

Juan Francisco Arteaga Quintana

Director: Pablo Jarrín (Ph.D)

Universidad Internacional SEK

TRABAJO DE FIN DE CARRERA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO

DE INGENIERO EN BIOTECNOLOGIA

“EVALUACIÓN DE DOS TÉCNICAS DE PRE-TRATAMIENTO PARA
LA DEGRADACIÓN DE DESECHOS LIGNOCELULÓSICOS
PROVENIENTES DEL DMQ”

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCION

Los residuos sólidos en general han ocasionado impactos ambientales negativos por su disposición inadecuada, esto es debido a que cada vez aumentan por el incremento de población mundial relacionado a los hábitos de consumo de los individuos. A partir del problema ambiental que los residuos generan se ha procurado investigar posibles soluciones, desde la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos hasta el proceso de reciclaje para la transformación de los residuos sólidos urbanos orgánicos (RSUO) nuevamente en materia prima, asimismo se ha utilizado tratamientos como es el proceso de compostaje y como también la producción de biogás. Los residuos que contienen tejidos lignocelulósicos en las plantas, constituyen el mayor almacenamiento de energía fotosintética y materia orgánica renovable.

Las etapas importantes en la bio-conversión de los residuos orgánicos son: La reducción de tamaño de la biomasa, el pre-tratamiento, el compostaje y la hidrólisis. En el presente estudio se enfocará el tratamiento de los residuos sólidos urbanos orgánicos utilizando el Compost, realizando mediciones de

variables consideradas relevantes para evaluarlas con el fin de conocer la capacidad de los microorganismos en transformar la materia orgánica, así como también el tiempo de degradación o velocidad de reacción. Variables importantes como la relación C/N, pH, temperatura, etc. darán a conocer el resultado de la degradación.

Para realizar un análisis estadístico de comparación en el estudio se utilizará nueve repeticiones de la totalidad de los tratamientos, es decir, tres repeticiones utilizando un ácido orgánico (Ácido Cítrico), otras tres repeticiones utilizando una mezcla de microorganismos degradadores llamado Microcompostic® y finalmente las últimas tres repeticiones que vendrían a ser la prueba testigo, todo esto con el objeto de probar cuál de estos tres tratamientos ayudarán de una u otra manera al proceso de transformación de los residuos orgánicos, aportando a futuros estudios el uso de diferentes componentes adicionales al proceso del compost para obtener un mejor sustrato en el menor tiempo posible.

OBJETIVO PRINCIPAL

- ✓ Evaluar dos técnicas de pre-tratamiento para la degradación de lignocelulosa de los RSUO provenientes del DMQ.

MARCO TEORICO

El proyecto se efectuó en las instalaciones de la Universidad Internacional SEK en las cercanías de la facultad de ciencias ambientales, el experimento constó de una estructura que le brindará protección de las lluvias y fuertes vientos manteniendo una temperatura óptima. Dentro de la estructura se colocó “nueve camas o pilas” que serán las diferentes repeticiones donde se pondrán los residuos orgánicos para su degradación, se utilizan nueve repeticiones por el modelo estadístico de comparación, se aplicarán los tratamientos mencionados

cada tratamiento en tres camas escogidas al azar. Por otro lado la recolección de muestras se realizarán en las estaciones de transferencia ET1 y ET2 ubicadas en el DMQ.

Estudios previos expusieron la definición del compostaje como un proceso natural, biológico y oxidativo, en el que intervienen varios microorganismos aerobios que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila dando al final como producto de los procesos de degradación de dióxido de carbono, agua y minerales, como también una materia orgánica estable, libre de patógenos (Arrollave, 1999). Por otro lado entre los diferentes métodos de adecuación de los residuos orgánicos para fines agrícolas destaca el compostaje (Abad & Puchades, 2002; Climent et al, 1996), tanto desde el punto de vista ecológico como económico, (Raviv, 1998).

El compostaje es una técnica muy antigua, sin embargo con el empleo de la biotecnología como herramienta se está investigando acerca de mejoras en cuanto a la prevención ambiental como también a la disposición de los residuos (Franco, 2003). El daño ambiental por la generación de residuos, acompañado del mal manejo de grandes volúmenes de basura y la ausencia de políticas de mejoramiento y/o reutilización de materia orgánica, ha dado una pauta para que países industrializados tengan una visión hacia el compostaje como salida a los problemas anteriormente mencionados (Sztern et al, 2012). Es interesante el punto de biotransformar un desecho y tornarla nuevamente en materia prima con el fin de prevenir contaminación, o mejor dicho obtener un producto de alta calidad para un sin número de beneficios (abonos nutricionales, enmiendas orgánicas, etc.), teniendo sobre todo como primera normativa el cuidado del ambiente.

VARIABLES DE MEDICIÓN

El pH o cantidad de acidez o alcalinidad del sustrato: Las bacterias pueden tolerar rangos que van de 6,5 a 7,5 pero hay cierto grupo de bacterias que pueden tolerar mayores o menores rangos.

Temperatura:

Una variable muy importante ya que en el compost hay fases donde la temperatura puede variar. Las bacterias generalmente pueden tolerar temperatura ambiente y a medida que cambia la temperatura predominan las que mejor toleren.

Humedad:

Como se sabe el compost es un proceso aerobio, es por eso que la humedad no tiene que ser muy alta aproximadamente entre 50% a 60% ya que una humedad muy baja tardaría el proceso de degradación, mientras que una humedad muy alta tornaría el proceso en anaerobio desencadenando malos olores pudriéndose el material y alterando la temperatura.

Aireación:

Para que la humedad y la temperatura se encuentren dentro de los rangos establecidos para un correcto compost, es necesaria una aireación uniforme del sustrato para que no se susciten inconvenientes.

Energía (Carbono):

Los microorganismos necesitan de energía para realizar sus respectivas funciones, eso se traduce a la disponibilidad de carbono que tengan para cumplir con su metabolismo. Para demandas y almacenamiento de energía las necesidades de carbono son mucho mayores que las necesidades de nitrógeno. Por lo tanto la relación debe ser mayor la del carbono a la del nitrógeno, aproximadamente la

relación óptima tanto para la demanda de energía como para el crecimiento va desde 25/1 a 30/1 de (C/N).

Proteína (Nitrógeno):

Como se señaló anteriormente la disponibilidad de energía para un microorganismo es muy importante para que cumpla su función de degradar o transformar la materia orgánica. Asimismo es fundamental la cantidad de proteína que se traduce a nitrógeno que necesita un microorganismo para tener un crecimiento normal.

Tiempo:

Esta variable se da a medida de que las demás variables estén dentro de los parámetros correctos de medición para tener una buena evaluación del proceso, además de lo dicho anteriormente es necesario tener un adecuado tamaño y peso del residuo para tener más que todo un proceso más acelerado, es decir en un menor tiempo posible.

Tamaño o masa crítica:

Es recomendable que los tamaños del material varíen de 4 a 12 centímetros aproximadamente.

Peso:

Es necesario tener un peso adecuado en cada pila ya sea para referenciar al principio del proceso y conocer a medida de que se siga degradando tanto el peso inicial como el final

Conductividad Eléctrica (CE):

Es la capacidad de movimiento de iones en un medio acuoso, es un indicador de la materia ionizable total presente en el sustrato, la conductividad eléctrica casi en su totalidad es el resultado del movimiento de los iones o intercambio catiónico de

impurezas disueltas en dicho sustrato. Para un buen proceso de compostaje es necesario que la materia orgánica tenga baja CE < a 3000us/cm.

METODOLOGÍA (muestreo).

- ✓ Se recolectó la basura de un único sitio donde exista un promedio de todo tipo de residuo como una Estación de Transferencia.
- ✓ Las muestras en un comienzo fueron lo suficientemente grandes para posteriormente pre-tratarlas.
- ✓ La muestra fue molida, troceada o triturada después de llegada a las instalaciones de la UISEK.
- ✓ Inmediatamente después de triturada, la muestra se homogenizó rápidamente.
- ✓ Después de homogenizada se retiraría los 20 kg necesarios de cada parcela de basura para sus primeras mediciones en laboratorio, verificando si no existen restos de materia inorgánica.
- ✓ Se midió varias veces para evitar errores en las primeras mediciones.

VARIABLES

pH:

Para efectuar la respectiva medición de las variables como el pH se procedió a obtener aproximadamente 2 Kg de material a compostar, se colocó 50 gramos de la mezcla en un vaso de precipitados, se agregó 100 ml de agua destilada y se midió utilizando el multiparámetros para determinar y controlar cómo va el pH en el proceso

Temperatura:

De igual manera para medir la temperatura de cómo va avanzando cada fase del compostaje se procede a medir diariamente para estabilizar la curva de fases del compost cuando es mesófila, termófila, de enfriamiento y madurez.

Humedad

En primer lugar se pesó la masa del recipiente vacía a usar donde se coloca la muestra húmeda y se seca en la estufa, entonces se tiene un peso del recipiente vacío, después se pesa junto con la muestra obteniéndose un peso húmedo, se tomaron muestras frescas de 50 a 100 gr para obtener resultados más certeros, luego se calienta la muestra a 105 grados Celsius para secar la muestra y por último se pesa nuevamente para obtener el peso seco.

Carbono:

Se pesa cierta cantidad de la muestra seca para ser incinerarla aproximadamente por 6 horas, de manera que se elimine una fracción (sólidos volátiles) lo cual representa la parte orgánica de la muestra, quedando como remanente los sólidos totales que es la parte inorgánica.

Nitrógeno

Se lo determinó por el método de kjeldahl donde ocurren tres procesos fundamentales el de digestión que en primera instancia realiza una digestión de la materia orgánica con ácido sulfúrico, después pasa a la destilación donde se colecta el amonio para su respectiva titulación con otro ácido fuerte para determinar cuánto nitrógeno en forma de proteína tiene la muestra.

Digestión:	N (en proteína) \rightarrow NH_4^+
Destilación de NH_3:	$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3(g) + \text{H}_2\text{O}$
Colección de NH_3 en HCl:	$\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$
Titulación de HCl que no reaccionó:	$\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

Peso:

Para el peso se tomó 20 Kg en cada cama para tener una buena degradación y así se obtuvo uniformidad en todos los resultados y comparaciones de cada

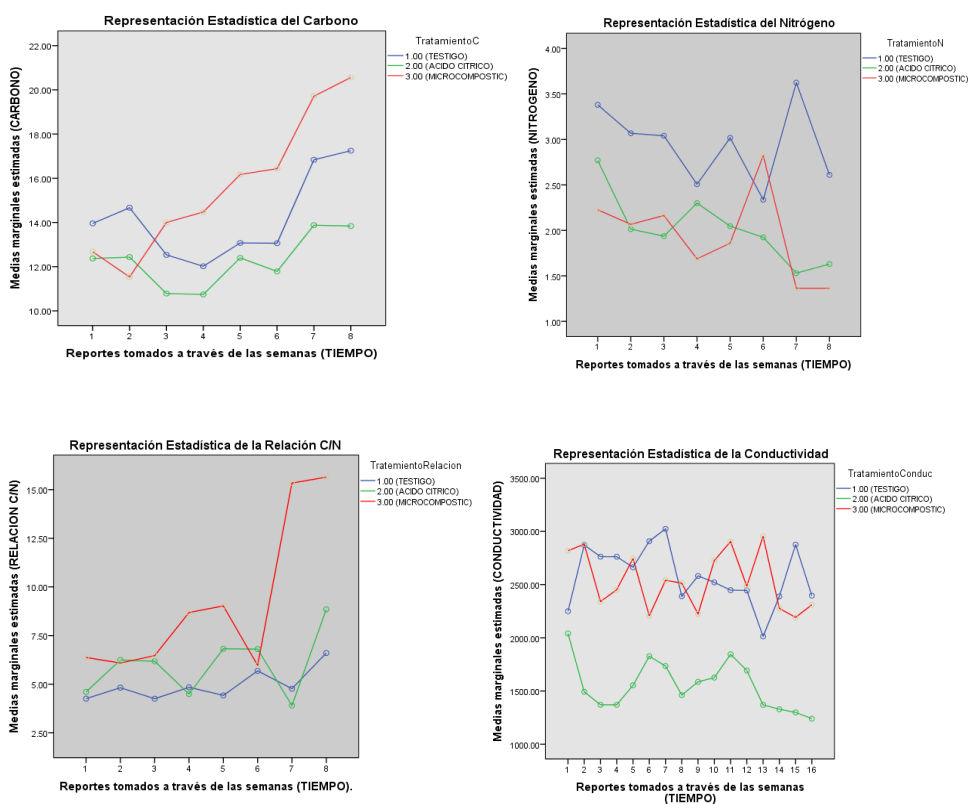
tratamiento que se evaluó, de igual manera se utilizó una balanza para pesar el material, como se pesó en un recipiente (balde) primero se pesó el recipiente vacío y después con los Residuos, con la diferencia de pesos se obtuvieron 20 Kg de materia orgánica.

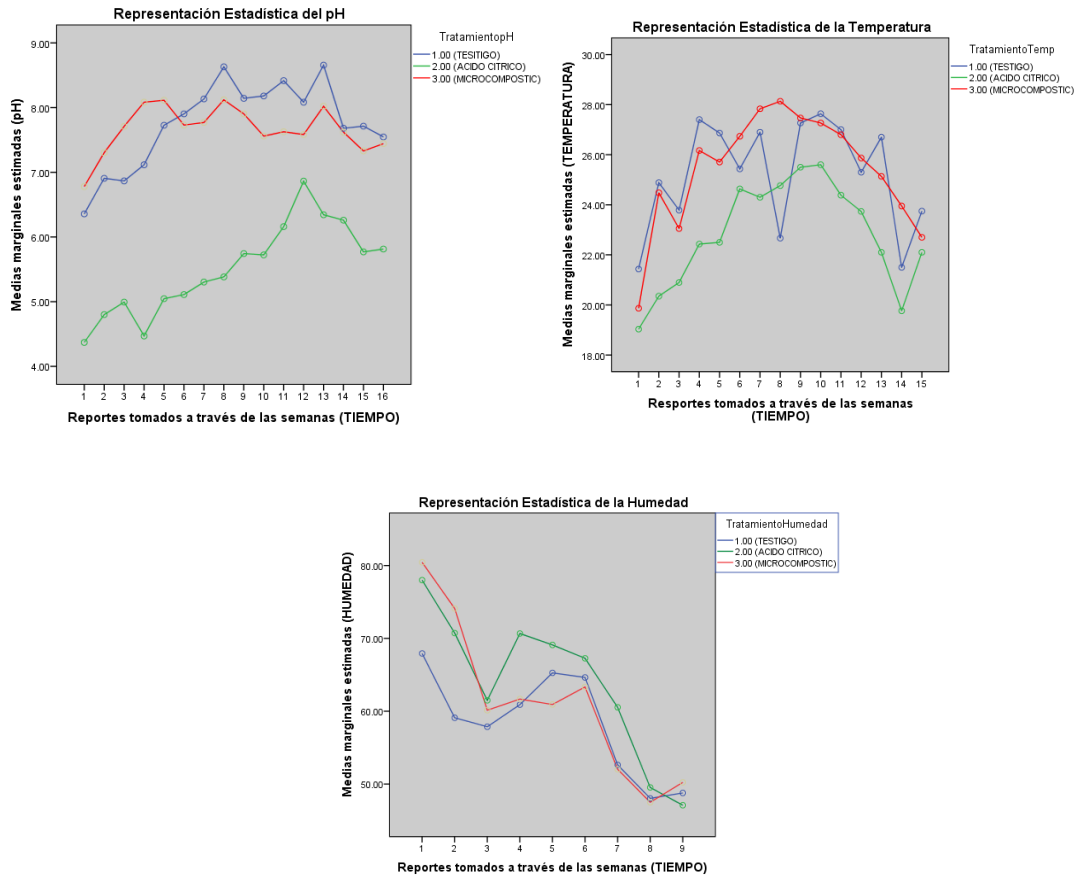
Conductividad:

Se lo determino utilizando el multiparámetros.

RESULTADOS:

Los siguientes resultados fueron el hallazgo de los comportamientos de las variables a lo largo del tiempo basado en el método estadístico de ANOVA utilizando la plataforma SPSS, en donde se determinó que el tratamiento con microompostic fue el más adecuado para la degradación de lignocelulosa.





En el experimento se puede concluir varias situaciones presentadas y comportamientos que fueron observados dentro de cada tratamiento y además en comparación entre tratamientos.

- Las pruebas estadísticas presentadas en este estudio fueron modelo para revisar las diferencias significativas de los tratamientos y así probar cuál fue el de mayor éxito.
- Según resultados estadísticos a las repeticiones donde se colocó el tratamiento 2 con ácido cítrico no tuvo efectos positivos de una adecuada descomposición de la materia orgánica, pero lo importante fue que eliminó el contenido de Metales Pesados detectado mediante la conductividad eléctrica.

- El tratamiento que tuvo mejores efectos tanto estadísticos como analíticos de descomposición adecuada de materia orgánica fue el tratamiento 3 en el que se aplicó el microcompostic cumpliendo los objetivos planteados en este estudio así como también una de las hipótesis formulada.
- Al finalizar el proceso todos los tratamientos tuvieron una humedad baja indicando una buena maduración del compost y por lo tanto un buen trabajo del volteo (aireación).
- La variable dependiente la cual es la relación C/N resultó estadísticamente significativa a través de las semanas llegando a 22,13/1,22 de relación C/N muy cercano al adecuado 25/1, este valor se logró utilizando el tratamiento con bacterias que a su vez potencializó la degradación de materia orgánica, haciendo más disponible el carbono como energía y perdiendo las altas cantidades de nitrógeno en forma de amoníaco.