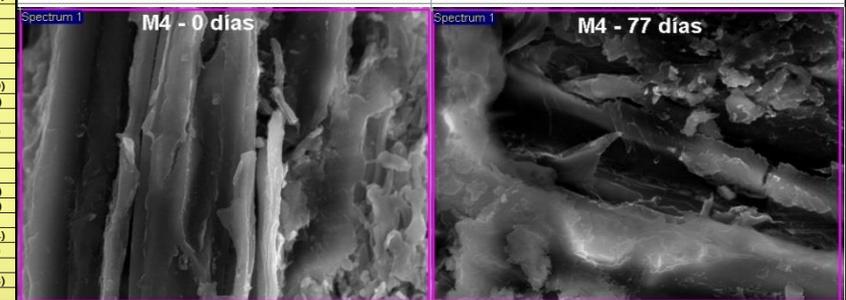
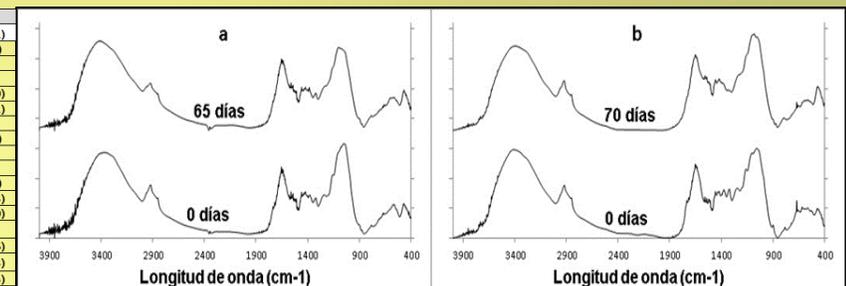


# PROCEDIMIENTO: COMPOSTAJE RSO

## FASE I. Caracterización de los residuos

	LODOS DE DEPURADORA	RESIDUOS DEL ARROZ
Color en muestra fresca	5Y4/2	2,5Y6/6
<b>Humedad total (%)</b>	<b>74</b>	<b>12</b>
pH (extracto acuoso 1:5)	7,4 ± 0,1	8,5 ± 0,1
CE (extracto acuoso 1:5) (dS/m)	1,55 ± 0,1	6,6 ± 0,6
Materia Orgánica Total (%)	62,3 ± 0,6	83 ± 1
Carbono Orgánico Oxidable (%)	26,4 ± 0,4	36 ± 1
Nitrógeno total (%)	3,4 ± 0,1	1,0 ± 0,1
Nitrógeno mineral (mg/100 g ms)	40 ± 10	n.a.
Nitrógeno amoniacal (mg/100 g ms)	200 ± 15	n.a.
<b>Relación C/N</b>	<b>7,8</b>	<b>36 ± 1</b>
Fósforo (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3,6 ± 0,4	0,12 ± 0,07
Potasio (%K <sub>2</sub> O)	0,29 ± 0,01	1,14 ± 0,03
Calcio (%CaO)	9,1 ± 0,4	0,64 ± 0,01
Magnesio (%MgO)	0,79 ± 0,03	0,37 ± 0,01
Sodio (%Na <sub>2</sub> O)	0,12 ± 0,01	0,21 ± 0,01
Hierro (mg Fe/kg)	19133 ± 236	236 ± 20
<b>Manganeso (mg Mn/kg)</b>	<b>143 ± 7</b>	<b>57 ± 1</b>
<b>Zinc (mg Zn/kg)</b>	<b>871 ± 50</b>	<b>31 ± 3</b>
Cobre (mg Cu/kg)	348 ± 18	6,8 ± 0,6
Níquel (mg Ni/kg)	56 ± 2	5,3 ± 0,6
Plomo (mg Pb/kg)	113 ± 6	2,1 ± 0,8
Cadmio (mg Cd/kg)	6,5 ± 0,5	n.d.
<b>Cromo (mg Cr/kg)</b>	<b>358 ± 15</b>	<b>1,8 ± 0,6</b>
Lignina (%)	n.a.	12 ± 2

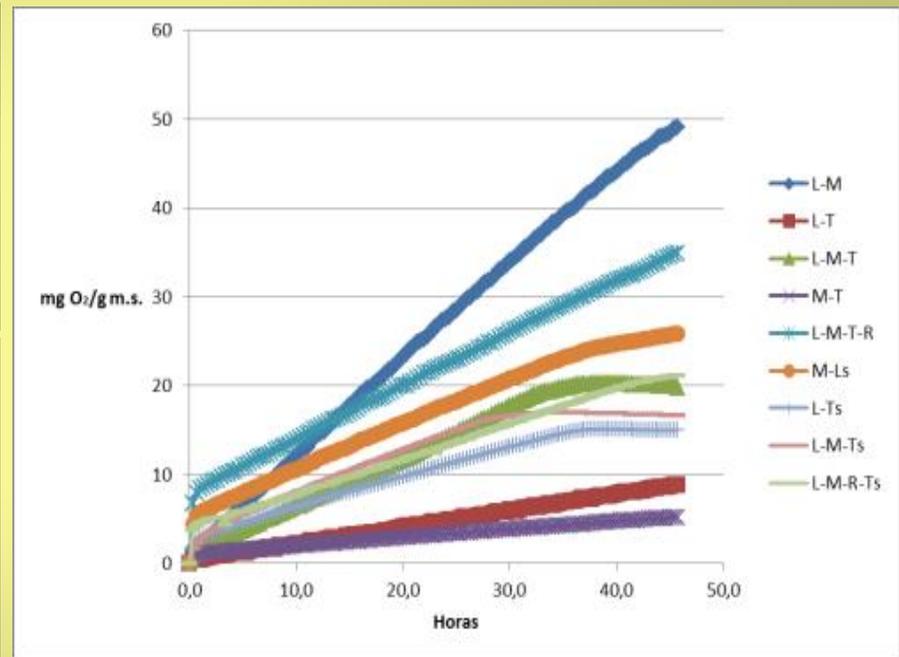
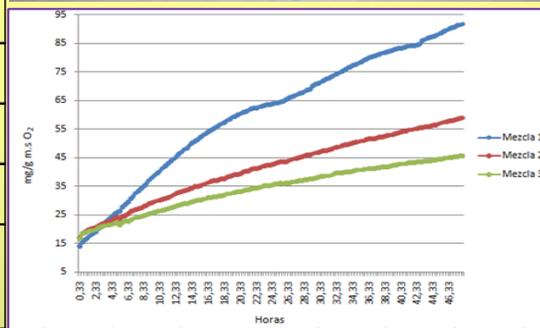
PARÁMETRO	RL	RR	RM	RT	RMTP	RMP
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0,92 (0,00)	0,93 (0,01)	0,64 (0,01)	0,83 (0,00)	0,88 (0,02)	0,97 (0,01)
Humedad %	95,3 (0,2)	89,0 (0,3)	75,3 (0,4)	72,8 (2,4)	77,3 (0,2)	87,7 (1,2)
CE (dS/m) 1:10 p/v seco	14,5 (0,8)	6,5 (0,2)	6,26	1,0 (0,0)	1,5 (0,0)	6,7 (0,0)
CE (dS/m) 1:10 p/v fresco	0,5 (0,0)	1,7 (0,1)	0,7 (0,0)	0,3 (0,0)	0,6 (0,1)	2,0 (0,0)
pH 1:5 p/v fresco	7,11 (0,38)	8,03 (0,04)	5,72 (0,03)	7,82 (0,02)	8,12 (0,08)	8,16 (0,10)
pH 1:10 p/v fresco	6,72 (0,10)	7,51 (0,06)	6,00 (0,07)	7,77 (0,01)	7,77 (0,01)	7,59 (0,01)
% MOT	75 (0)	52 (2)	96 (1)	50 (1)	45 (1)	47 (3)
% COO	30,0 (3,0)	23,4 (1,2)	39,9 (1,4)	22,2 (1,2)	21,9 (2,3)	19,9 (0,2)
Relación C/N	9,7 (0,1)	10,7 (0,6)	39,7 (0,3)	29,1 (0,3)	26,4 (2,8)	7,4 (0,8)
Nt %	3,1 (0,0)	2,2 (0,1)	1,0 (0,1)	0,8 (0,0)	0,8 (0,0)	2,7 (0,2)
Ct %	36,9 (0,0)	36,1 (0,0)	42,2 (0,1)	33,5 (0,4)	30,4 (0,2)	35,2 (0,0)
St %	0,09 (0,00)	0,43 (0,00)	0,05 (0,03)	0,09 (0,01)	0,04 (0,00)	0,56 (0,05)
Ht %	5,35 (0,02)	4,89 (0,00)	6,25 (0,10)	4,23 (0,02)	3,89 (0,03)	4,99 (0,00)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	1,5 (0,0)	0,8 (0,0)	0,6 (0,1)	0,6 (0,0)	0,6 (0,0)	0,8 (0,0)
CaO %	2,91 (0,05)	5,67 (0,38)	0,59 (0,02)	4,65 (0,26)	5,32 (0,30)	5,67 (0,36)
K <sub>2</sub> O %	5,21 (0,55)	1,06 (0,11)	0,57 (0,01)	0,29 (0,02)	0,36 (0,04)	1,42 (0,23)
MgO %	0,54 (0,07)	1,24 (0,16)	0,30 (0,16)	1,61 (0,01)	1,28 (0,05)	1,53 (0,15)
Na <sub>2</sub> O %	0,33 (0,02)	0,65 (0,03)	0,03 (0,00)	0,12 (0,00)	0,18 (0,00)	0,50 (0,07)
As mg/kg	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ba mg/kg	100 (18)	95 (10)	97 (8)	83 (3)	74 (2)	107 (5)
Be mg/kg	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9
Bi mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Co mg/kg	0,45 (0,13)	3,06 (0,13)	0,24 (0,04)	5,51 (0,54)	3,84 (0,19)	3,66 (0,29)
Cr mg/kg	5,6 (0,1)	16,4 (0,5)	3,9 (0,1)	40,1 (0,1)	40,4 (0,1)	25,6 (0,8)
Cu mg/kg	12 (0)	35 (0)	9 (0)	66 (6)	43 (4)	36 (1)
Fe mg/kg	806 (18)	5645 (255)	253 (16)	5727 (359)	4758 (133)	7098 (80)
Li mg/kg	1,3 (0,1)	5,1 (0,2)	0,2 (0,0)	6,1 (0,6)	5,8 (0,1)	6,3 (0,0)
Mn mg/kg	88 (1)	173 (6)	47 (5)	133 (9)	122 (5)	192 (5)
Mo mg/kg	0,5 (0,1)	5,6 (0,2)	0,2 (0,0)	8,4 (1,2)	5,2 (0,2)	4,7 (0,5)
Ni mg/kg	11,0 (0,3)	18,5 (0,5)	3,0 (0,0)	31,0 (1,6)	27,6 (3,5)	17,9 (0,6)
Pb mg/kg	<1	11,8 (1,0)	<1	8,6 (0,2)	16,3 (0,3)	12,1 (4,5)
Se mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sr mg/kg	144,3 (3,7)	173,0 (0,0)	11,8 (0,2)	83,7 (4,6)	88,0 (4,0)	173,0 (3,4)
Ti mg/kg	68 (6)	409 (93)	19 (3)	693 (154)	554 (29)	581 (198)
Tl mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1
V mg/kg	<1	<1	<1	4,22 (0,30)	4,12 (0,20)	5,64 (0,93)
Zn mg/kg	60 (0)	83 (8)	25 (3)	71 (1)	72 (6)	89 (2)



# PROCEDIMIENTO: COMPOSTAJE RSO

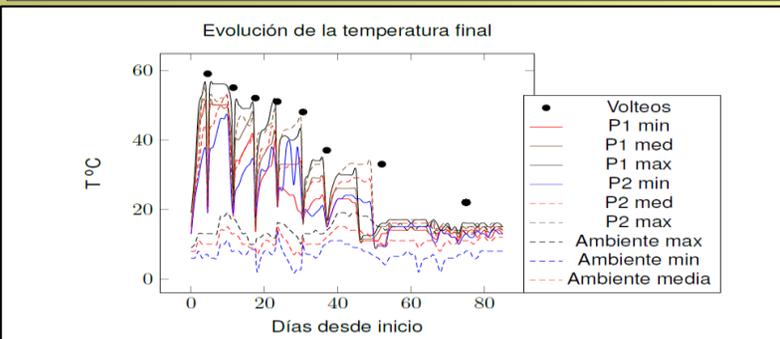
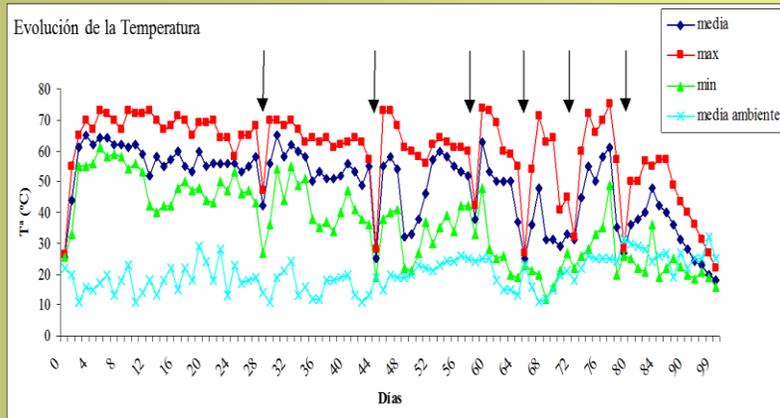
## FASE II. Selección de las mezclas para la optimización del proceso

Mezcla	Lechuga	Maíz	Turba	Rábano	Humedad	C/N teórica
Lechuga-maíz	67	33	0	0	88,3	26,6
Lechuga-turba	17	0	83	0	77,6	25,9
Lechuga-maíz-turba	45	19	36	0	82,9	26,0
Maíz-turba	0	2	98	0	72,6	28,9
Lechuga-maíz-rábano-turba	27	27	27	19	81,0	27,0
Lechuga seca-maíz	9	91	0	0	70,2	26,6
Lechuga-turba seca	66	0	34	0	64,2	23,1
Lechuga-maíz-turba seca	50	25	25	0	67,2	27,8
Lechuga-maíz-rábano-turba seca	31	31	25	13	65,8	28,7



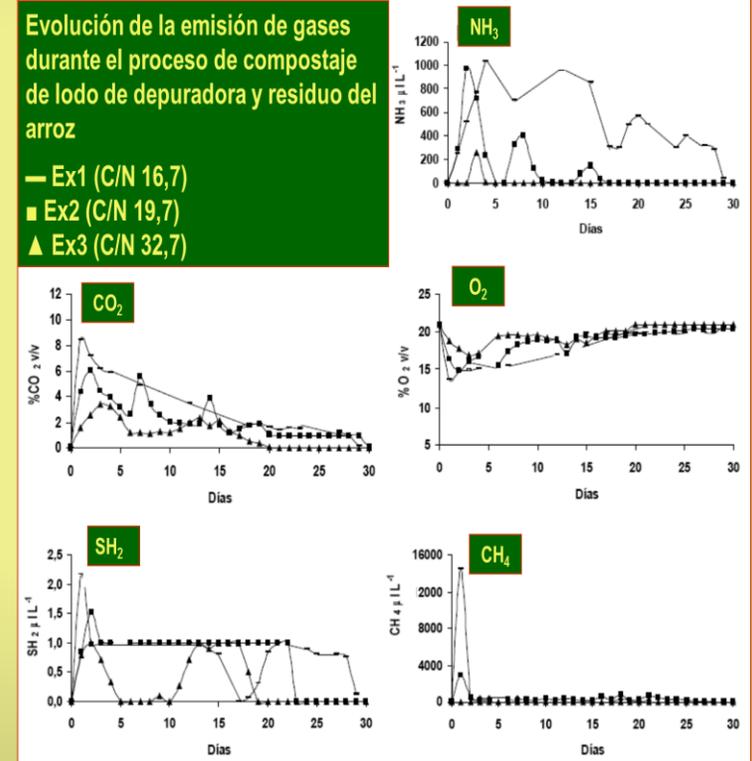
# PROCEDIMIENTO: COMPOSTAJE RSO

## FASE III. Estudio y control del proceso



### CONTROL DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

- Aireación y control de temperatura
  - Calor suministrado por el ventilador
  - Volteos
- Muestreo
- Parámetros de seguimiento: Temperatura, Humedad, pH, CE, C/N, % SV, N amoniacal
- Índices de madurez:
  - Físicos: Color, T<sup>a</sup>, Tamaño de partícula, Olor
  - Químicos: pH, C/N, AH/AF, DQO, CIC
  - Biológicos: Test de fitotoxicidad, Índice de respiración



# PROCEDIMIENTO: COMPOSTAJE RSO

## FASE III. Evaluación de la calidad del compost

Balance de masas de algunos compost obtenidos		
Parámetros	CC	CI
Masa total inicial (Kg)	90	8634
Masa total final (Kg)	39,2	3720
Humedad inicial (%)	52,9	52,9
Humedad final (%)	31,81	43,89
Rechazo (Kg)	0 (tamiz 16 mm)	30 (tamiz 20 mm)
Piedras y gravas (%)	1,7	0,7
Vidrio (%)	0	0,02
Plástico (%)	0	0,01
Metales (%)	0	0
Resto (%)	1,9	1,38
Material de rechazo (%)	3,6	2,11

Estabilidad y madurez		
Parámetros	Compost CC	Compost CI
Índice de Germinación (%)	86	90
Respirometría (mg O <sub>2</sub> /g m.s.)	3,21 ± 0,13	4,60 ± 0,16
Test autocalentamiento	Nivel V (max dif. 10 °C)	Nivel V (max dif. 10 °C)

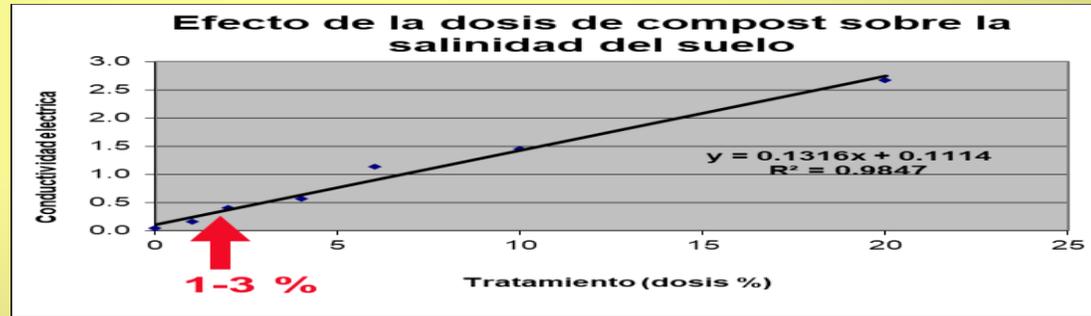
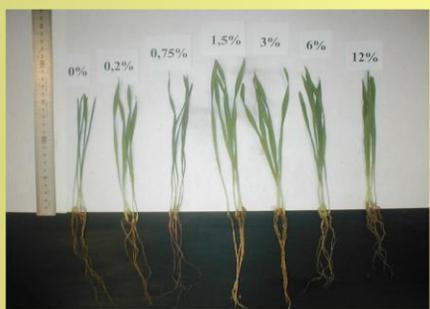
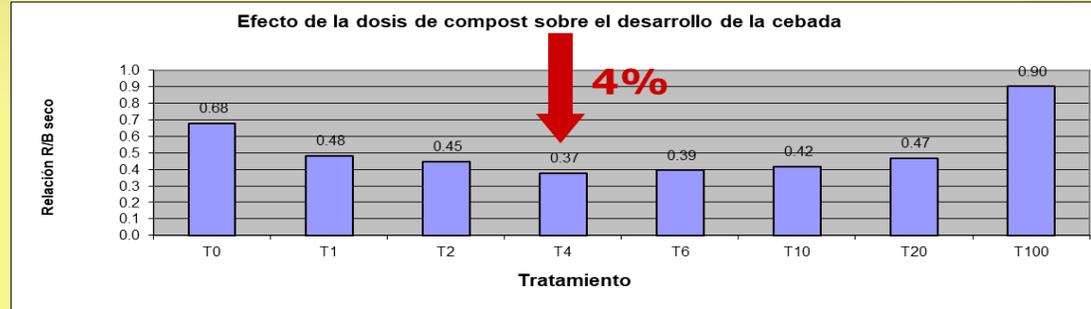
IG > 80% no presenta fitotoxicidad (Albuquerque y col., 2006)  
Respirometría < 5 mg O<sub>2</sub>/g (96 h) indica estabilidad (Binner y Zach, 1999)

- Térmicamente estables
- Biológicamente estables
- Exentos de fitotoxicidad
- Aptos para agricultura convencional



# PROCEDIMIENTO: MANEJO DEL COMPOST

## FASE IV. Determinación de la dosis agronómica



# PROCEDIMIENTO: MANEJO DEL COMPOST

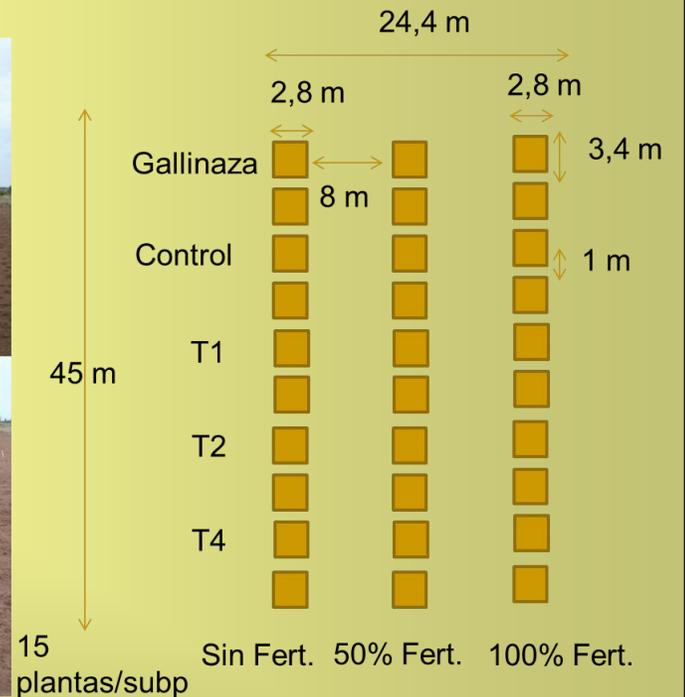
## FASE V. Evaluación del efecto del compost sobre el sistema suelo-planta en condiciones de campo

### Propiedades del compost

pH	8,61 ± 0,08
CE (dS/m)	2,28 ± 0,07
N (%)	1,08 ± 0,03
MO (%)	33,4 ± 0,7
COO (%)	13,8 ± 0,4
C/N	13 ± 0,1
CIC (cmol/kg)	121 ± 6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0,83 ± 0,03
K <sub>2</sub> O (%)	2,54 ± 0,15

### Características del suelo

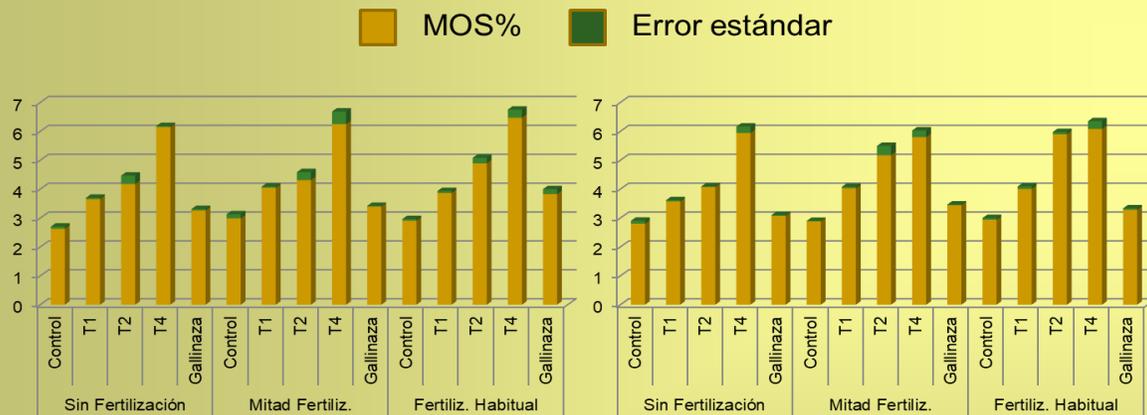
Textura	Franco arcillosa
pH	7,67 ± 0,60
CaCO <sub>3</sub> (%)	27,13 ± 0,39
MOS (%)	1,97 ± 0,06
CE (dS/m)	0,768 ± 0,006
N total (%)	0,15 ± 0,01
P (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g)	36 ± 2



# PROCEDIMIENTO: MANEJO DEL COMPOST

## FASE V. Evaluación del efecto del compost sobre el sistema suelo-planta en condiciones de campo

### Efecto sobre la MOS

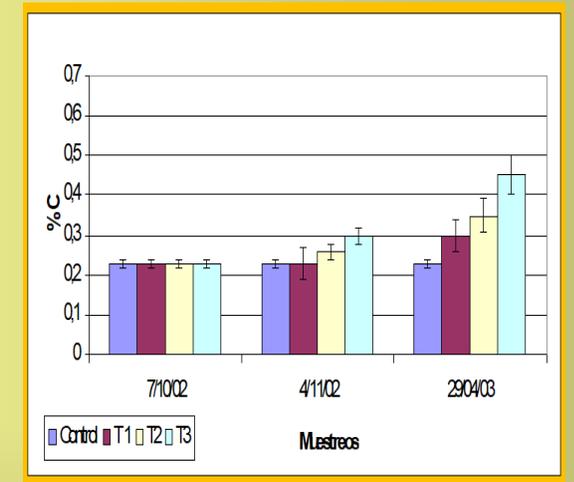
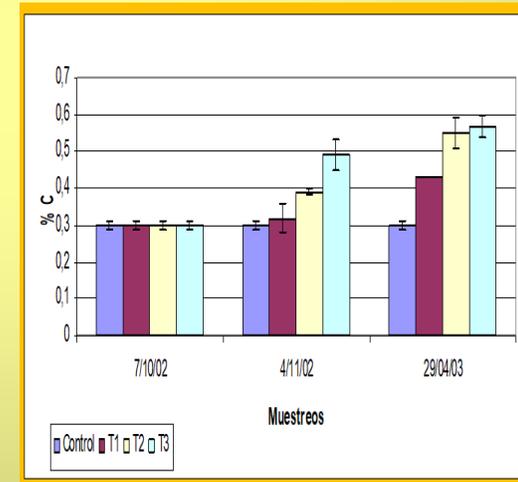


Inicio del experimento

Final del experimento

### EVOLUCIÓN DE LAS SUSTANCIAS HÚMICAS ENTRE TRATAMIENTOS

Horizonte Ap1 (0-10 cm)      Horizonte Ap2 (10-20 cm)



# PROCEDIMIENTO: MANEJO DEL COMPOST

## FASE V. Evaluación del efecto del compost sobre el sistema suelo-planta en condiciones de campo

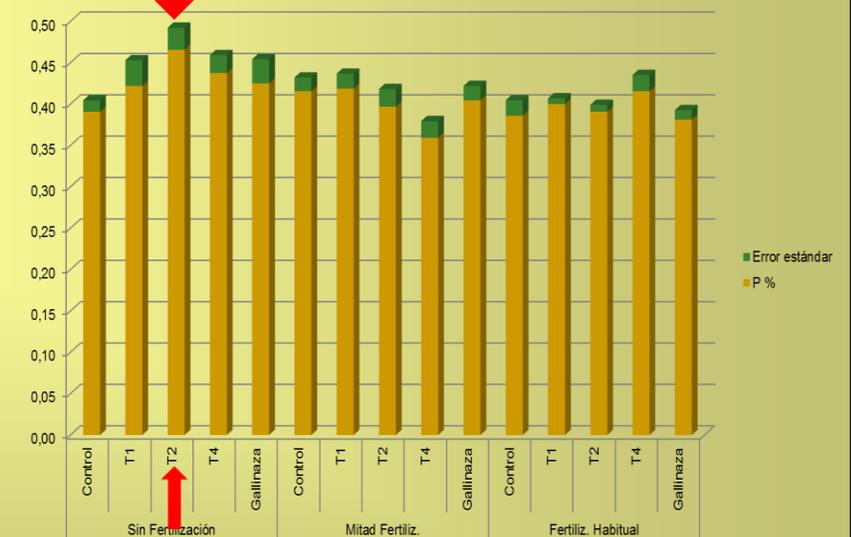
Rendimiento del cultivo en función de la dosis de compost y del fertilizante aplicado

Dosis	0% Fert.	100% Fert.	200% Fert.
0%	169792	167205	86577
1%	188817	171000	95130
2%	213535	159146	124144
4%	179061	145826	105136
GALL	166021	158306	85272

### Efecto sobre el desarrollo de la planta de maíz

	Tratamiento	Altura (m)	Error estándar	Peso seco planta (g)	Error estándar	Peso seco mazorca (g)	Error estándar
Sin Fertilización	Control	1,41	0,04	118,9	11,3	35,0	6,0
	T1	1,48	0,04	174,0	21,9	42,0	11,3
	T2	1,45	0,04	193,2	45,0	46,4	9,0
	T4	1,57	0,04	291,0	14,3	42,8	7,0
	Gallinaza	1,27	0,04	177,6	12,6	44,3	3,7
Mitad Fertilización	Control	1,46	0,04	218,2	22,0	49,4	10,0
	T1	1,50	0,03	225,4	33,6	49,8	6,4
	T2	1,40	0,03	242,4	24,5	50,0	5,2
	T4	1,34	0,04	288,1	30,6	54,4	4,9
	Gallinaza	1,47	0,05	234,3	7,9	52,1	6,0
Fertilización Habitual	Control	1,29	0,04	126,6	13,5	32,0	5,5
	T1	1,49	0,03	178,7	29,5	43,6	10,7
	T2	1,46	0,03	196,6	14,6	33,0	6,8
	T4	1,44	0,03	231,9	21,1	45,4	2,2
	Gallinaza	1,34	0,05	176,6	17,2	41,7	3,7

### Efecto sobre el contenido de fósforo en el maíz





# **Compostaje y uso agrícola del compost: beneficios e implicaciones para la economía circular y la producción de productos hortícolas**

**Nuestras experiencias confirman que el compostaje de residuos orgánicos, junto con el uso y manejo adecuado del sistema compost-suelo-planta es una estrategia eficiente para la gestión sostenible y valorización de estos residuos permitiendo lograr objetivos como:**

- Residuo cero**
- Reciclado de la materia orgánica y nutrientes**
- Minimizar la emisión de gases**
- Disminuir el uso de fertilizantes**
- Incrementar la fijación de carbono orgánico y mejorar la calidad del suelo**
- Mejorar el rendimiento y la calidad de productos hortícolas**
- Convertir un residuo en un recurso y devolver al suelo parte de lo que se le ha quitado**

**Economía circular y minimización de efectos del cambio climático**

## Compostaje y uso agrícola del compost: beneficios e implicaciones para la economía circular y la producción de productos hortícolas

**MOLTES GRÀCIES-MUCHAS GRACIAS**



**Rafael Boluda\*<sup>1</sup>, Luis Roca-Pérez<sup>1</sup>, M<sup>a</sup>  
Desamparados Soriano<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Biologia Vegetal, Facultat de Farmàcia, Universitat de València.

<sup>2</sup>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Rural,  
Universitat Politècnica de València

[\\*boluda@uv.es](mailto:boluda@uv.es)



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA