3er SEMINARIO SOBRE COMPOSTAJE DOMÉSTICO Y COMUNITARIO

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE AUTOCOMPOSTAJE EN LA UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE

AUTOCOMPOSTAJE ÓPTIMO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA SU USO EN VIVEROS, SEMILLEROS E INVERNADEROS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN RNM-033 INGENIERÍA AMBIENTAL UPO

MADRID
12 DE DICIEMBRE DE 2013

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE AUTOCOMPOSTAJE EN LA UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE

Objetivo

UPO (1997)

RSU (sin recogida selectiva para la MO)

Papel, cartón…(Empresa privada)

Servicio de mantenimiento de zonas verdes (cubas gestionadas en una Planta exterior)

Residuos de laboratorio (Residuos Peligrosos gestionados por GEMASUR)

Certificado ISO 14001 de la Facultad de Ciencias Experimentales.

¿Cómo implantar otra Gestión de los residuos que disminuya el coste ambiental y económico?

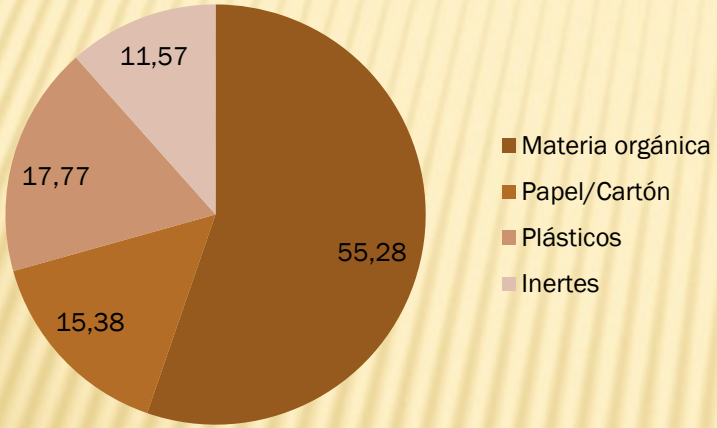
¿origen de los residuos a compostar?

¿qué mezcla óptima de compostaje es posible?

Estimación del tiempo de compostaje.

Con los datos anteriores, llevar a cabo la estimación de las dimensiones de la Planta

En los comedores y cocinas de las cuatro cafeterías de la UPO se generan, de media, aproximadamente, 1850 kg de residuos /semana (en base húmeda, 50% de media)



En las actividades agrícolas (huertos, invernaderos de investigación y docencia, mantenimiento de jardines…) que se llevan a cabo en la UPO, se generan aproximadamente, de media 2100 kg de residuos vegetales/ semana (en base húmeda, 75% de media)

POTENCIAL (EN BASE SECA)
APROX. 1000 KG DE RESIDUOS BIODEGRADABLES/SEMANA

MATERIAL Y MÉTODOS

100 kg (en peso seco)
50% FORS-50% RV triturados(en base seca)

Frecuencia de riego (55% humedad) y volteo de dos veces por semana durante 60 días.

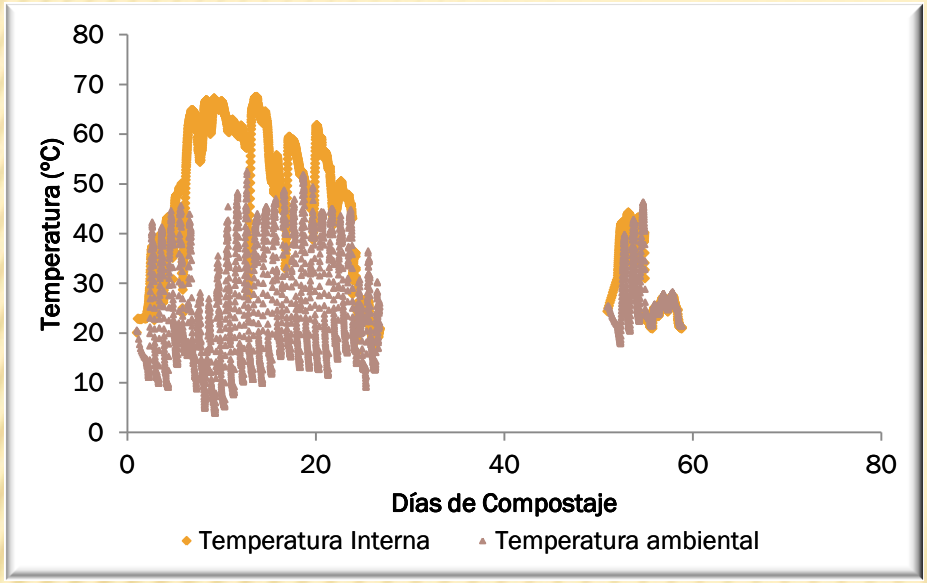
Control de temperatura interna y ambiental mediante sonda y data logger.

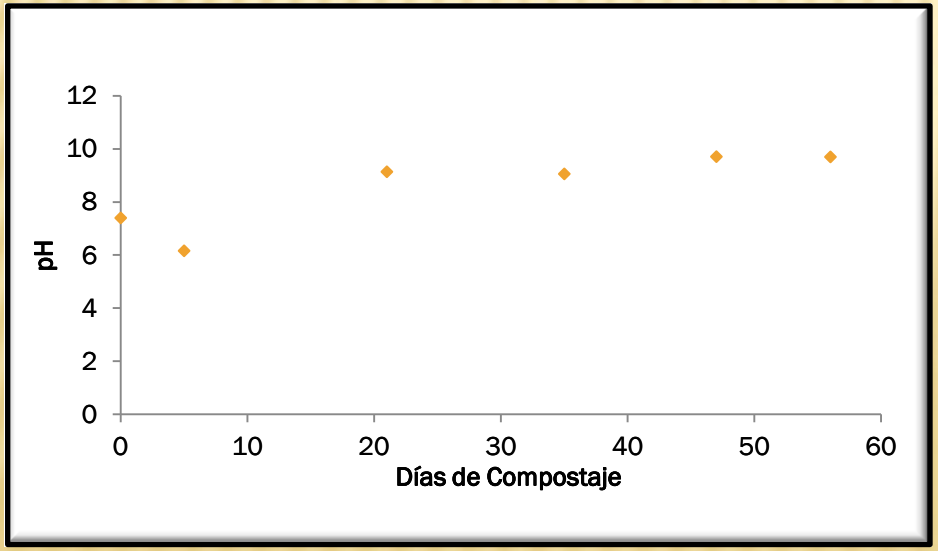
T interna y ambiental
Humedad
pH
Conductividad
C org oxidable
N Total
Da
Dr

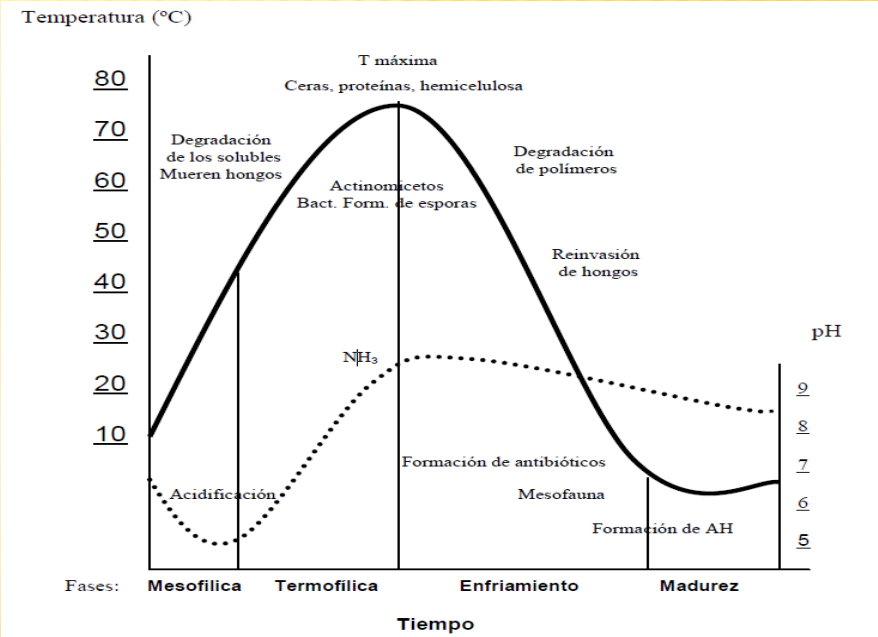
Calidad:

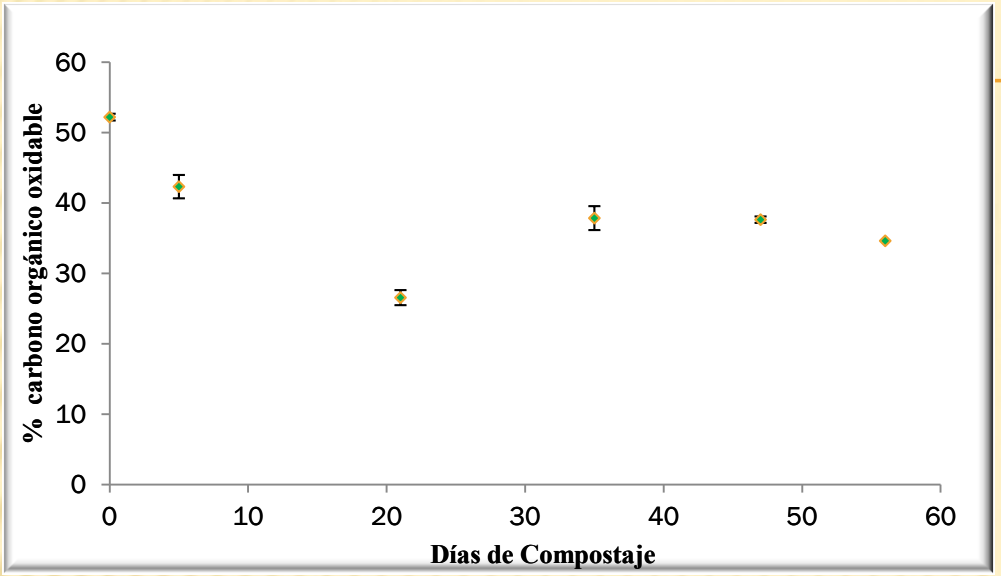
T máxima Autocalentamiento
VECO máxima
Contenido metálico

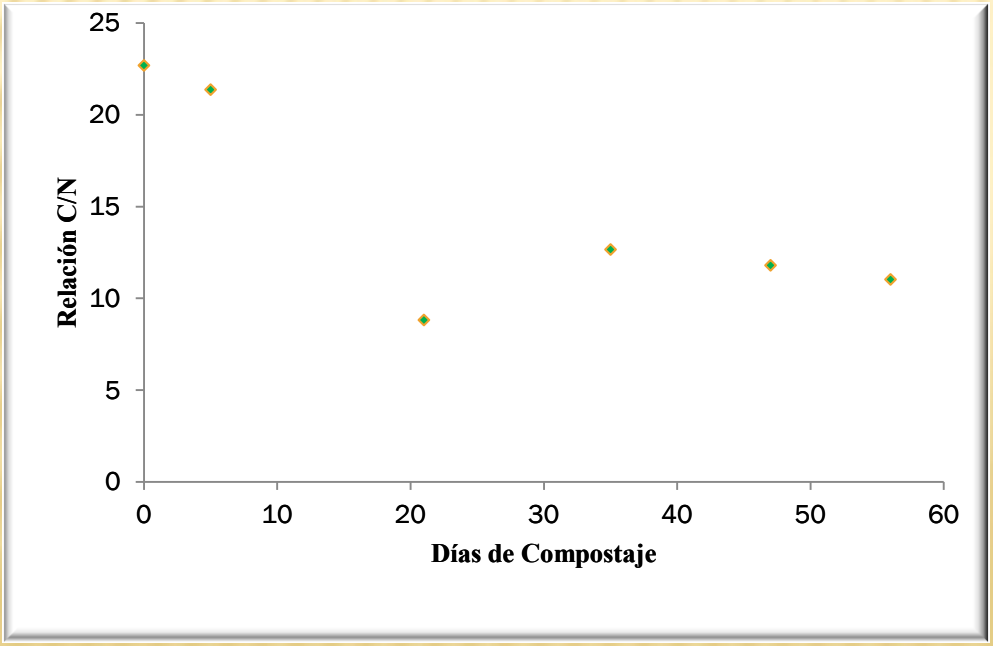
RESULTADOS


Temperatura (°C)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
20
40
60
80
Días de Compostaje
Temperatura Interna
Temperatura ambiental


pH
12
10
8
6
4
2
0
0
10
20
30
40
50
60
Días de Compostaje

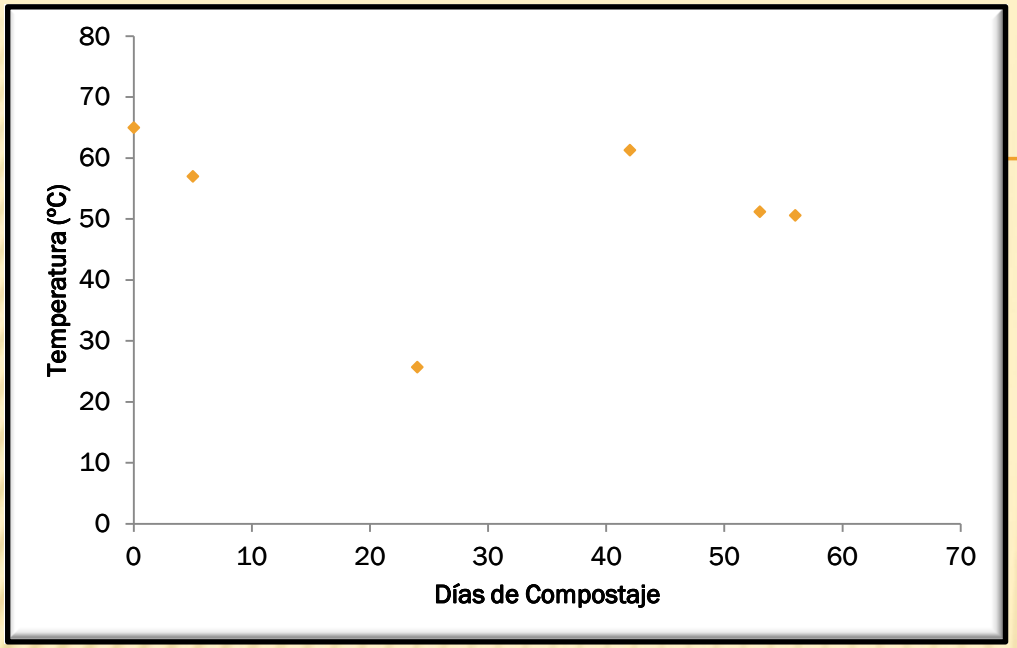

Temperatura (°C)
80
70
60
50
40
30
20
10
T máxima
Ceras, proteínas, hemicelulosa
Degradación de los solubles Mueren hongos
Actinomicetos Bact. Form. de esporas
Degradación de polímeros
Reinvasión de hongos
NH3
pH
9
8
7
6
5
Formación de antibióticos
Acidificación
Mesofauna
Formación de AH
Fases:
Mesofilica
Termofilica
Enfriamiento
Madurez
Tiempo

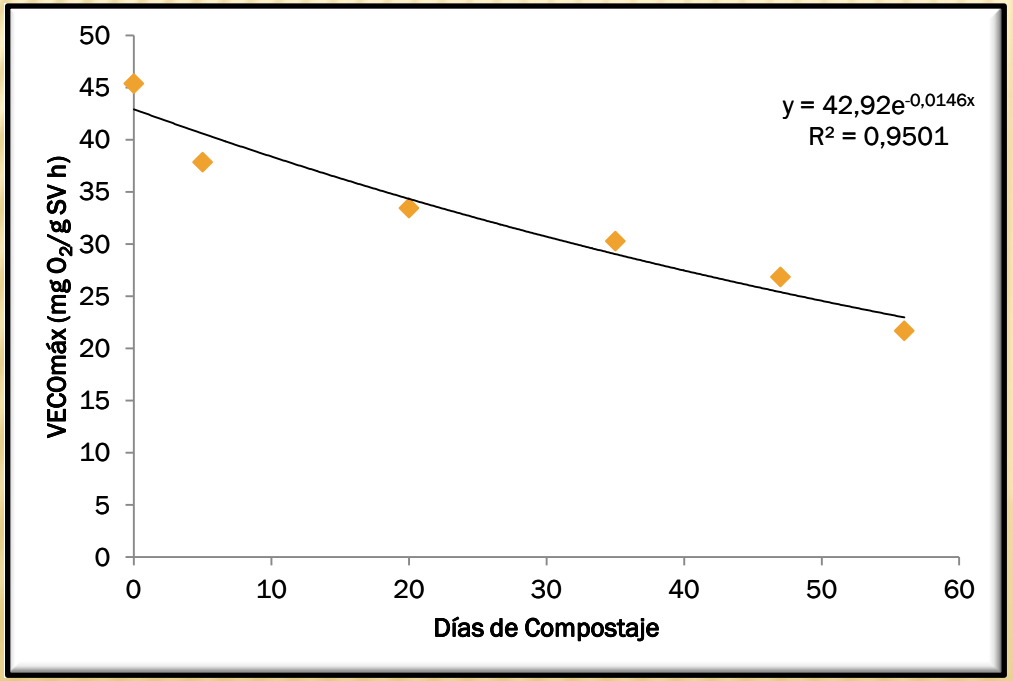




La evolución térmica y la disminución del contenido en materia orgánica son evidencias de la actividad microbiológica durante el compostaje de la mezcla utilizada a la frecuencia de riego y volteo aplicadas.

La relación C/N inicial está entre la que se consideran buenas para el inicio del compostaje.





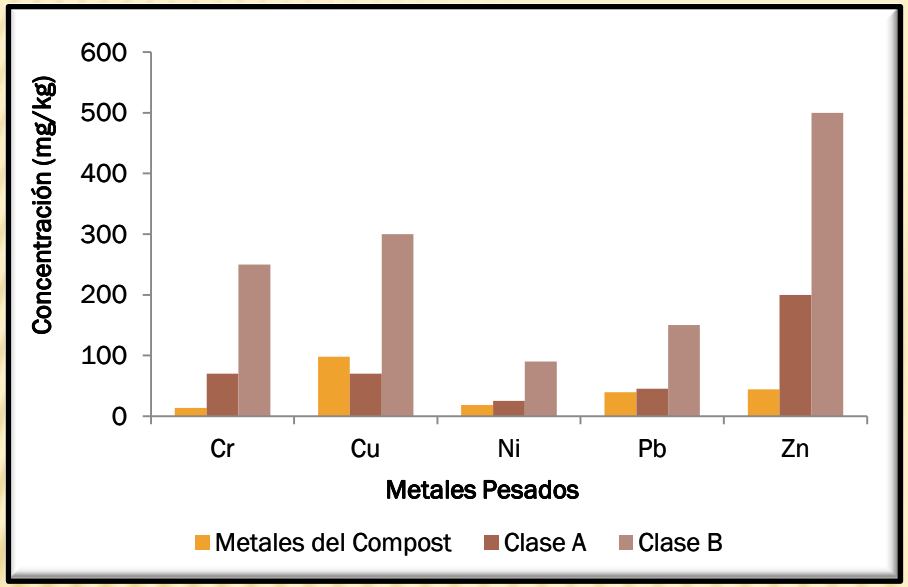
La evolución de la T máxima de Autocalentamiento y de la VECO máxima han indicado un incremento en la estabilidad del material.

Estabilidad	Nivel 1 (Baja)	Nivel 2 (Media)	Nivel 3 (Alta)
T máx. Autoc.	60-55	55-40	<40
VECO máx.	50-10	10-5	<5

Fuente: M. Dios, 2008.

$$y = a \cdot e^{(-b \cdot t)}$$

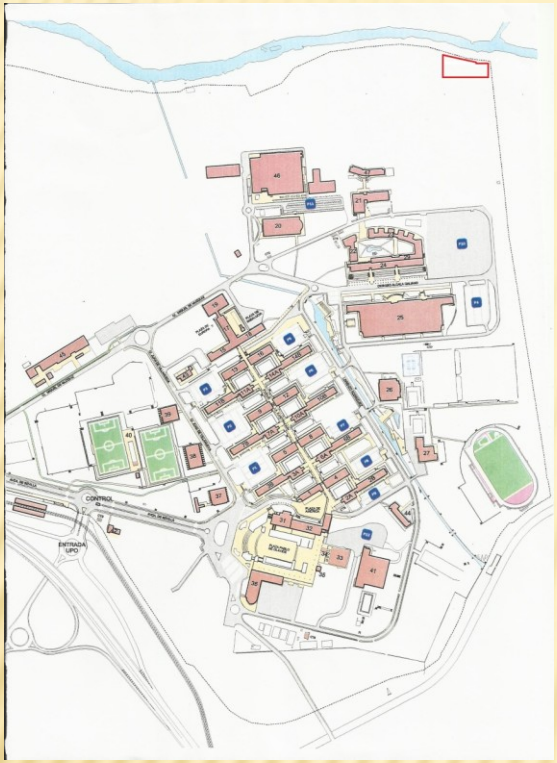
VECO máx.= 5 $mgO_2/gSV{\cdot}h$
t = 147 días



Según RD 824/2005, todos los metales se encuentran por debajo del límite impuesto para Compost de Clase A, a excepción del Cu.

		Cd	Cu	Cr	Zn	Ni	Pb
RD 824/2005	*Clase A*	*0,7*	*70*	*70*	*200*	*25*	*45*
	Clase B	*2*	*300*	*250*	*500*	*90*	*150*
	Clase C	*3*	*400*	*300*	*1000*	*100*	*200*

ESTIMACIONES PARA LAS DIMENSIONES DE LA ERA DE VOLTEO



Balance másico seco

Masa Inicial (Kg)	100,0
Masa de Compost (Kg)	12,9

Masa FOS-RV (Kg)	1000,0
Masa de Compost (Kg)	129,0

FAS = P · (1 - H/100) · 100 (Shulze, 1962)

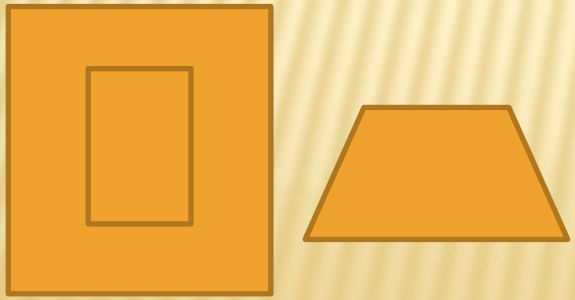
P = 100 · (1 - Da/Dr)

FAS óptimo= 30-35% (Jeris y Regan, 1973)

$$z_{crt} = \frac{E \cdot d_s}{g} \ln\left(\frac{\gamma\, \gamma_l \cdot \left(1 - \theta_{g\,\min}\right)}{\left\{ d_s \gamma_l + \left(1 - d_s\right) \gamma_s \right\} \rho_u} \right)$$

E ≡ resistencia a la deformación [$L^2\ T^{-2}$]; ρ_u ≡ densidad aparente inicial [$M\ L^{-3}$]; d_s ≡ contenido gravimétrico de materia seca [$M\ M^{-1}$]; θ_{gmin} ≡ fracción mínima de poros rellenos de aire [$L^3\ L^{-3}$]; γ_s ,γ_l ≡ densidad real de las fracciones sólida y líquida [$M\ L^{-3}$]

Ecuación para la determinación de la altura crítica de la pila (Haug, 1993).



Superficie de compostaje = 400 m^2 (2 m separación entre pilas y tiempo compostaje de 147 días)

CONCLUSIONES

- El tiempo de compostaje y la frecuencia de riego y volteo aplicada a la pila constituida por 50% de FOS y 50% de residuos de poda han permitido que se alcancen temperaturas de higienización en la pila y además, un producto final con un grado de estabilidad medio.
- Según el RD 824/2005, el compost final producido en la pila de estudio, presenta una calidad de clase A para todos los metales pesados, excepto para el Cu.
- La planta de compostaje ubicada en la UPO debe presentar una superficie de compostaje de 400 m^2.

ACTUALMENTE

SISTEMA DE GESTIÓN DE RECOGIDA DE ÁCIDOS ORGÁNICOS (CÍTRICO, ACÉTICO…) DE LOS LABORATORIOS

USO DE LA TECNOLOGÍA DE LA LIXIVIACIÓN QUÍMICA

DISEÑO EXPERIMENTAL (ADICIÓN, TIEMPO DE COMPOSTAJE, DIFERENTES MEZCLAS DE RESIDUOS…)

DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO METÁLICO
SE MINIMIZA EL INCREMENTO DEL pH (disminuyen las pérdidas de N)
ADICIÓN EN DETERMINADOS MOMENTOS DEL COMPOSTAJE EVITANDO SU RALENTIZACIÓN
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

AUTOCOMPOSTAJE ÓPTIMO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA SU USO EN VIVEROS, SEMILLEROS E INVERNADEROS.

- **LÍNEAS DE INTERÉS CORPORACIÓN TECNOLÓGICA DE ANDALUCÍA. 2013**

c+t=a^n Corporación Tecnológica de Andalucía

otri Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE

- **SOLICITA PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN:**

"VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA SUSTRATOS DE VIVERO"

OBTENER COMPOST ÓPTIMO PARA VIVEROS

DISEÑAR UNA PLANTA DE COMPOSTAJE

PLAN NACIONAL INTEGRADO DE RESIDUOS (2007-2015)

Apuesta renovada y mejorada por el **COMPOSTAJE** e incluso, se impulsa la autogestión de la fracción orgánica de los residuos.

PROBLEMAS PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST DE CALIDAD

Sistemas actuales de gestión de los RSU que deben optimizarse:

✓Recogida selectiva de la fracción orgánica

✓Mejoras en el proceso de compostaje (aireación y humectación)

Arcos, (2011); Rosal y col., (2007); IGME-MMAM., (2005); Chica y col., (2003); Ciavatta y col., (1993)

Compost de mala calidad → Efectos adversos se diluyen en grandes extensiones

↓ ✗

Efectos extremadamente adversos para semillas y cultivos cuando se aplica en viveros

Andelrahman y col., (2012); Tiquia, (2010); Gelsomino y col., (2010); Ntougias, (2008); Herrera y col., (2008); Castillo y col., (2004); Srinivas, (2001); Cuartero y col, (1999); Foolad y col., (1997)

- Conductividad, concentración metálica (Cu, Pb y Zn, más problemáticos) y estabilidad son los parámetros que más afectan de manera adversa en viveros.
- Solamente, en ocasiones, determinadas mezclas estudiadas de RSU con otro tipo de residuos orgánicos pueden aplicarse.

Los resultados obtenidos en los trabajos que se referencian en la bibliografía.

Resultados propios de experimentos de compostaje realizados con residuos vegetales procedentes de viveros, poda y Fracción Orgánica de Residuos de las cafeterías de la UPO.

	Metales Pesados (mg/kg)					
Compost	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
*50% FORSU-50%PODA	ND	13	98	18	39	44
**100% RVV	**ND**	59	43	33	29	55

Fuentes: *Proyecto Fin de Licenciatura de Christian Antequera Zamudio; **Proyecto Fin de Grado de Alejandro Sotelo Carmona.

Si se optimizan las condiciones de operación (frecuencia de volteo, proporción de mezclas de RSU con otros residuos biodegradables, humedad) se puede incrementar significativamente la estabilidad del compost final y disminuir su conductividad y contenido metálico, incrementando sus posibilidades de uso y eliminando los problemas actuales de su excedente.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

❖ **Objetivo 1:** *Estudiar el compostaje de mezclas constituidas en diferentes proporciones por (1) compost inmaduro procedente de residuos sólidos urbanos, (2) fracción orgánica de residuos recogidos de manera selectiva y (3) residuos vegetales para la obtención de Compost con características físico-químicas aceptables para su uso en viveros.*

❖ **Objetivo 2:** *Estudiar el uso de ácidos orgánicos durante el proceso de compostaje de las mezclas como técnica novedosa para incrementar la Calidad del Compost.*

❖ **Objetivo 3:** Plantear *el diseño de un proceso de compostaje incorporado a la actividad productiva del vivero que integre el uso de RSU, la aplicación de técnicas de mejora de la Calidad del Compost y el aprovechamiento de residuos vegetales producidos en las Instalaciones.*

METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

OBJETIVO 1

Diseño de experimentos a escala piloto para optimizar las condiciones de operación.

Planta piloto de compostaje

Variables dependientes:

-Conductividad
- Concentración metálica
- Incremento de estabilidad (VECO)

Variables independientes (a tres niveles)

	-1	0	1
Kg Compost inmaduro/Kg Residuos vivero	0	1/2	1
Frecuencia de volteo (días)	7	14	21
Humedad (%)	45	55	65

Experimentos	Kg C/Kg R	Frecuencia volteo	% humedad
1	1	1	1
2	1	1	-1
3	1	-1	1
4	1	-1	-1
5	-1	1	1
6	-1	1	-1
7	-1	-1	1
8	-1	-1	-1
9	1	0	0
10	-1	0	0
11	0	1	0
12	0	-1	0
13	0	0	1
14	0	0	-1
15	0	0	0

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i X_{ni} + \sum_{i=1}^{n} c_i X_{ni}^2 + \sum_{i=1 j=1}^{n} d_{ij} X_{ni} X_{nj}, \quad i < j$$

Los coeficientes a_0, b_i, c_i y d_{ij} son constantes características desconocidas que se estiman con los datos experimentales. (BMDP)

En todos los experimentos:

-Frecuencia de riego coincide con la de volteo.

-Tiempo compostaje será el mismo.

Este estudio permite evaluar qué variables de operación influyen más en la evolución del proceso (incremento de estabilidad) y en las características físico- químicas del compost (conductividad y concentración metálica).

Estudio de los efectos del compost sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas.

El compost que presente las mejores características físico-químicas se utiliza para ensayos de germinación de semillas, crecimiento y producción de cultivos y se compara con otros sustratos utilizados en el vivero.

Ecuación modificada de Timson sobre velocidad de germinación de semillas:

TI=ΣG/t (Khan, y Ungar, 1984)

Parámetros de crecimiento: altura de la plántula y diámetro de la misma.

OBJETIVO 2

Evaluar el grado de estabilidad alcanzado, la conductividad y el contenido metálico en el compost obtenido en experimentos de compostaje, a escala piloto, de mezclas de residuos a las que se añade un ácido orgánico.

Con las condiciones de operación óptimas que se determinan en el objetivo 1 se diseñan 3 experimentos en los que se lleva a cabo la adición, en tres momentos puntuales del compostaje, de **ácido cítrico** (0,25M) en proporciones (Kg RSU seco: cm^3 ácido) de 1:15, 1:20 y 1:40 y otros 3 experimentos con la adición de **ácido acético** (0,25M) en los mismos momentos y en las mismas proporciones.

OBJETIVO 3

Planteamiento del diseño de la Planta de Compostaje en el vivero con los resultados y conclusiones obtenidos de la consecución de los objetivos 1 y 2.

BENEFICIOS DEL PROYECTO, DIFUSIÓN Y EXPLOTACIÓN.

✓**Resulta novedoso la aplicación de modelos para la optimización del proceso y la utilización de la tecnología de la lixiviación en este tipo de residuos. Sin duda, estos experimentos contribuyen sustancialmente a profundizar en el conocimiento del proceso de compostaje para mejorar su calidad y la del producto final.**

✓**El Proyecto permitirá la transferencia de conocimiento a Empresas. En este sentido, en la Convocatoria 2013, la UPO (Resolución13/10-APP-Ref. PPI 1301) ha concedido para este Proyecto una Ayuda de 3.000,00 euros.**

✓**Entre los posibles clientes o beneficiarios están:**

***Cualquier empresa cuya actividad radique principalmente en la producción en vivero de plántulas ornamentales, hortofrutícolas o forestales, o bien, la germinación de semillas de las mismas.**

***Cualquier Planta de Tratamiento de RSU interesada en la producción de Compost de Calidad para su uso en viveros.**

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN