

BIOFILTRACIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO USANDO COMO LECHO FILTRANTE COMPOST A PARTIR DE POLLINAZA- RESIDUOS DE PODA- CASCARILLA DE ARROZ

**DANIEL FELIPE FORERO POLANIA
CÉSAR EMILIO PEÑA BELTRÁN**

Director:
Iván Cabeza
Codirector
Mario Hernández

Facultad de Ingeniería Ambiental
Universidad Santo Tomás
Bogotá D.C.
2017



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
ACREDITACIÓN USTA COLOMBIA



MODALIDAD:

AUXILIARES DE INVESTIGACIÓN

SEMILLERO:

**BIOTECNOLOGIA, ENERGÍA Y
AMBIENTE**



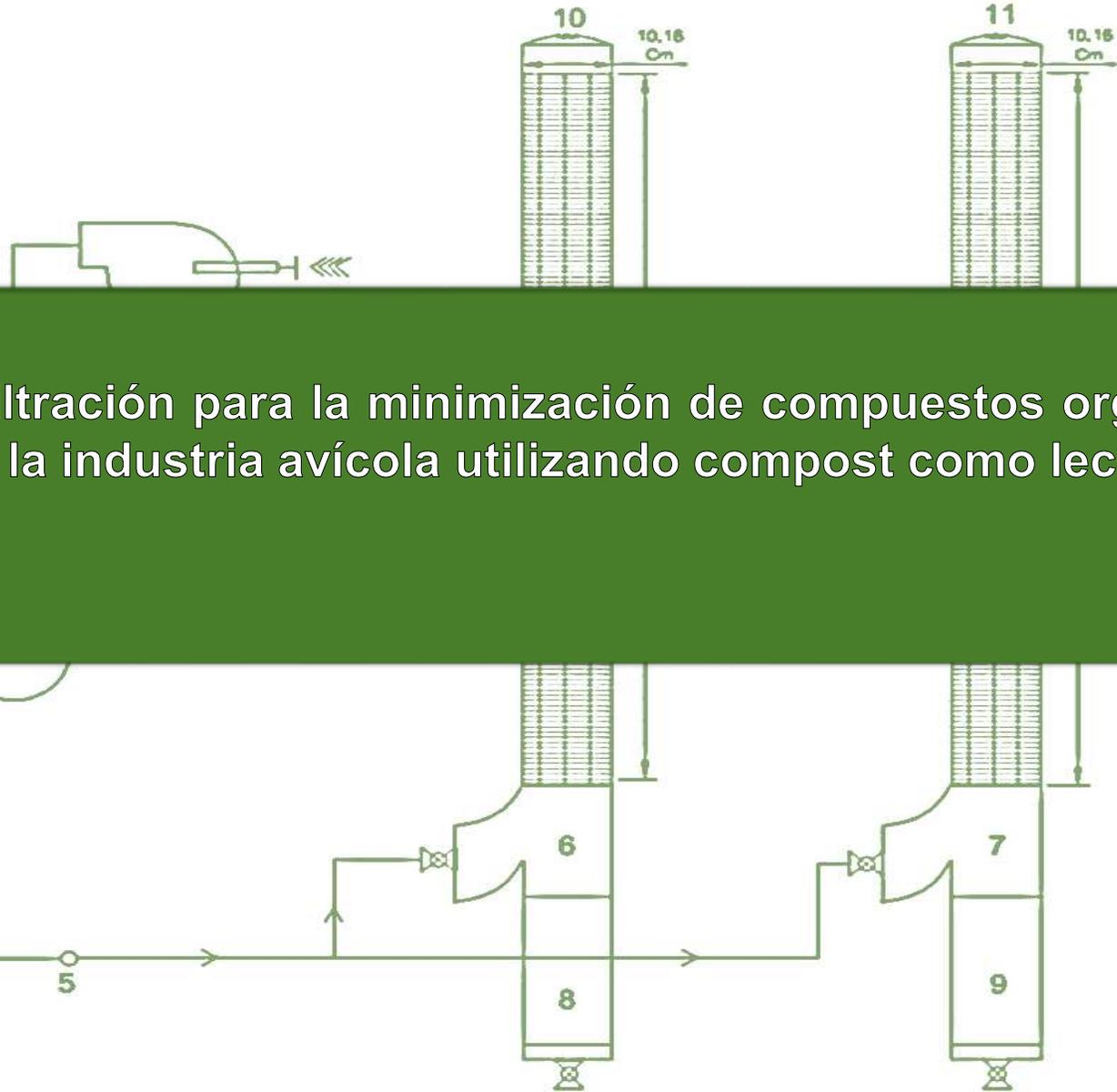
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
ACREDITACIÓN USTA COLOMBIA



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

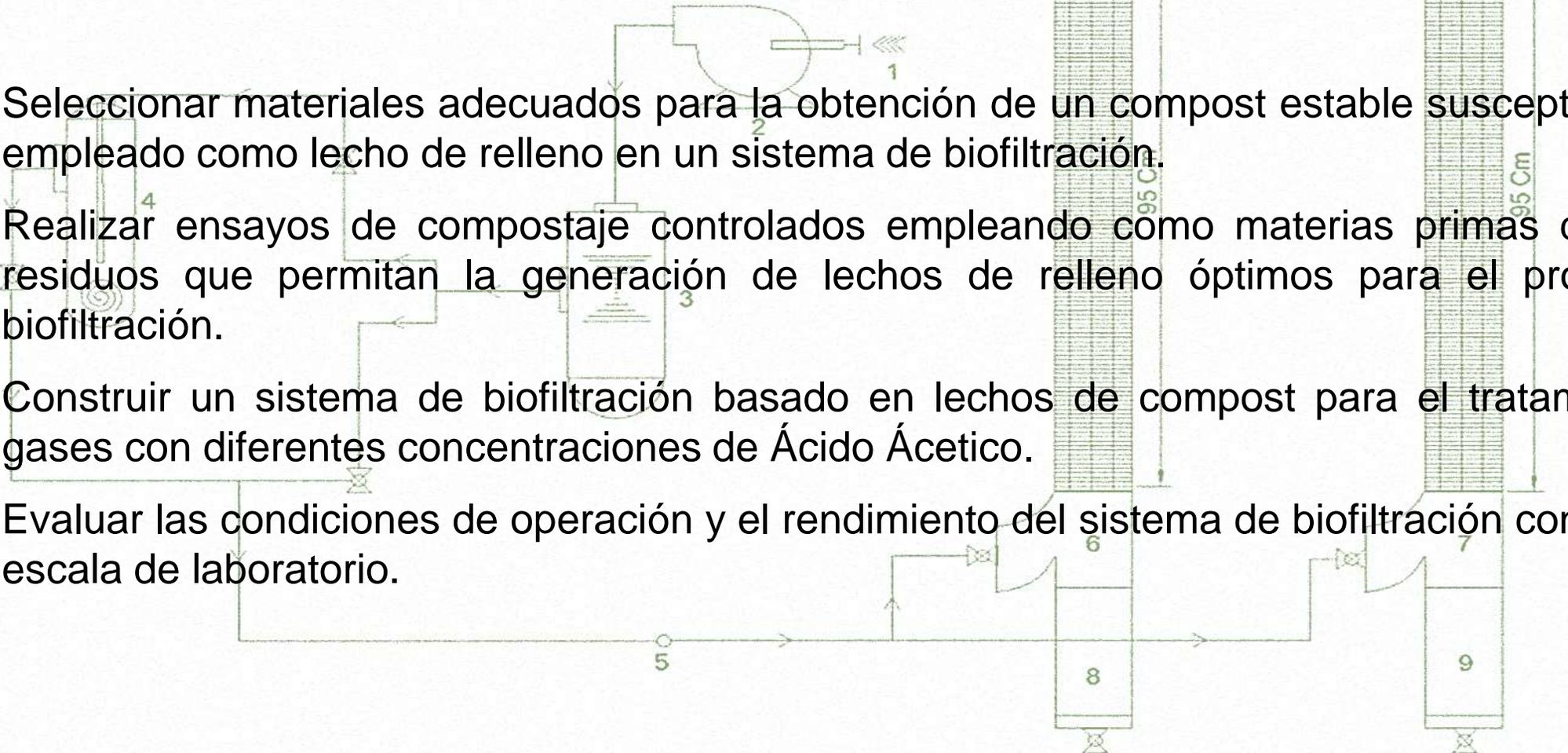
Desarrollar un sistema de biofiltración para la minimización de compuestos orgánicos volátiles (COV's) generados en la industria avícola utilizando compost como lecho.



OBJETIVOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar materiales adecuados para la obtención de un compost estable susceptible a ser empleado como lecho de relleno en un sistema de biofiltración.
- Realizar ensayos de compostaje controlados empleando como materias primas diferentes residuos que permitan la generación de lechos de relleno óptimos para el proceso de biofiltración.
- Construir un sistema de biofiltración basado en lechos de compost para el tratamiento de gases con diferentes concentraciones de Ácido Acético.
- Evaluar las condiciones de operación y el rendimiento del sistema de biofiltración construido a escala de laboratorio.



ASPECTOS GENERALES

✿ Producción de COV'S en la industria.



Fuente: Isowell.



Fuente: Reiner Zenz.



Fuente: Ambiente Bio.



Fuente: Nol-tec europe.

ASPECTOS GENERALES

✿ Industria avícola.



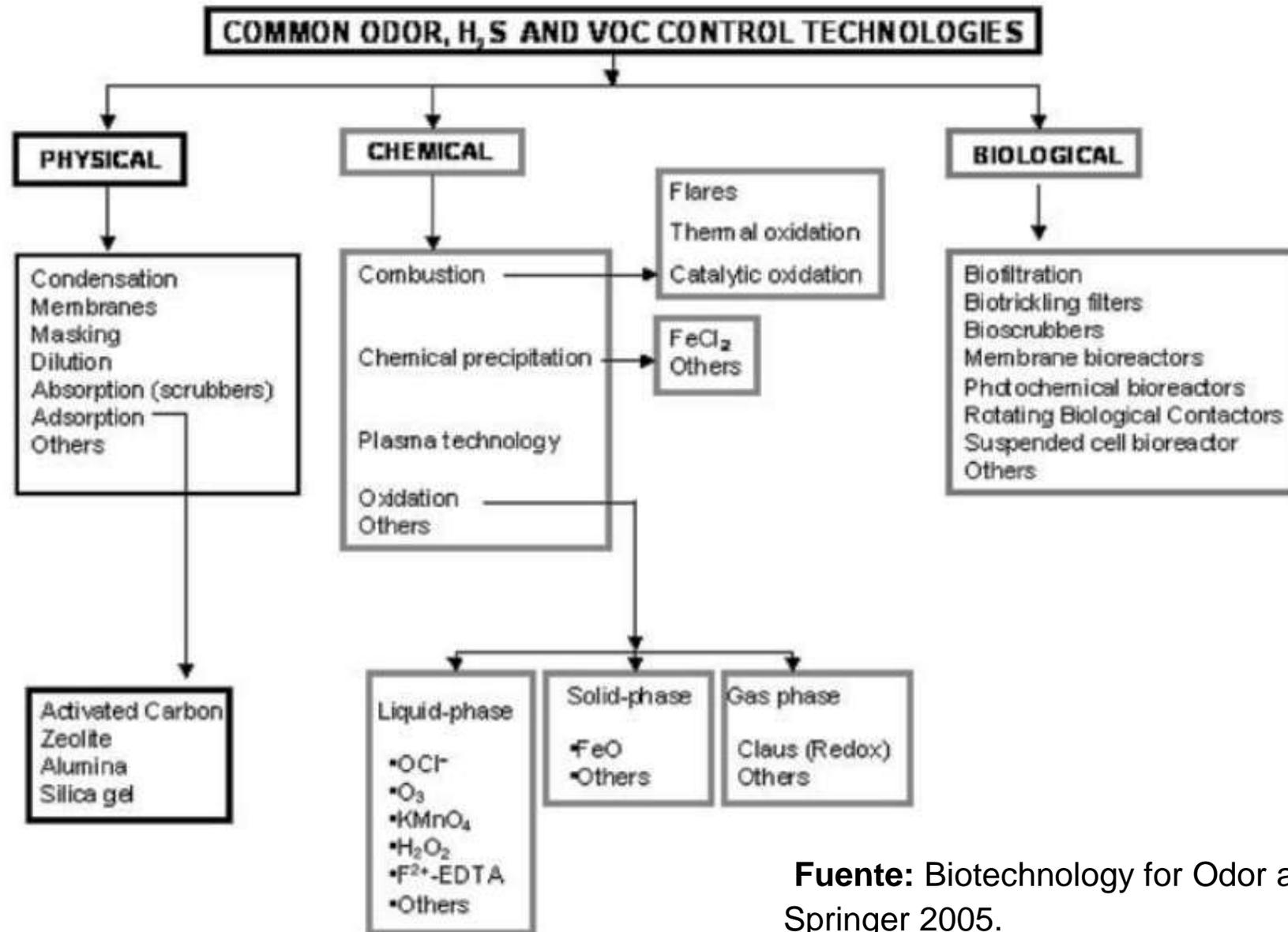
Fuente: Alltech.



Los compuestos emitidos son: ácido acético, 2,3 butanodiona, metanol, acetona y etanol.

ASPECTOS GENERALES

TECNOLOGÍAS PARA LA ELIMINACIÓN DE COV'S

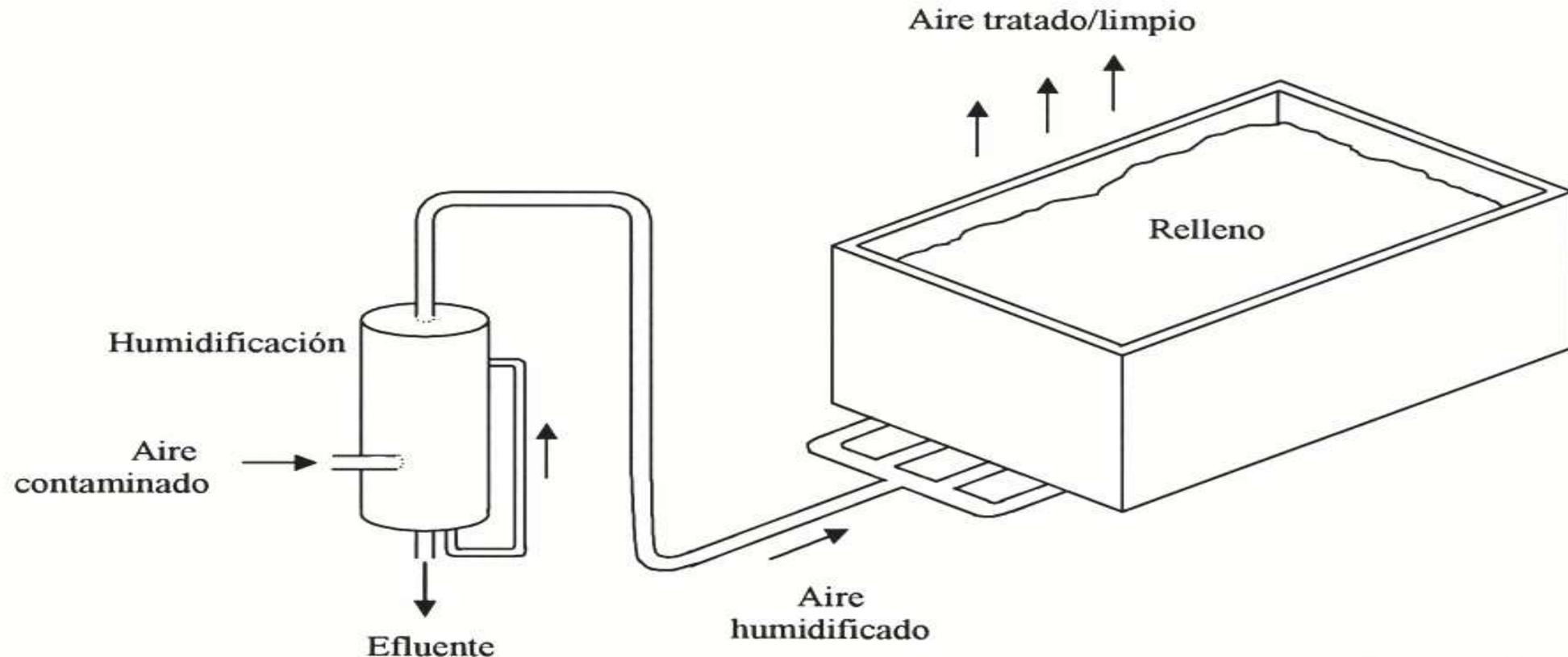


Fuente: Biotechnology for Odor and Pollution Air Control. Springer 2005.

ASPECTOS GENERALES

BIOFILTRACIÓN

Tecnología para la conversión de compuestos químicos de la fase gaseosa a productos comunes de una degradación biológica como dióxido de carbono, agua y sales minerales.



MEDIO FILTRANTE

- ASTILLAS DE MADERA.
- ESFERAS DE POLIESTIRENO
- TURBA.



Fuente:
energías renovadas.



Fuente:
Igrupomonolit.



Fuente:
castillo arnedo.

MEDIO FILTRANTE

- COMPOST.



Fuente:
limacompost.

- TIERRA.



Fuente:
limacompost.

VENTAJAS

DESVENTAJAS

Bajo Costo

Constante mantenimiento

Bajo uso de químicos

No se pueden controlar los compuestos clorados

Adaptación a cualquier entorno industrial

Difícil control de la actividad microbiana

Alta eficiencia

pH, humedad y temperatura difíciles de controlar.

Operación a temperatura ambiente

No produce subproductos tóxicos.

ASPECTOS GENERALES

COMPOSTAJE

Descomposición biológica y estabilización de sustratos orgánicos, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termófilas como resultado el calor producido biológicamente, con el fin de producir un producto final que es estable, libre de patógenos y semillas de plantas.



METODOLOGÍA

COMPOSTAJE Y COMPOST



METODOLOGÍA

BIOFILTRACIÓN

Construcción del sistema de biofiltración.



Selección de materiales para sistema de biofiltración.



Mediciones de remoción en sistema de biofiltración.

MATERIALES Y METODOS

| Características | Unidades | PO (poda) | CA (Cascarilla de arroz) |
|-------------------------|-------------------|--------------|-----------------------------|
| pH | - | 8.32 | 8.55 |
| Materia orgánica | gKg ⁻¹ | 95.28 | 87.65 |
| Sólidos volátiles | mg/mk | 851.3±26 | 775.5±8.2 |
| Porosidad | %(v/v) | 75[15] | 64.75[16] |
| C/N | - | 80-150:1[17] | 95:1[17] |
| Coef. Biodegradabilidad | | 0.0040 | 0.1192 |
| Humedad | % | 50 | 50 |
| Tamaño de partícula | | | |
| >25 mm | % | 50 | - |
| 10-5 mm | % | - | 50 |

Promedio ± desviación estándar sobre tres muestras para sólidos volátiles

MATERIALES DE COMPOSTAJE



Cascarilla de arroz



Residuos de poda

SISTEMA DE COMPOSTAJE

Esquema de compostadores.

(1) *Entrada de aire.*

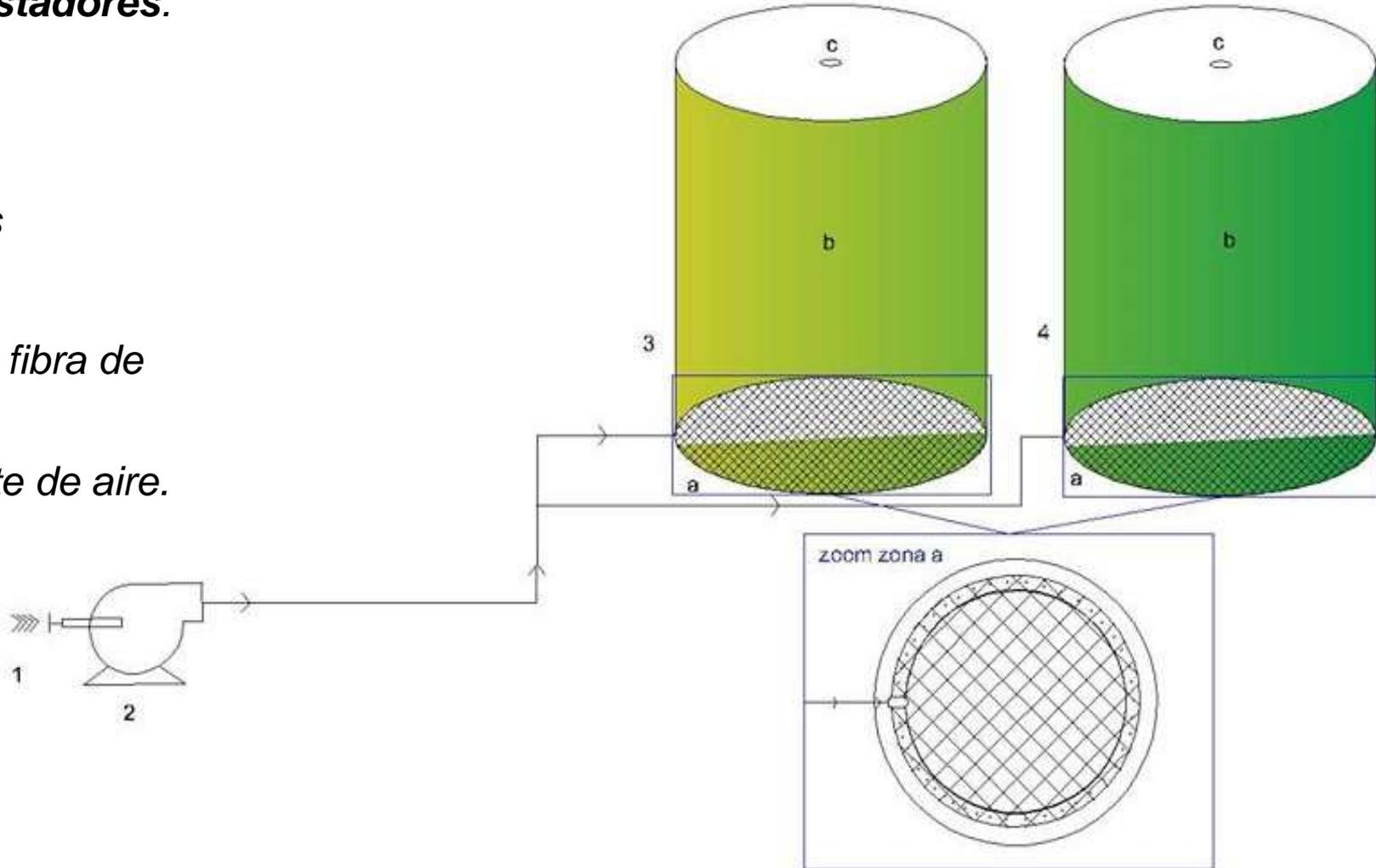
(2) *Compresor*

(3 y 4) *Compostadores*

(a) *Rejilla*

(b) *Aislante térmico de fibra de vidrio*

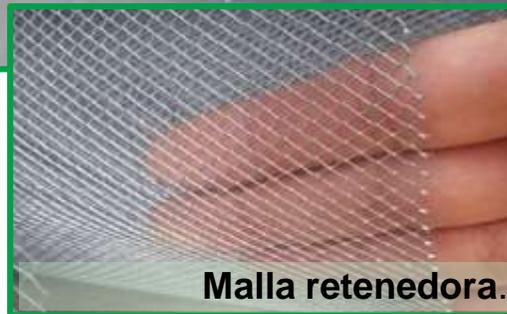
(c) *salida de la corriente de aire.*



SISTEMA DE COMPOSTAJE



Entrada de aire.



Malla retenedora.



Aislante Térmico.



Acople

SISTEMA DE COMPOSTAJE



Compost

Pollinaza-Residuos poda



Compost

Pollinaza-Cascarilla

SISTEMA DE BIOFILTRACIÓN

| Características | Unidades | Lecho | Lecho filtrante |
|-------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|
| | | filtrante PO (poda) | CA (Cascarilla de arroz) |
| pH | - | 7.98 | 8.08 |
| Materia orgánica | gKg ⁻¹ | 74,01 | 55.42 |
| Sólidos volátiles | mg/mk | 838.8±21 | 710.7±7.1 |
| Temperatura | °c | 20 | 19 |
| Coef. Biodegradabilidad | | 0.7822 | 0.218 |
| Humedad | % | 50 | 50 |
| Tamaño de partícula | | | |
| >25 mm | % | 50 | - |
| 10-5 mm | % | - | 50 |

Promedio ± desviación estándar sobre tres muestras para sólidos volátiles

LECHOS FILTRANTES



Cascarilla de arroz

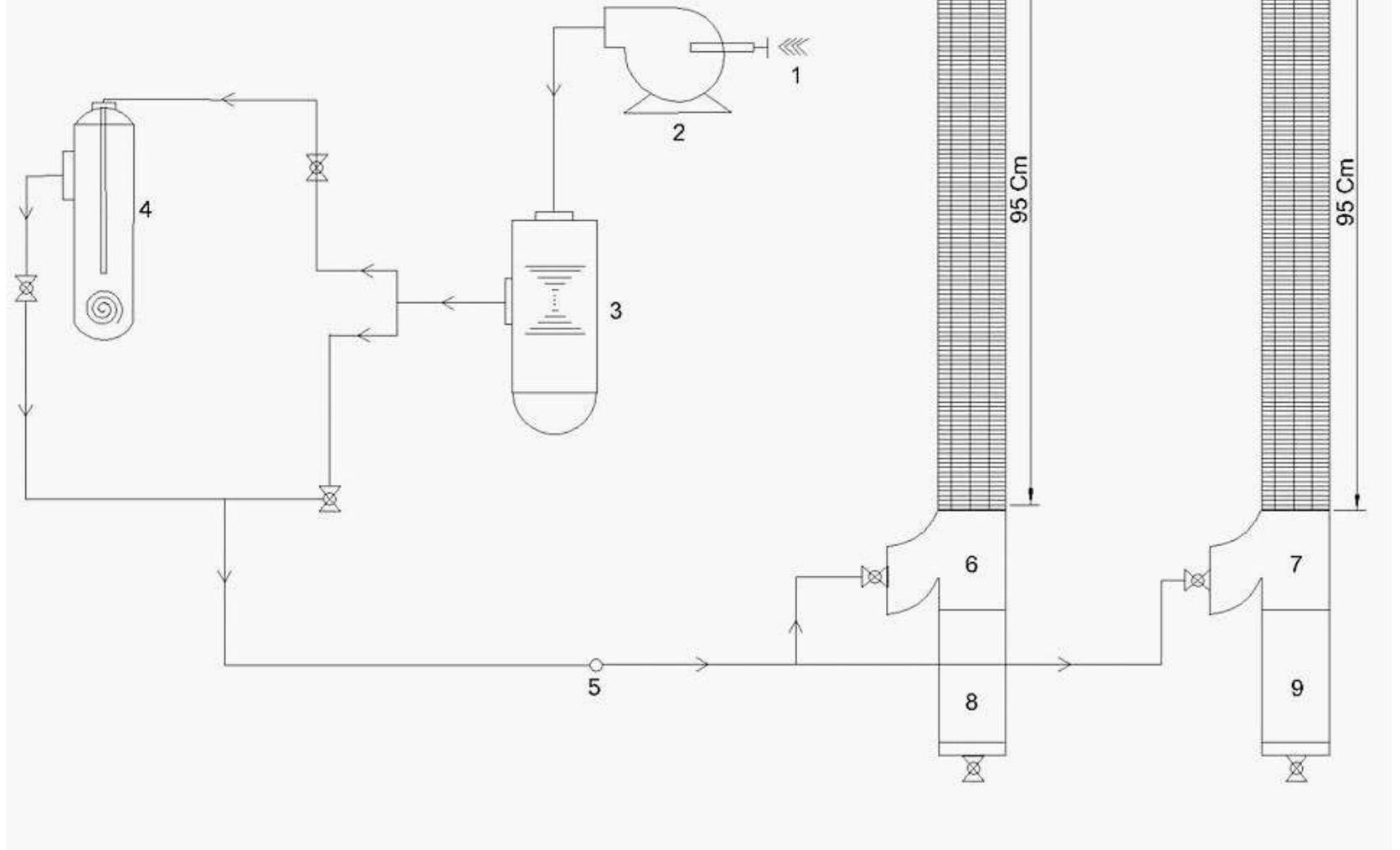


Residuos de poda

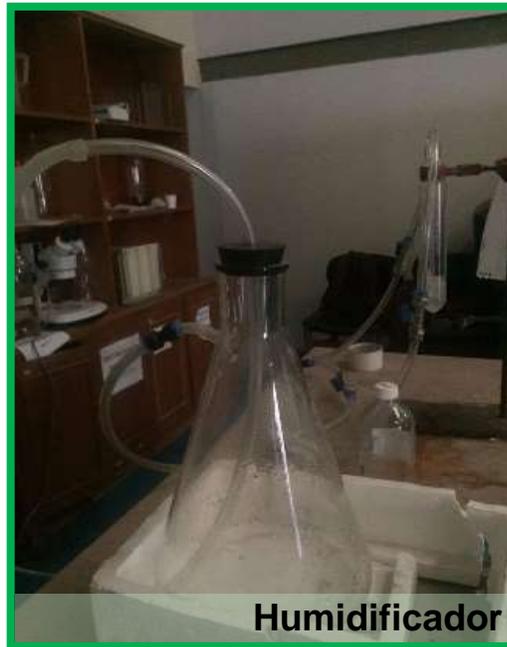
SISTEMA DE BIOFILTRACIÓN

Esquema del sistema de biofiltración a escala piloto.

- (1) *Entrada de aire.*
- (2) *Compresor.*
- (3) *Zona de humidificación de aire.*
- (4) *Zona de volatilización del contaminante.*
- (5) *Punto de muestreo a la entrada.*
- (6) *Biofiltro PO.*
- (7) *Biofiltro CA.*
- (8 y 9) *Drenaje de agua*
- (10 y 11) *Salida del gas del biofiltro / muestreo puerto de salida.*



SISTEMA DE BIOFILTRACIÓN



SISTEMA DE BIOFILTRACIÓN



MÉTODOS ANALÍTICOS

Humedad de los lechos

Norma CEN-EN 13040 standard

$$\%h = \left(\frac{m_{wet} - m_{dry}}{m_{wet}} \right)$$



$$LTS_{water} = \frac{m_{wet} * (50\% - \%h)}{100000}$$

DONDE:

$\%h$: porcentaje de humedad (%); m_{wet} : muestra húmeda (kg); m_{dry} : muestra seca (kg).

$Lts_{water}(lt)$: litros de agua; $w_{compost}$: peso del compost (kg).

MÉTODOS ANALÍTICOS

Método para obtención de sólidos volátiles

$$ST = \frac{(m_{dry} - w_{crucible}) * 1000}{m_{wet} - w_{crucible}}$$

Sólidos totales

$$SV = \frac{(m_{dry} - w_{ash}) * 1000}{w_{mcrucible} - w_{crucible}}$$

Sólidos volátiles

$$SF = \frac{(w_{ash} - w_{crucible}) * 1000}{w_{mcrucible} - w_{crucible}}$$

Sólidos fijos

DONDE:

ST: sólidos totales; **m_{wet}** : peso muestra húmeda; **SV**: sólidos volátiles; **m_{dry}** : peso de muestra seca;

w_{ash} : peso de cenizas; **$w_{mcrucible}$** : peso del crisol con muestra; **$w_{crucible}$** : peso del crisol sin muestra;

SF: sólidos fijos.

MÉTODOS ANALÍTICOS

Método para obtención
de coeficiente de
biodegradabilidad

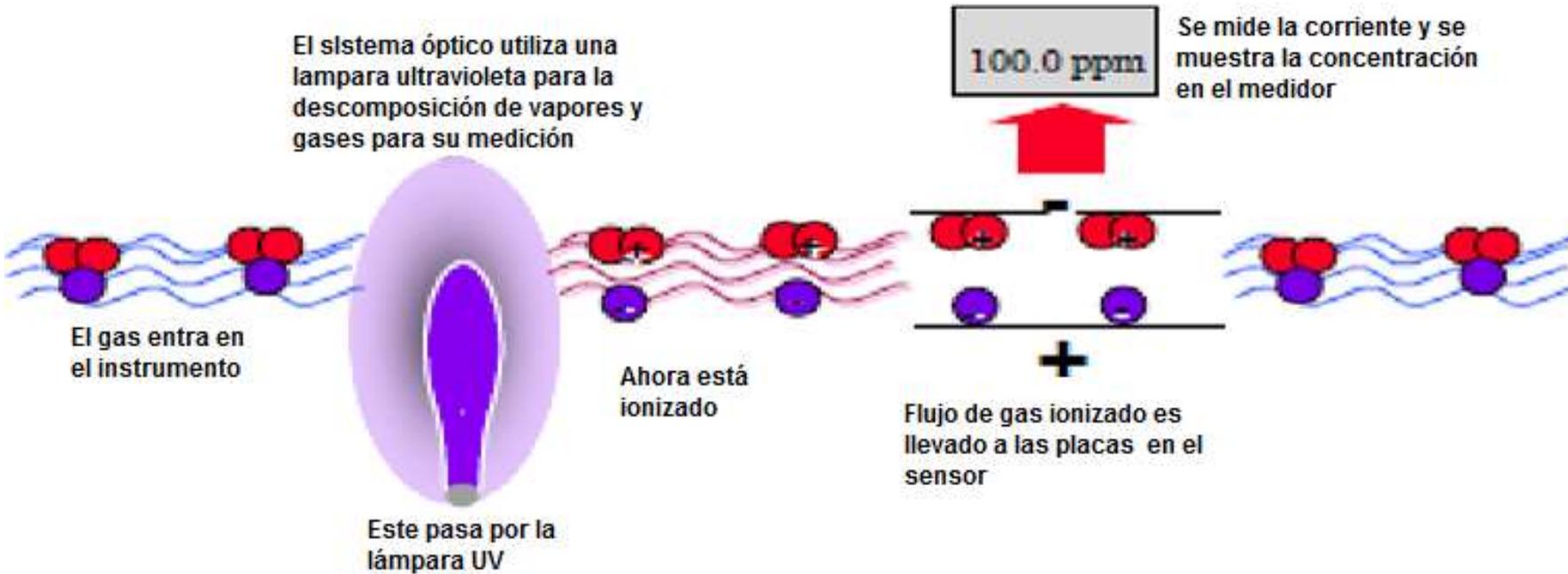
$$Km = \frac{(OM_1\% - OM_2\%) 100}{OM_1\%(100 - OM_2\%)}$$

DONDE:

- $OM_1\%$ es el contenido total inicial de materia orgánica, % de solidos totales y $OM_2\%$ es el contenido total de materia orgánica total, % de solidos totales.

MÉTODOS ANALÍTICOS

Método de medición de COV's



Detector de gases (RKI GX-6000 industries, model bul – 6000, JAPAN, VOC portátil ana-Lyser) equipado con una lámpara de 10,6 eV para fotoionización calibrado con isobutileno.

MÉTODOS ANALÍTICOS

Método de medición de COV's

$$\%remoción = \left| \left(\frac{C_1 * 100}{C_2} \right) - 100 \right|$$

DONDE:

- C_1 es la concentración obtenida en el detector de gases en la salida (ppm), y C_2 es la concentración del ácido acético a la entrada del biofiltro (ppm).

RESULTADOS Y ANALISIS

Análisis de parámetros del compostaje

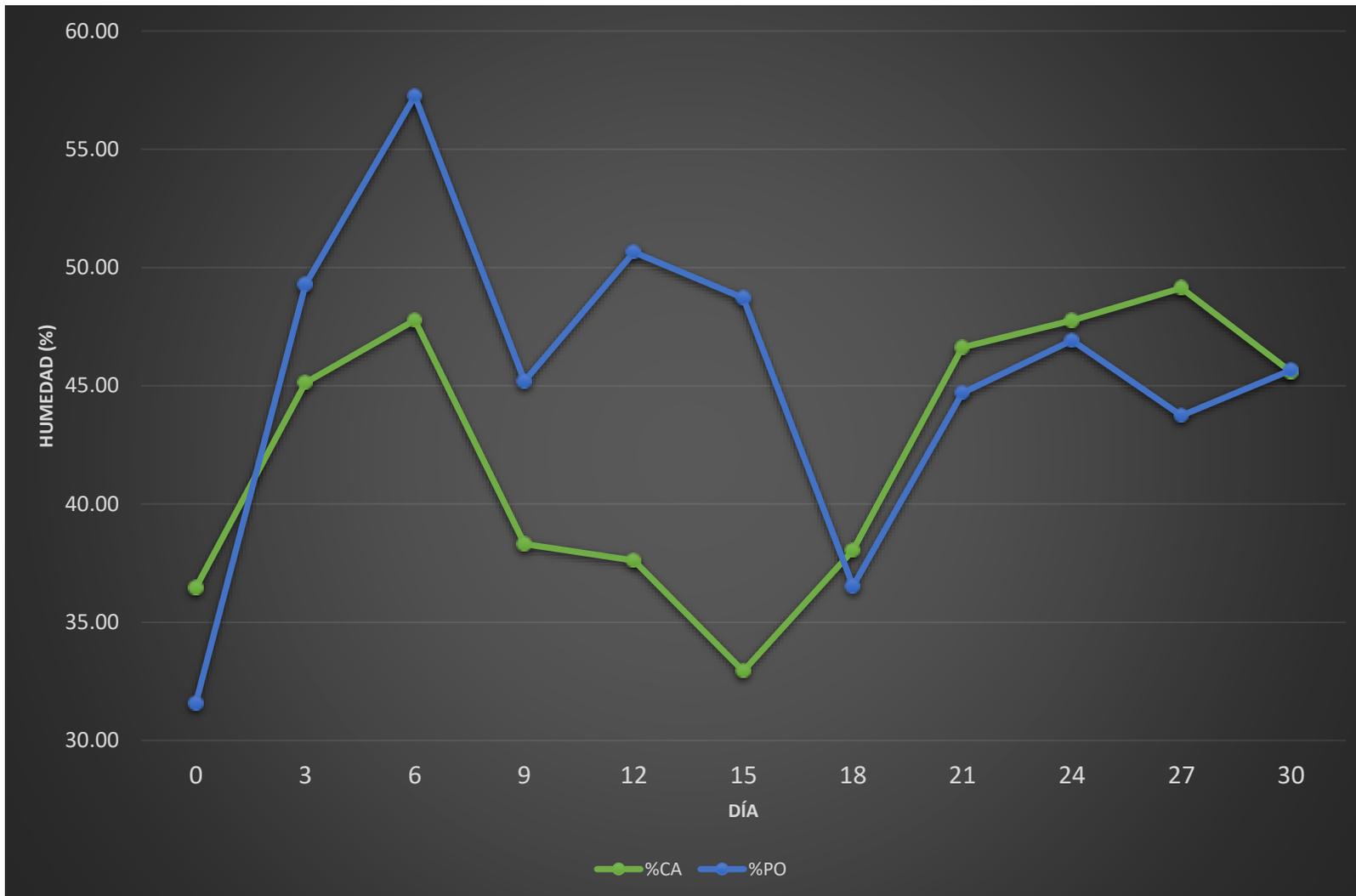
Temperatura



- Incremento inicial en la temperatura.
- Relación entre la temperatura y la actividad microbiana es directa.

Análisis de parámetros del compostaje

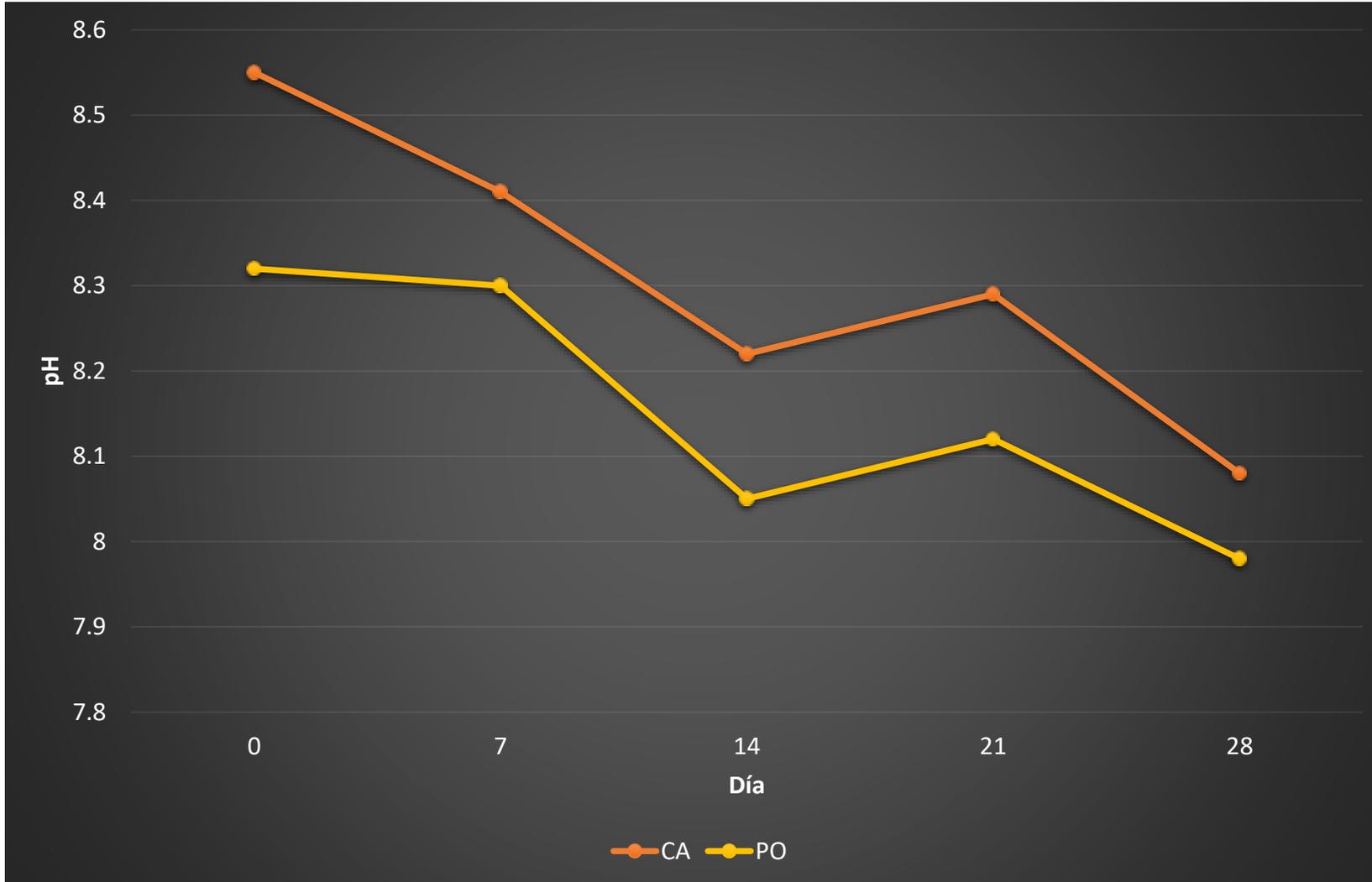
Análisis de humedad



- Variación del rango entre 40%-50%.

Análisis de parámetros del compostaje

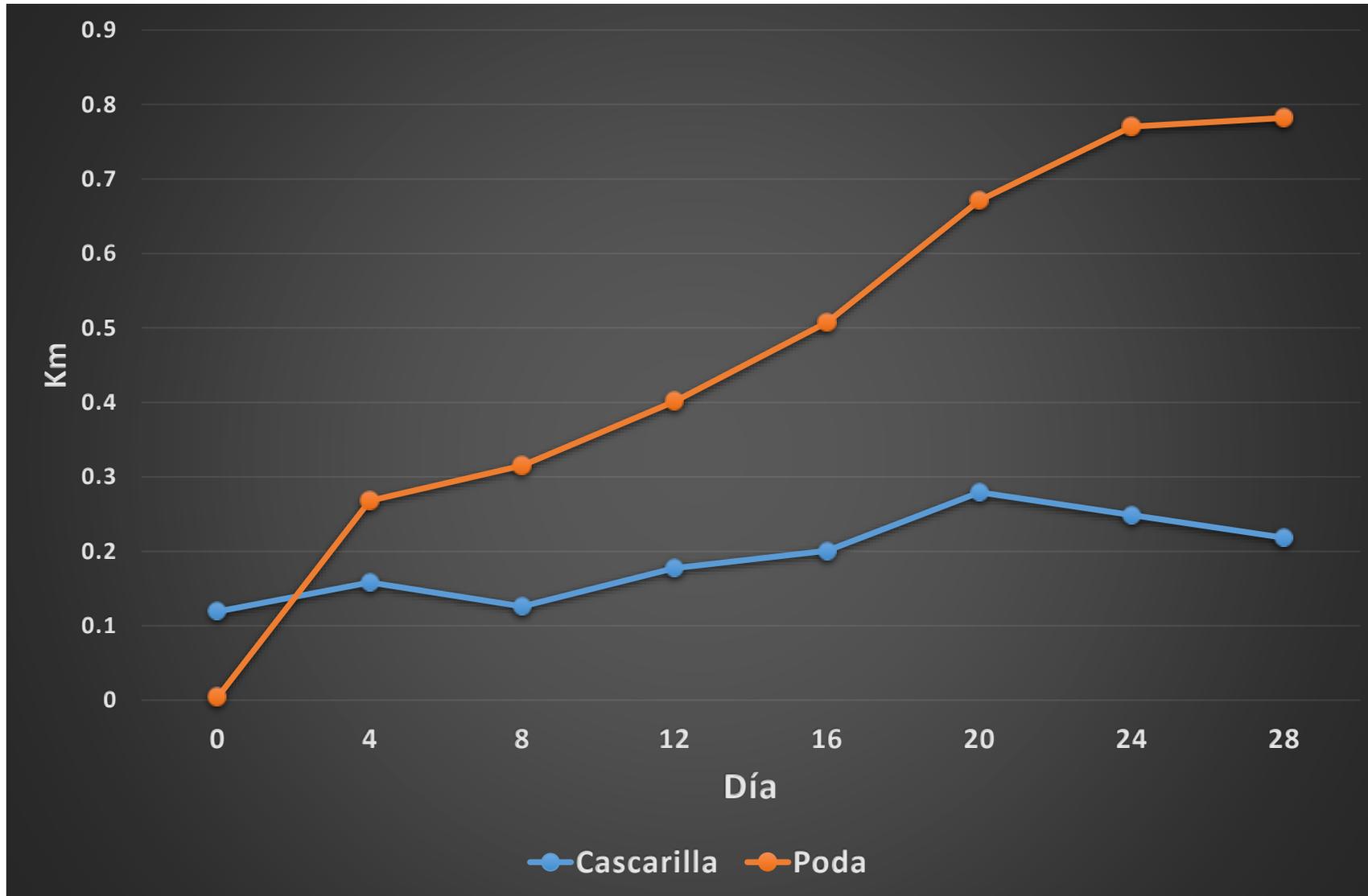
Análisis de variación de pH



- pH alcalino para ambos compostadores.

Análisis de parámetros del compostaje

Coefficiente de biodegradabilidad

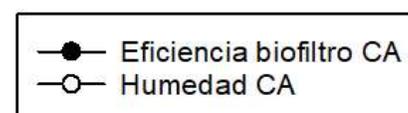
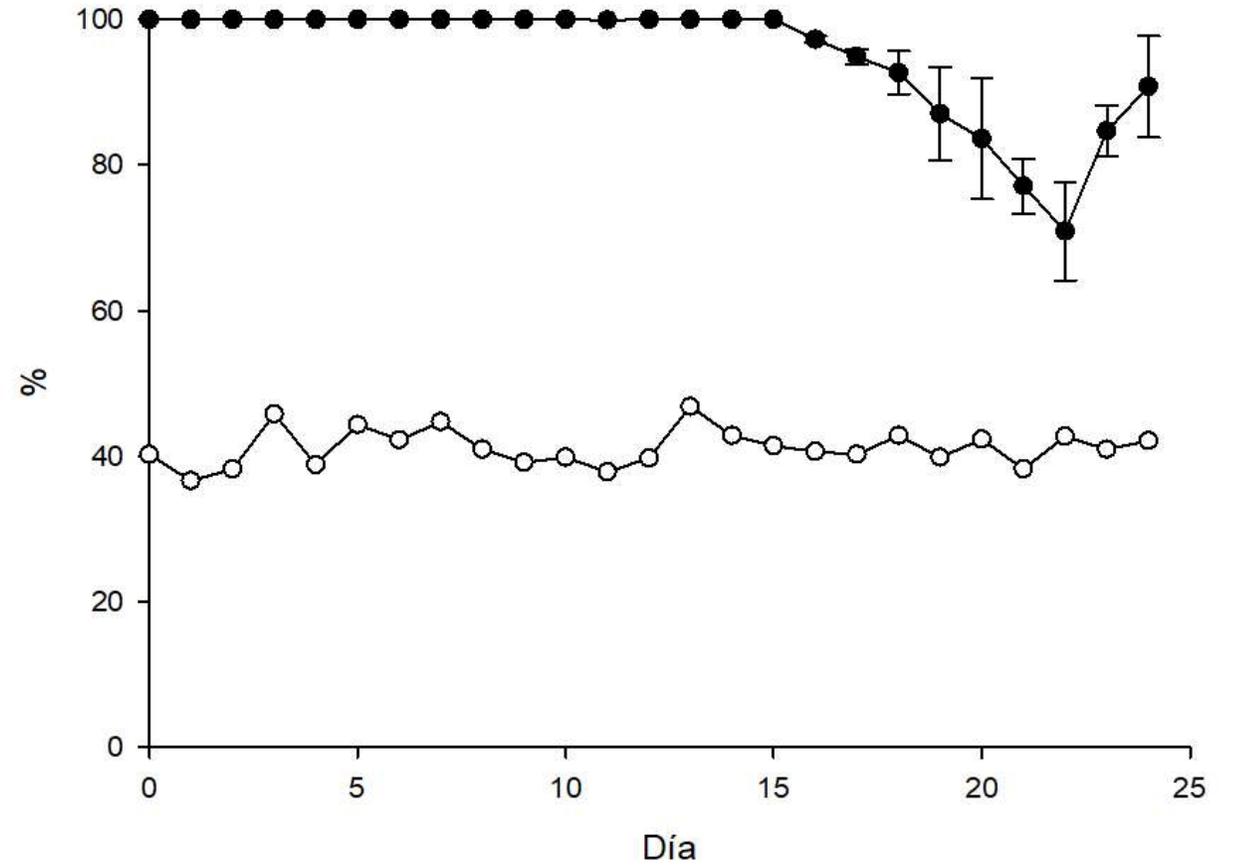
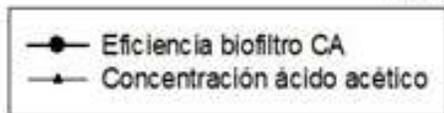
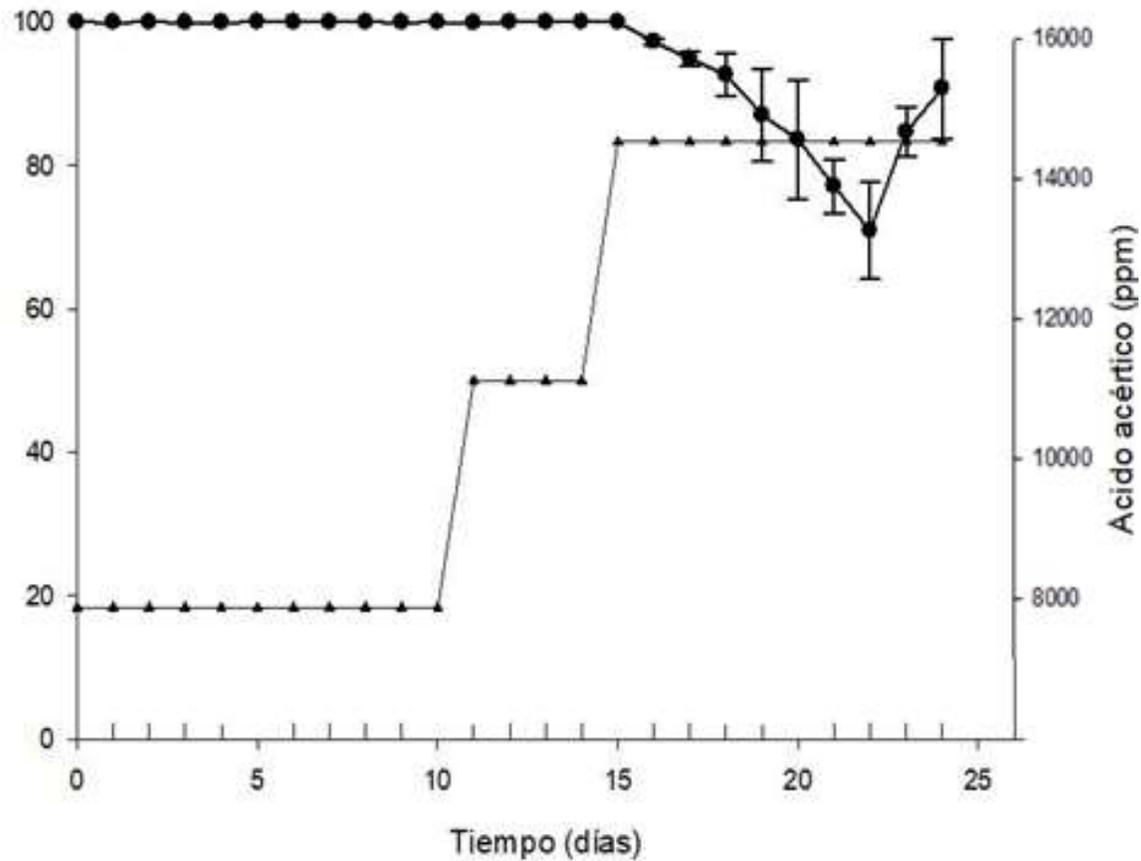


- Disponibilidad de materia orgánica en el sustrato.

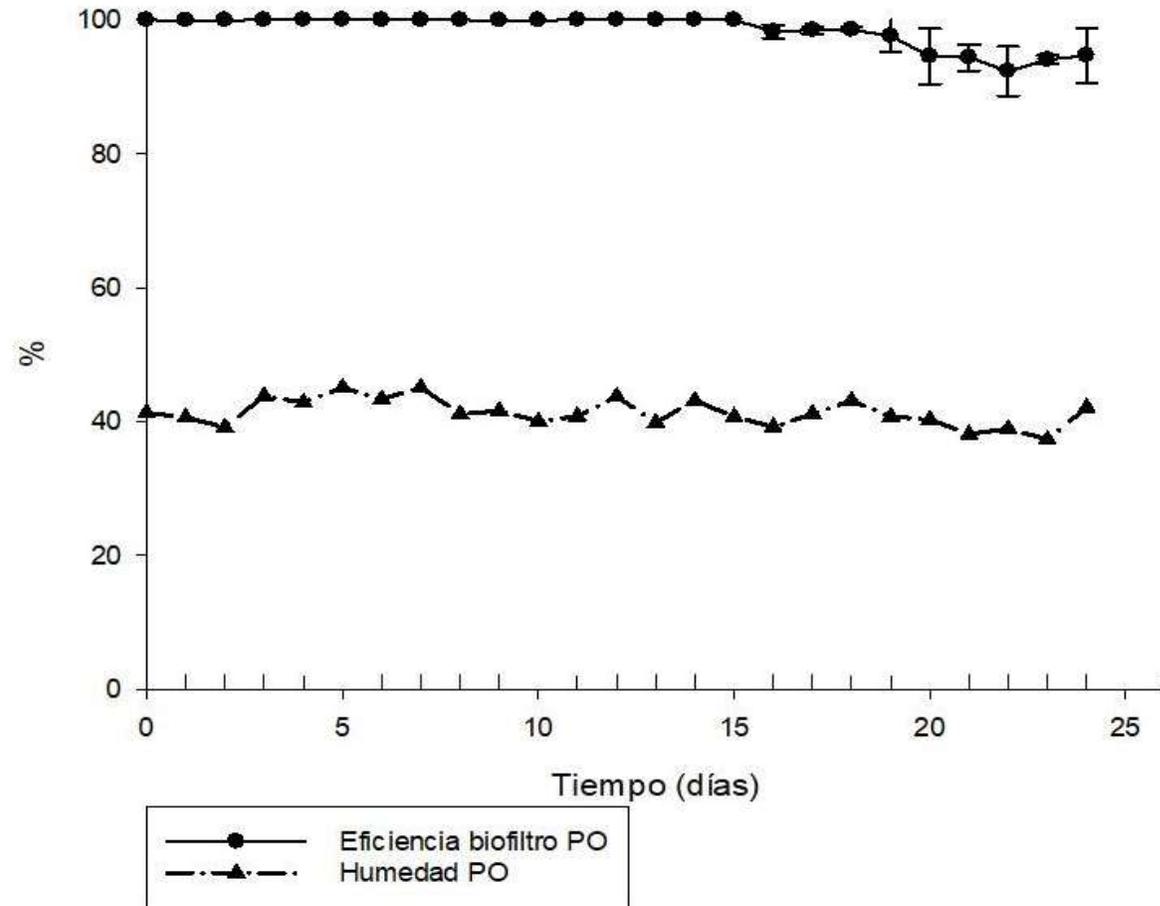
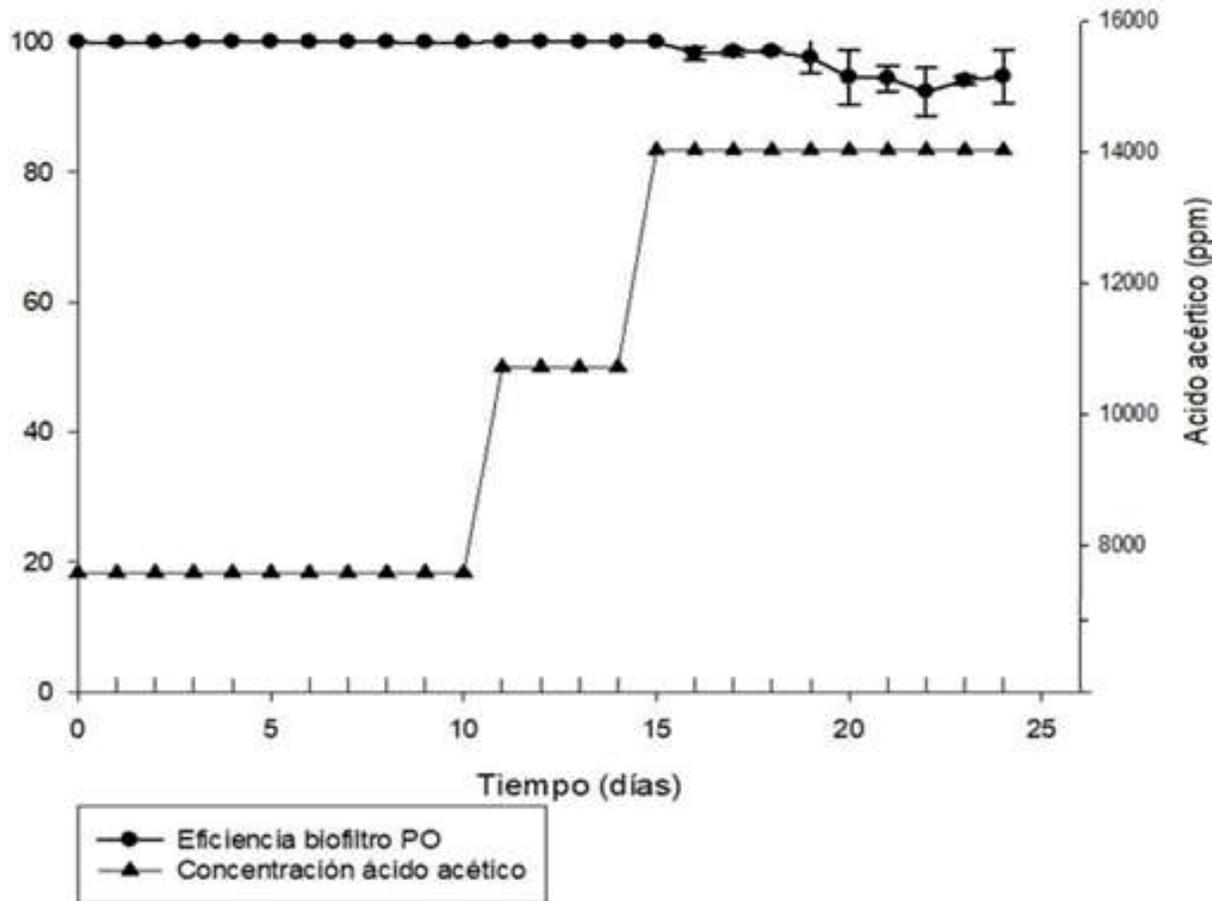
ANÁLISIS SISTEMA BIOFILTRACIÓN



Análisis de datos de biofiltros



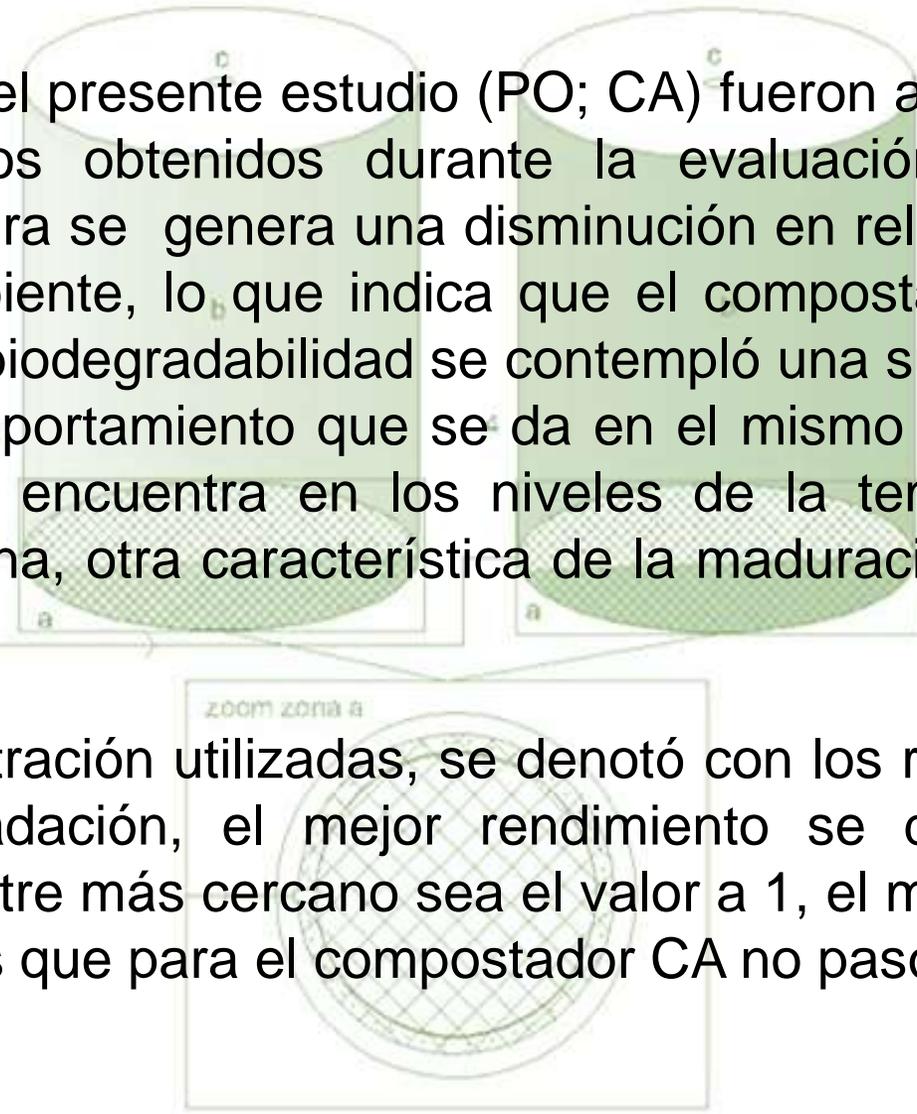
Análisis de datos de biofiltros



Conclusiones

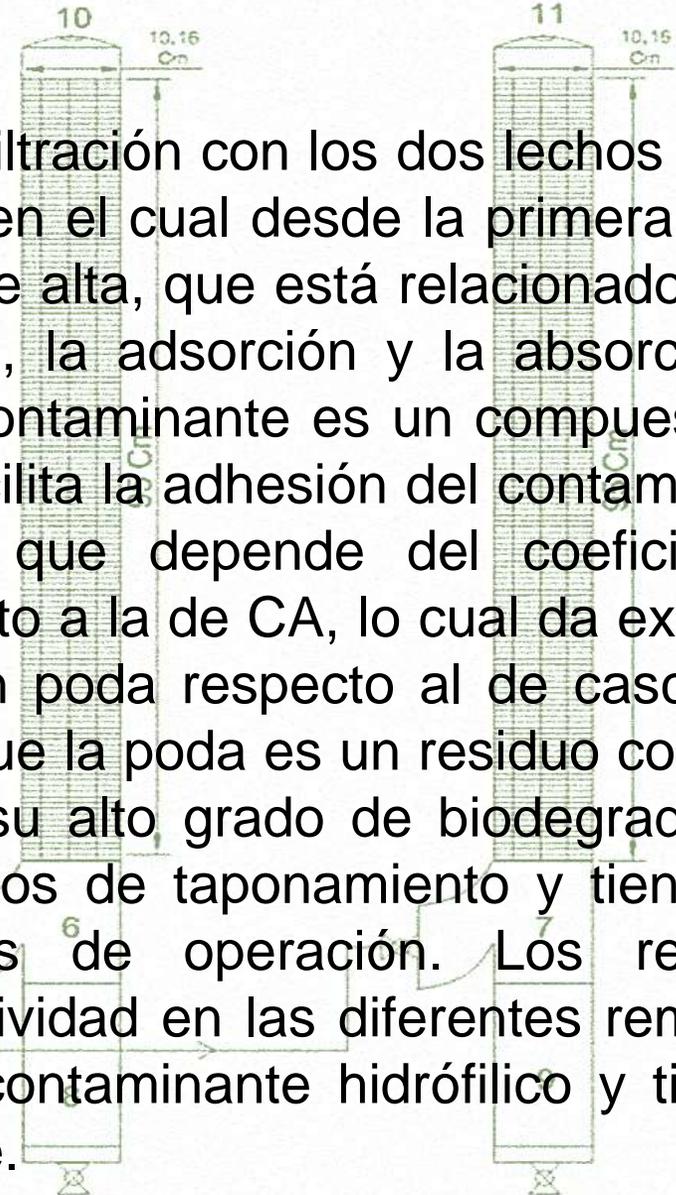
Los medios usados en la primera fase para el presente estudio (PO; CA) fueron aptos para el compostaje, de acuerdo con los datos obtenidos durante la evaluación de los compostadores (PO; CA). Para la temperatura se genera una disminución en relación a la inicial, hasta llegar a una temperatura ambiente, lo que indica que el compostaje se ha madurado. Para el caso de la constante de biodegradabilidad se contempló una subida que posteriormente se mantiene constante, comportamiento que se da en el mismo momento en que la temperatura del compostaje se encuentra en los niveles de la temperatura ambiente, dado a la baja actividad microbiana, otra característica de la maduración de los compostajes.

En cuanto a las dos mezclas de lecho de filtración utilizadas, se denotó con los resultados obtenidos en las constantes de biodegradación, el mejor rendimiento se dio en el compostador PO, ya que es más estable, entre más cercano sea el valor a 1, el material es más estable, valor que llega a 0.78, mientras que para el compostador CA no pasó de 0.28.



Conclusiones

Para la remoción de ácido acético con el sistema de biofiltración con los dos lechos filtrantes (PO; CA), se observó un periodo de aclimatación nulo, en el cual desde la primera semana se obtiene una eficiencia de eliminación del contaminante alta, que está relacionado por dos factores determinantes durante el proceso de filtración, la adsorción y la absorción, que ocurren ese mismo orden, el primero debido a que el contaminante es un compuesto polar que se caracterizan por ser hidrofílico, propiedad que facilita la adhesión del contaminante al lecho filtrante húmedo y el segundo, la absorción que depende del coeficiente de biodegradabilidad, que es alto para la mezcla PO respecto a la de CA, lo cual da explicación al mejor rendimiento para el biofiltro con la mezcla con poda respecto al de cascarilla de arroz de aproximadamente 20 puntos porcentuales, ya que la poda es un residuo con un alto contenido de celulosa, los cuales se caracterizan por su alto grado de biodegradabilidad, además se evidenció que la poda tiene menores efectos de taponamiento y tiene mayor capacidad de adaptación a condiciones transitorias de operación. Los resultados demostraron que el medio de PO tuvo una mayor efectividad en las diferentes remociones para el ácido acético, teniendo en cuenta que es un contaminante hidrofílico y tiene una mayor facilidad de eliminación en biofiltros de compostaje.



BIBLIOGRAFÍA

Kaiqiong Qiu, L. Y. (2014). Historical industrial emissions of non-methane volatile organic compounds in China for the period of 1980–2010. *Atmospheric Environment*, 86.

Kennes, c. (18 de abril de 2013). Bioprocesos para la eliminación de contaminantes volátiles: estado actual de conocimientos y futuras tendencias. La Coruña, España.



AGRADECIMIENTOS

Iván cabeza Rojas

Mario Andrés Hernández Pardo

Universidad Santo Tomas

Universidad EAN

¡GRACIAS!

