

## **XII-055 - PRODUCCIÓN DE VERMICOMPOSTA A PARTIR DE PINZOTE UTILIZANDO LA LOMBRIZ *Eisenia foetida***

**María Teresa Castañeda Briones<sup>(1)</sup>**

Química Farmacobióloga, Universidad de Coahuila; Maestra en Microbiología Industrial, Universidad Autónoma de Nuevo León; Doctora en Biotecnología, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, Spain.; Profesora-Investigadora adscrita a la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Ciencias Básicas, Área de Química, de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México, D. F., México.

**Marcela Gutiérrez Toledo<sup>(1)</sup>**

Ingeniera Ambiental, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México, D. F., México

**Carolina Salcedo Escudero<sup>(1)</sup>**

Ingeniera Ambiental, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México, D. F., México

**María del Rocío Cruz Colín<sup>(1)</sup>**

Ingeniera Bioquímica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional; Maestra en Ciencias e Ingeniería Ambientales, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; Profesora-Investigadora adscrita a la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Ciencias Básicas, Área de Química, de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México, D. F., México.

**Miguel Ávila Jiménez<sup>(1)</sup>**

Ingeniero Bioquímico, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional; Maestro en Ciencias e Ingeniería de Materiales, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco; Profesor-Investigador adscrito a la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Ciencias Básicas, Área de Química, de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México, D. F., México.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. San Pablo #180 Col. Reynosa Tamaulipas, C.P.02200, México, D. F., México. Tel: +52 (55) 5318-9596 y +52 (55) 5318-9000 Extn. 2220, Fax: +52 (55) 5318-9024, Email: tcb@correo.azc.uam.mx

### **RESUMEN**

En este trabajo se presenta la producción de humus de lombriz a partir de pinzote, uno de los principales residuos de la producción platanera del Municipio de San Rafael, Veracruz, México, utilizando lombrices de tierra de la especie *Eisenia foetida*. Se precompostó una mezcla de pinzote con tierra para macetas durante dos semanas para estabilizar el pH del pinzote y se utilizaron tres proporciones por duplicado y un blanco de dicha mezcla, adicionada con estiércol de caballo, para montar las biopilas de vermicomposteo de la siguiente manera: 80% precomposta – 20% estiércol de caballo, 65% precomposta – 35% estiércol de caballo y 50% precomposta – 50% estiércol de caballo, colocadas en cajones de madera forradas con plástico. Después de cuatro meses de duración del proceso de vermicomposteo, se reafirmó que el pinzote del plátano es un residuo que puede ser degradado por lombrices de la especie *Eisenia foetida*. Se caracterizó fisicoquímicamente el humus obtenido y se determinó que su calidad fue buena, de acuerdo a la norma NMX-FF-109-SCFI-2007 y que la mezcla en la que mejor se desarrollaron las lombrices fue la que contenía 65% de precomposta y 35% de estiércol equino. Con estos resultados, se justificó la factibilidad de implementar una planta de vermicomposteo en la zona productora de plátano del Municipio de San Rafael, Veracruz, de donde se recolectó el pinzote que fue vermicompostado.

**PALABRAS-CLAVE:** Vermicomposta, pinzote, residuo agrícola, *Eisenia foetida*.

### **INTRODUCCIÓN**

En México el deterioro del suelo ha alcanzado el 17.8% de la superficie nacional debido al uso de productos químicos (SEMARNAT, 2008), por lo que el uso de abonos orgánicos ha cobrado gran importancia. Una alternativa de manejo para mejorar el estado nutricional de los suelos es el uso de mecanismos biológicos que permitan restituir su fertilidad, sin perturbar y/o empeorar su condición como lo hacen los fertilizantes químicos (Dodd et al., 1990). La agricultura actual propone el uso de abonos orgánicos, también llamados sustratos orgánicos, en los sistemas productivos como una alternativa para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sustentable (Terry y Leyva, 2006, Hernández et al., 2010).

Desde el punto de vista económico, se ha fomentado el uso de la agricultura orgánica (Gómez, 2004), ya que es una respuesta a la mejora en las prácticas agrícolas (Nieto et al., 2002), como es el no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos, para proteger el medio ambiente y la salud humana.

Dentro de los abonos orgánicos, sobresalen la composta y la vermicomposta, este último, término como se le conoce al “humus de lombriz”. Ambos son procesos biológicos que transforman restos orgánicos de distintos materiales en un producto relativamente estable para proporcionar una fuente de reemplazo adecuado de nitrógeno para las plantas en suelos bajos en nutrientes (Claassen y Carey, 2004; Chauhan et al., 2010).

Los beneficios de los abonos orgánicos son evidentes ya que mejoran las características de los suelos, tales como fertilidad, capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del nitrógeno, fósforo y potasio, mantiene valores de pH óptimos para el crecimiento de las plantas y fomenta la actividad microbiana (Nieto et al., 2002). Por otra parte, en particular la vermicomposta es el producto de un proceso consistente en la bio-oxidación y estabilización de los abonos orgánicos a través de la acción conjunta de lombrices y microorganismos, que la convierten en un material humificado y mineralizado que regenera a los suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre-explotación (Durán y Henríquez, 2007).

En comparación con otros abonos, la fertilidad que proporciona el humus de lombriz es de 5 a 6 veces mayor. Por otra parte, actúa sobre la fertilidad física de los suelos, mejorando la estructura y textura de los mismos, lo cual se traduce en una mejor aireación y movilización del agua, incrementándose el intercambio de nutrientes. Cabe señalar, que la aplicación en exceso no acarrea inconvenientes, ya que los ácidos húmicos dosifican adecuadamente la liberación de los principios activos, debido a que la vermicomposta posee una amplia gama de ventajas frente a otros abonos, pudiendo destacarse no solo un aporte de macroelementos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y de microelementos como zinc, hierro, cobre, manganeso y boro, sino que estos se hallan balanceados adecuadamente, como es en la relación carbono-nitrógeno (Schuldt, 2006).

Durán y Henríquez (2007), caracterizaron fisicoquímica y microbiológicamente la vermicomposta producida luego de tres meses, a partir de cinco sustratos orgánicos: desechos domésticos, estiércol vacuno, residuo de banano, follaje de ornamentales y broza de café. Sus resultados sugirieron que el tipo de materia prima utilizada para la elaboración de la vermicomposta determinaría en mucho las características finales del material, lo que involucra una mayor investigación de las fuentes utilizadas para su producción. Posteriormente Durán y Henríquez (2009), evaluaron el crecimiento, reproducción y adaptación de la lombriz *Eisenia foetida* (*E. foetida*) en los 5 sustratos orgánicos antes mencionados, quienes concluyeron que el crecimiento y reproducción de la lombriz, están directamente relacionados con el tipo de sustrato en el cual vive y se desarrolla.

Previo a este trabajo, en la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco (UAM-A), se llevó a cabo un proceso de vermicomposteo a partir de residuos de la industria de la caña de azúcar, particularmente cachaza, adicionando estiércol equino (Álvarez, 2010), del cual se obtuvo el pie de cría de las lombrices composteras de la especie *E. foetida* utilizadas en este trabajo.

El objetivo del presente trabajo fue producir humus de lombriz a partir del pinzote, uno de los principales residuos de la producción platanera, utilizando lombrices de la especie *E. foetida*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experimentación se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la UAM-A, de la ciudad de México, D. F., México, donde se estableció un sitio con las condiciones adecuadas para ello.

### Precomposteo del pinzote

- **Recolección**

La selección y recolección del pinzote, rama del árbol de plátano de donde cuelgan las pencas (Figura 1A), se llevó a cabo en la zona platanera de San Rafael, Veracruz, México. Se seleccionó el pinzote como el residuo ideal para realizar la experimentación, debido a su abundancia y facilidad de recolección. Se recolectaron 20 kg de pinzote (Figura 1B).



**Figura 1: Pencas de plátano sostenidas por el pinzote (A), pinzote recolectado para el proyecto (B).**

- **Acondicionamiento**

El pinzote fue cortado usando una picadora Vermeer Bc1000, y posteriormente se realizaron pruebas preliminares para determinar si éste podía ser degradado en un proceso de vermicomposteo, inoculando 30 lombrices de *E. foetida* en una biopila con pinzote mezclado con tierra para macetas. Las lombrices no sobrevivieron debido a la alcalinidad de la mezcla (pH de 10), por lo que se procedió a realizar el precomposteo del pinzote mezclándolo con tierra para macetas en relación 1:1, para estabilizarlo y neutralizar su pH. Durante el proceso de precomposteo, se hizo la selección de la población de *E. foetida*, utilizando únicamente individuos adultos (Figura 2).



**Figura 2: Lombrices de tierra *E. foetida*, en estado adulto.**

## **Proceso de Vermicomposteo**

- **Montaje de las Biopilas**

Para la construcción de las biopilas se usaron cajones de madera forrados con plástico, para evitar escurrimiento de lixiviados y pérdida de muestra (Figura 3). A partir del pinzote precompostado y estabilizado en cuanto al pH, se prepararon por duplicado tres mezclas de éste con estiércol equino no fresco, inoculadas con 15 lombrices adultas cada una y simultáneamente se preparó un blanco sin inocular.



**Figura 3. Construcción de las biopilas en cajones de madera forrados con plástico.**

La composición de las mezclas preparadas para cada biopila se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1: Porcentajes de los sustratos utilizados para cada biopila.**

Biopilas	Pinzote precompostado	Estiércol equino
Biopila 1 y 1'	80%	20%
Biopila 2 y 2'	65%	35%
Biopila 3 y 3'	50%	50%
Blanco	80%	20%

Para cada biopila, se controlaron los parámetros de humedad y aireación una vez por semana para mantener las condiciones adecuadas para la supervivencia de las lombrices (Capistrán et al., 2004).

### Obtención y Caracterización de la Vermicomposta

Las biopilas se muestrearon cada 2 semanas, dando un total de 6 muestras para cada una (M0, M1, M2, M3, M4 y M5). Durante cada muestreo se determinaron los siguientes parámetros: pH, de acuerdo a Linares et al. (2007); humedad, utilizando una técnica empírica y cualitativa (Capistrán et al., 2004); nitrógeno, por el Método Kjeldhal modificado, de acuerdo a Reyes (2002); fósforo total, por el Método de Bray y Kurtz (1945) actualizado por Linares et al. (2007); materia orgánica por el Método de Calcinación, de acuerdo a Espinoza (2010). Los resultados de estos parámetros indicaron el avance del proceso y la producción y calidad de la vermicomposta, de acuerdo a la norma NMX-FF-109-SCFI-2007.

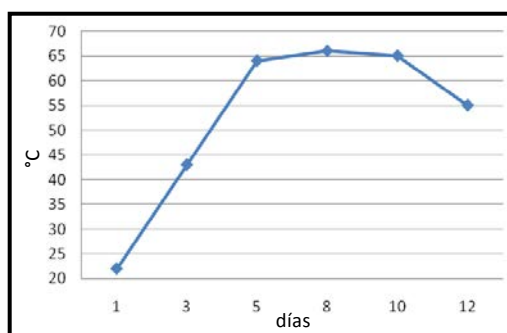
Al finalizar el proceso de vermicomposteo, el cual tuvo una duración de cuatro meses, se contó la población de lombrices de las siete biopilas, separando una por una del humus y posteriormente contándolas manualmente. De la misma manera se contaron los capullos (Capistrán *et al.*, 2004).

El color del humus se determinó mediante un estudio visual *in situ* de acuerdo a las características sensoriales mencionadas en la norma mexicana NMX-FF-109-SCFI-2007.

## RESULTADOS

### Temperatura de Precomposteo

En la Figura 4 se observa el comportamiento de la temperatura en el precomposteo. A los cinco días se alcanzó el valor máximo de 66 °C permaneciendo estable durante cinco días. A partir del décimo día descendió hasta alcanzar 55 °C al doceavo día.



**Figura 4. Monitoreo de temperatura durante las dos semanas de precomposteo.**

### Conteo

Los resultados del conteo y clasificación de la población de lombrices se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2: Conteo de lombrices y huevos transcurridos los cuatro meses de vermicomposteo.**

Biopila		Cantidad de Lombrices		N° de Huevos
		Inicial	Final	
1	80 % - 20 %	15	87	216
1'	80 % - 20 %	15	30	300
2	65 % - 35 %	15	191	154
2'	65 % - 35 %	15	67	289
3	50 % - 50 %	15	62	72
3'	50 % - 50 %	15	68	202

En las biopilas de la mezcla 80% - 20% se obtuvo la mayor cantidad de huevos, aunque el número de lombrices obtenido no fue el máximo en comparación con los otros tratamientos.

En la biopila 2 de 65% - 35% se reprodujeron más lombrices en los cuatro meses de vermicomposteo (191), mientras que en el duplicado (2'), se contaron sólo 67, pero se obtuvieron más huevos, los cuales madurarán hasta convertirse en lombrices, lo que sugiere que la composición de esta biopila proporcionó buenas condiciones para el desarrollo y reproducción de las lombrices. Finalmente, en la mezcla 50% - 50% se produjeron bajas cantidades tanto de huevos como de lombrices, por lo que se concluye que no es la mejor proporción para su desarrollo.

## pH

La variación del pH de las biopilas durante el proceso con respecto al tiempo, se muestra en la Tabla 3 y Figura 5.

**Tabla 3: pH de las biopilas respecto al tiempo durante el proceso.**

Biopila		pH					
		M0	M1	M2	M3	M4	M5
	Blanco	9.7	9.0	9.4	9.3	9.0	7.5
1	80 % - 20 %	9.2	9.1	9.3	9.2	9.0	7.1
1'	80 % - 20 %	9.7	9.5	9.4	9.2	9.1	7.6
2	65 % - 35 %	9.0	8.7	9.3	9.2	8.0	6.8
2'	65 % - 35 %	9.4	9.2	9.4	9.4	9.3	6.5
3	50 % - 50 %	9.1	9.1	9.3	9.0	9.0	7.0
3'	50 % - 50 %	9.2	9.1	9.2	9.2	8.8	6.9

La norma de calidad de lombricomposta (NMX-FF-109-SCFI-2007) establece un rango de pH de 5.5 a 8.5. En todas las biopilas se observó un comportamiento adecuado y similar desde valores alcalinos de pH, hasta llegar a valores cercanos al neutro (como indica la norma) conforme transcurría el tiempo.

Comparando las Figuras 5A, 5B y 5C obtenidas de la Tabla 3, se observa que las biopilas con la proporción 80% - 20% (Figura 5A) presentan el decremento de la alcalinidad a la neutralidad de manera más uniforme que el resto. Hay que recordar que los muestreos fueron cada dos semanas, de tal forma que la muestra M0 corresponde al principio del proceso y que la muestra M5 corresponde a 8 semanas de vermicomposteo.

## Humedad

La humedad de las biopilas se determinó de manera cualitativa, siendo siempre la óptima, ya que durante todo el proceso presentó la apariencia deseada, al grado de poder extraer unas cuantas gotas al tomar el humus con las manos y exprimirlo con los dedos (Capistrán et al., 2004).

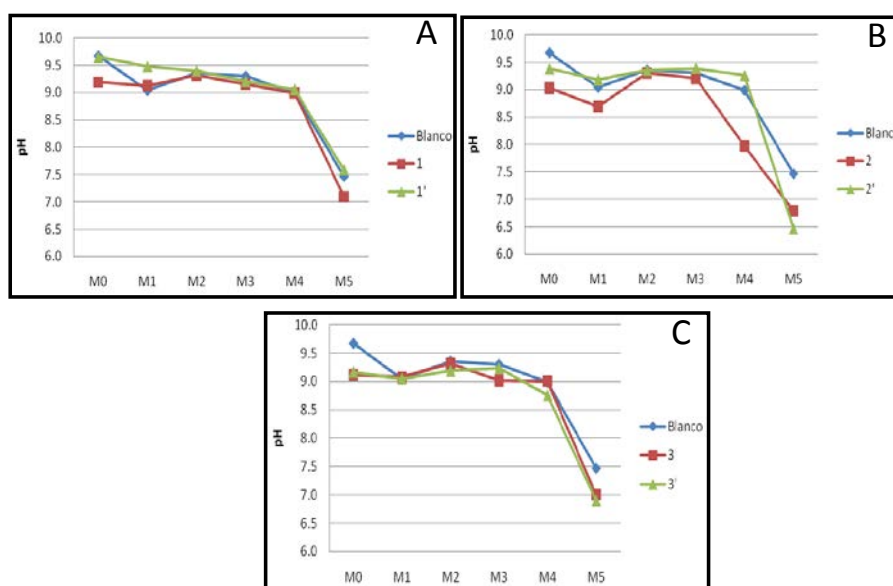


Figura 5: Comportamiento del pH de las mezclas 80% - 20% (A), 65% - 35% (B), y 50% - 50% (C).

## Fósforo

Los resultados de la determinación de fósforo en las biopilas, se muestran en la Tabla 4 y Figura 6.

Tabla 4: Partes por millón de fósforo total en las muestras inicial y final.

Biopila	ppm de Fósforo					
	M0	M1	M2	M3	M4	M5
Blanco	1.7	3.6	5.4	7.5	9.3	10.0
80 % - 20 %	1.5	9.2	8.5	7.1	10.9	3.6
80 % - 20 %	5.5	10.0	6.9	9.4	4.9	10.0
65 % - 35 %	12.8	13.5	10.8	13.1	15.5	15.2
65 % - 35 %	8.4	20.9	16.2	13.6	9.1	17.8
50 % - 50 %	16.8	20.3	25.6	15.9	24.6	48.7
50 % - 50 %	7.9	21.4	10.3	16.6	22.5	37.5

En la mezcla 80% - 20%, se obtuvo el menor aumento del fósforo (Figura 6A), después le siguió la de 65% - 35% (Figura 6B), y donde hubo más incremento de la cantidad de fósforo, fue en la de 50%-50% (Figura 6C).

El aumento del contenido de fósforo encontrado en el producto final (M5) de todas las mezclas, en comparación con la muestra inicial (M0) concuerda con lo informado por otros autores (Castillo et al., 2000), quienes concluyen que las lombrices ingieren, con la materia orgánica, grandes cantidades de fósforo, que digerido por el intestino y acentuado por la enorme actividad microbiana, hace que el humus excretado contenga un alto contenido del mismo.



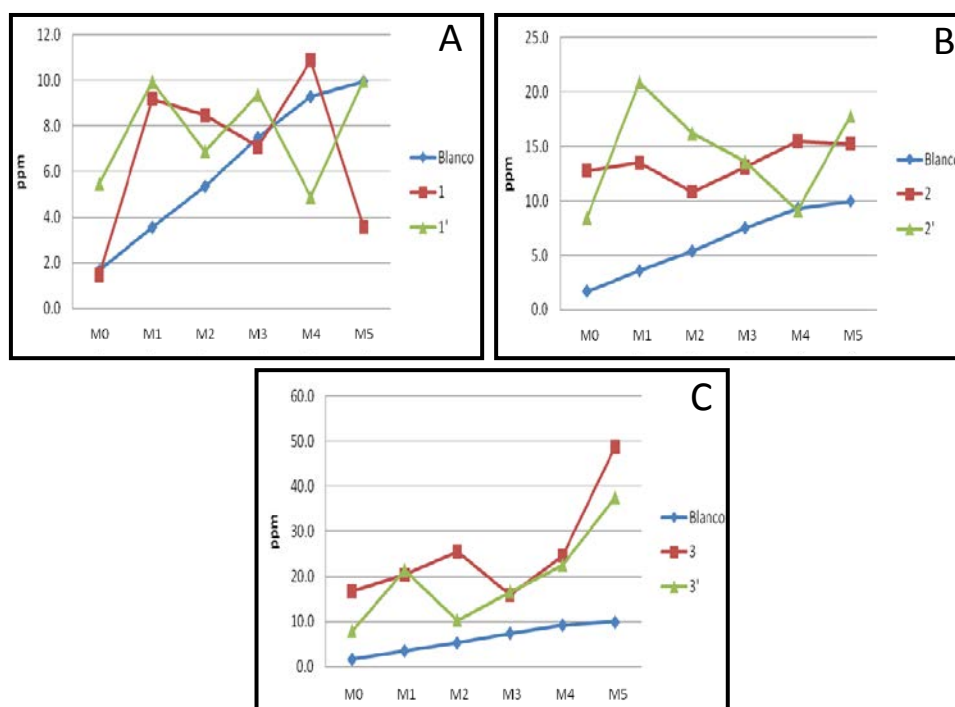


Figura 6: Concentración de fósforo total de las mezclas 80%-20% (A), 65%-35% (B), y 50%-50% (C).

## Materia Orgánica

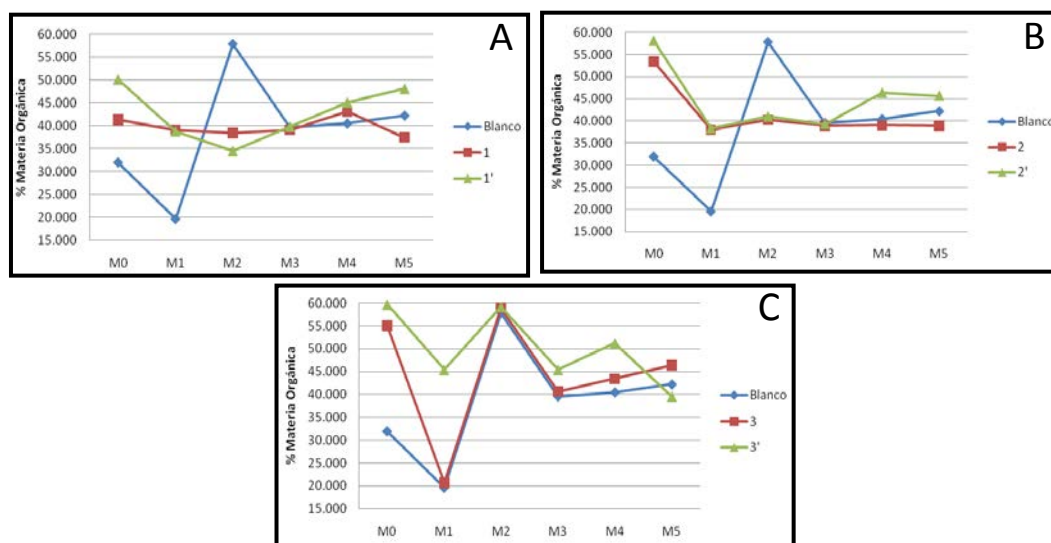
Los resultados en la determinación de materia orgánica en las biopilas de vermicomposteo se muestran en la Tabla 5 y Figura 7.

Tabla 5: Porcentaje de materia orgánica de las biopilas respecto al tiempo.

Biopila		% Materia Orgánica					
		M0	M1	M2	M3	M4	M5
	Blanco	31.976	19.592	57.873	39.592	40.477	42.207
1	80 % - 20 %	41.317	39.110	38.410	39.110	43.064	37.441
1'	80 % - 20 %	50.155	38.767	34.432	39.767	45.080	48.080
2	65 % - 35 %	53.385	37.937	40.243	38.937	39.007	38.895
2'	65 % - 35 %	58.111	38.257	40.985	39.257	46.367	45.677
3	50 % - 50 %	55.085	20.653	58.951	40.653	43.430	46.430
3'	50 % - 50 %	59.750	45.412	59.197	45.412	51.250	39.502

De acuerdo a la literatura, en los abonos orgánicos una disminución en el porcentaje de materia orgánica se considera positiva ya que esto indica una transformación del material fresco hacia un estado de mineralización debido a la intervención de las lombrices (Aranda, 1989, citado por Rodríguez, 1996).

Si se compara cada una de las mezclas estudiadas con el blanco, según las Figuras 7A, 7B y 7C, se puede notar que la materia orgánica inicial siempre fue mayor que la materia orgánica final, a diferencia del blanco cuya materia orgánica inicial fue menor a la final, debido a que no había lombrices que mineralizaran el sustrato.



**Figura 7: Porcentaje de materia orgánica de mezclas 80%–20% (A), 65%–35% (B), y 50%–50% (C).**

La Tabla 6, muestra la diferencia entre el porcentaje de materia orgánica inicial y final de las biopilas.

**Tabla 6: Diferencia entre el porcentaje de materia orgánica inicial y final de las biopilas.**

Biopila		% Materia Orgánica		Diferencia
		M0	M5	
	<b>Blanco</b>	31.976	42.207	-10.231
1	<b>80 % - 20 %</b>	41.317	37.441	3.876
1'	<b>80 % - 20 %</b>	50.155	48.080	2.075
2	<b>65 % - 35 %</b>	53.385	38.895	14.490
2'	<b>65 % - 35 %</b>	58.111	45.677	12.433
3	<b>50 % - 50 %</b>	55.085	46.430	8.655
3'	<b>50 % - 50 %</b>	59.750	39.502	20.248

En la Tabla 6 se puede observar que la mezcla 65%–35% tuvo la mayor disminución de materia orgánica en ambas biopilas, resultado que indica que esta mezcla presentó el mejor comportamiento de disminución de materia orgánica en el proceso de vermicomposteo, y que concuerda con la mejor producción de lombrices en este tratamiento, lo que equivale a un buen nivel de actividad metabólica en esa biopila. Asimismo, en la mezcla 80%–20%, se obtuvo una menor diferencia entre las muestras inicial y final. Finalmente, no hubo homogeneidad en los datos de las dos biopilas con la mezcla 50%–50%, por lo que no se pudieron comparar.

La norma NMX-FF-109-SCFI-2007 indica que el porcentaje de materia orgánica del humus de lombriz, debe estar dentro de un rango del 20% al 50%, por lo que los resultados muestran que el humus obtenido (M5) contiene un nivel óptimo de materia orgánica ya que estuvo dentro de los parámetros de la normatividad de referencia.

### Nitrógeno Total

En la Tabla 7 y Figura 8, se muestran los resultados de la determinación de nitrógeno total en las biopilas de vermicomposteo.

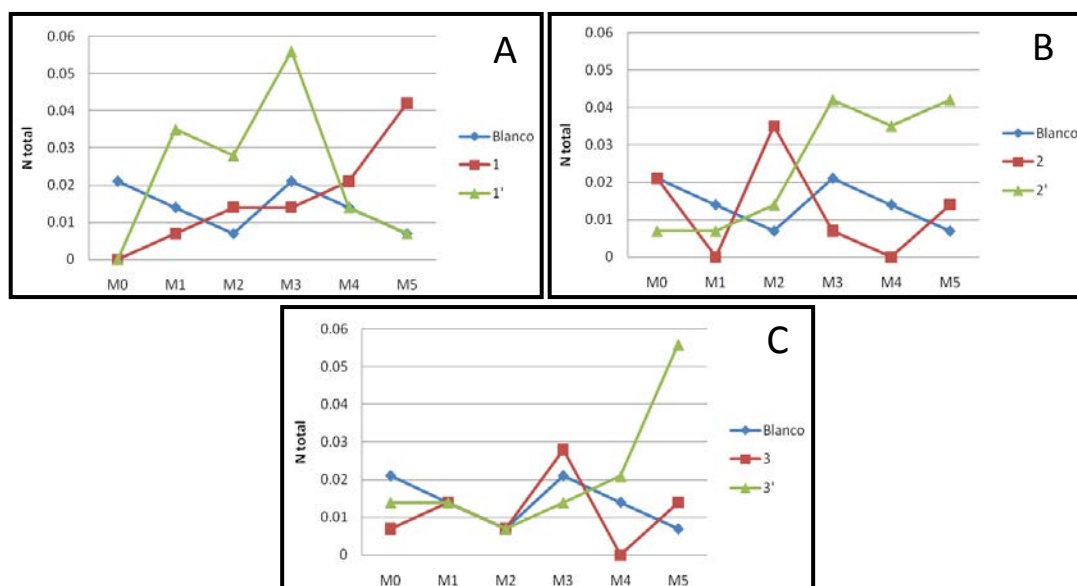


**Tabla 7: Porcentaje de nitrógeno total de las biopilas respecto al tiempo.**

Biopila		% de Nitrógeno Total					
		M0	M1	M2	M3	M4	M5
	<b>Blanco</b>	0.021	0.014	0.007	0.021	0.014	0.007
1	<b>80 % - 20 %</b>	0	0.007	0.014	0.014	0.021	0.042
1'	<b>80 % - 20 %</b>	0	0.035	0.028	0.056	0.014	0.007
2	<b>65 % - 35 %</b>	0.021	0	0.035	0.007	0	0.014
2'	<b>65 % - 35 %</b>	0.007	0.007	0.014	0.042	0.035	0.042
3	<b>50 % - 50 %</b>	0.007	0.014	0.007	0.028	0	0.014
3'	<b>50 % - 50 %</b>	0.014	0.014	0.007	0.014	0.021	0.056

En la Figura 8A, se puede notar que la biopila 1 se comportó como se esperaba, con un nivel más alto de nitrógeno al final que en el resto del proceso. De igual manera, la Figura 8B muestra que la biopila 2' presentó el comportamiento esperado, terminando con un nivel más alto de nitrógeno en el producto que al inicio del proceso. En la Figura 8C, se observa que ambas biopilas reflejan el incremento esperado del porcentaje de nitrógeno total respecto al tiempo.

De acuerdo a la normatividad de referencia (NMX-FF-109-SCFI-2007), los valores del contenido de nitrógeno de la lombricomposta, deben estar entre el 1 y el 4%, en este caso, se encontraron valores inferiores, tal vez debido a la composición tanto del pinzote como del suelo utilizado en las mezclas



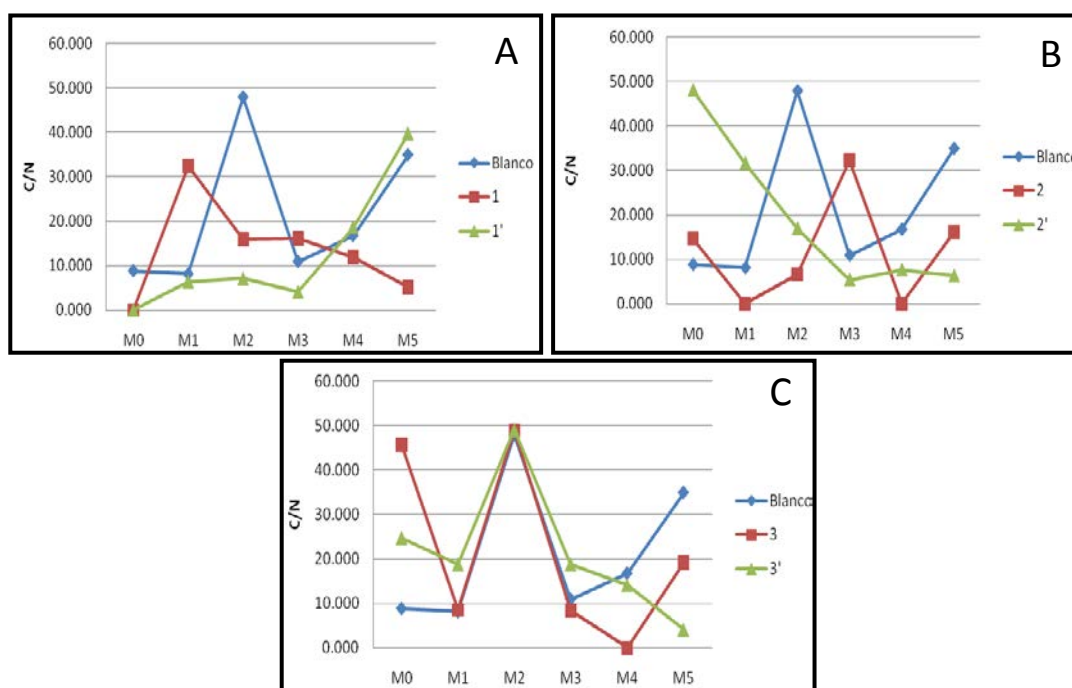
**Figura 8: Porcentaje de nitrógeno total de las mezclas 80%–20% (A), 65%–35% (B), y 50%–50% (C).**

### Relación Carbono/Nitrógeno

Los resultados en cuanto a relación Carbono/Nitrógeno (C/N) respecto al tiempo, se presentan en la Tabla 8 y Figura 9.

**Tabla 8: Relación C/N respecto al tiempo.**

Biopila		Relación C/N					
		M0	M1	M2	M3	M4	M5
	<b>Blanco</b>	8.832	8.117	47.956	10.936	16.770	34.974
1	<b>80 % - 20 %</b>	0.000	32.408	15.914	16.204	11.895	5.171
1'	<b>80 % - 20 %</b>	0.000	6.425	7.133	4.119	18.677	39.841
2	<b>65 % - 35 %</b>	14.745	0.000	6.669	32.264	0.000	16.115
2'	<b>65 % - 35 %</b>	48.153	31.701	16.981	5.422	7.684	6.308
3	<b>50 % - 50 %</b>	45.645	8.557	48.849	8.422	0.000	19.237
3'	<b>50 % - 50 %</b>	24.756	18.815	49.052	18.815	14.156	4.092



**Figura 9: Relación C/N de las mezclas 80% – 20% (A), 65% – 35% (B), y 50% – 50% (C).**

En los resultados de la Tabla 8 y las Figuras 9A, 9B y 9C, se observa que los valores de la relación C/N de las muestras finales (M5) para los 3 tratamientos, tienen un valor cercano a 20, como se especifica en la norma NMX-FF-109-SCFI-2007, lo cual es indicativo de que el proceso se realizó adecuadamente.

### Color y olor del humus obtenido

Se obtuvo un humus de lombriz tamizado cuatro meses después de montadas las biopilas. El humus obtenido presentó las características sensoriales especificadas en la norma mexicana NMX-FF-109-SCFI-2007, es decir, olor característico a tierra húmeda, libre de olores pestilentes y color característico, del negro al café oscuro, de acuerdo a la Tabla de colores Munsell.

La Tabla 9 muestra la comparación de los resultados obtenidos durante el proceso de vermicomposteo, con la norma NMX-FF-109-SCFI-2007.

**Tabla 9: Comparación de los resultados obtenidos con la norma NMX-FF-109-SCFI-2007.**

Norma NMX-FF-109-SCFI-2007		Resultados por Mezcla		
Característica	Valor	80% - 20%	65% - 35%	50% - 50%
Nitrógeno total	De 1 a 4% (base seca)	0.02	0.03	0.04
Materia orgánica	De 20 a 50% (base seca)	42.76	42.28	42.96
Relación C/N	$\leq 20$	22.51	11.21	12.66
pH	De 5.5 a 8.5	7.34	6.62	6.95

### Planta piloto de vermicomposteo en la zona de San Rafael, Veracruz

Después de realizar las pruebas para determinar si las lombrices aceptaban al pinzote como sustrato y conociendo las características de la composta producida en la UAM-A, se procedió a implementar una biopila de vermicomposteo de pinzote a nivel piloto, en la zona agrícola de producción de plátano, situada en el Municipio de San Rafael, en el Estado de Veracruz (Figura 10).

El lugar de trabajo es un terreno amplio que cuenta con los servicios necesarios para el óptimo desarrollo de las lombrices, como son, la provisión cercana de agua, techo para proveer de sombra a las biopilas, ventilación y una pileta de cemento donde se colocaría el sustrato a vermicompostear, con inclinación y puerto de desagüe para la captura de lixiviados. Esta pileta tiene un área total de 14.08 m<sup>2</sup> y está dividida en 3 subáreas rectangulares de 4.69 m<sup>2</sup> cada una.



**Figura 10. Lugar de montaje de la biopila a nivel piloto, San Rafael, Veracruz.**

Para la inoculación de las lombrices y el arranque de la primera biopila de la planta piloto, se siguieron los siguientes pasos:

1. Se realizó un estudio de campo, para reconocer el terreno y determinar la cantidad de pinzote y estiércol equino que se iban a utilizar.
2. Se determinó que sería necesario hacer una mezcla de pinzote y suelo para neutralizar el pH del pinzote, ya que éste no se encontraba precompostado, lo cual es necesario para asegurar la sobrevivencia de las lombrices.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos, para el montaje de la biopila se utilizaron las proporciones de 65% de pinzote precompostado y 35% de estiércol equino. Como no se contaba con el pinzote precompostado, se utilizó suelo del lugar y pinzote en relación de 2:1, respectivamente, preparada y adicionada al momento. Las cantidades utilizadas fueron: 134 kg de suelo, 67 kg de pinzote deshebrado lo más finamente posible y 108 kg de estiércol de caballo. Una vez hecha la mezcla, se le agregó agua, de acuerdo con la técnica utilizada en las biopilas experimentales en la UAM-A.
4. Posteriormente, se inocularon 2,800 lombrices, equivalente a 5 kg aproximadamente, como pie de cría en una de las subáreas de la pileta, dividida por la mitad con un total de 2.34 m<sup>2</sup> de área.
5. Después de 24 horas, se verificó que las lombrices se encontraran vivas y “enterradas” en el sustrato, lo que indicó que éstas se adaptaron al medio. Se asesoró al personal responsable, en relación al suministro de agua

necesaria para las lombrices y cómo saber que el sustrato mantiene una humedad adecuada, así como también en cuanto a la protección adecuada de la biopila para evitar mosquitos, aves que pudieran bajar a comerse a las lombrices o cualquier otro animal de la región que pudiera afectar el proceso.

6. Finalmente, se les recomendó que a los cuatro meses de montada la primera biopila, se separaran las lombrices del humus producido para montar una nueva biopila, esta vez, con el pinzote precompostado durante tres meses con la técnica ya conocida, es decir, mezclándolo con el estiércol equino y llenando un área del doble de tamaño que la anterior, ya que para este tiempo, la población de lombrices debía haber incrementado.

La mejor manera de hacer la separación de lombrices del humus producido es cubriendo la biopila con una malla o redcilla fina, con orificios por donde quepan las lombrices, y colocar nuevo sustrato (pinzote precompostado con estiércol) sobre ella. Mantener las biopilas de esta manera por una o dos semanas, tiempo aproximado en el que pasan las lombrices del humus al nuevo sustrato. Las lombrices se habrán quedado del otro lado de la malla y entonces se puede proceder a retirar ésta y coleccionar el humus de la biopila, cernirlo y entonces estará listo para ser utilizado como biofertilizante.

## CONCLUSIONES

Se comprobó que el pinzote del plátano, es un residuo agrícola que puede ser degradado por lombrices de la especie *E. foetida*.

La calidad de la vermicomposta obtenida fue buena de acuerdo a la norma NMX-FF-109-SCFI-2007, con el color y olor característico a tierra húmeda, libre de olores pestilentes.

Se observó que el único parámetro que se sale de la normatividad mexicana es el nitrógeno, lo cual puede deberse al tipo de suelo utilizado y al contenido de nitrógeno del pinzote.

Se encontró que la mezcla en la que mejor se desarrollaron las lombrices fue la que contenía 65% de precomposta y 35% de estiércol equino.

Se comprobó la factibilidad de una planta de vermicomposteo en la zona productora de plátano del Municipio de San Rafael, Veracruz, México, sin embargo, se recomienda realizar estudios más completos para conocer las especificaciones reales del proceso de acuerdo a las necesidades de los agricultores de plátano en la zona de estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez, P. Evaluación de vermicomposta con cachaza, residuos orgánicos y excreta equina. Tesis de Técnico Superior Universitario en Biotecnología. México: Universidad Tecnológica de Tecámac, 2010.
2. Capistrán, F., Eduardo, A., Romero, J.C. Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Veracruz, México: Instituto de Ecología, 2004.
3. Castillo, A.E., Quarín, S.H., Iglesias M.C. Caracterización química y física de compost de lombrices elaborado a partir de residuos orgánicos puros y combinados. Agricultura Técnica, v.60, p.74-79, 2002.
4. Chauhan, A., Kumar, S., Singh, A.P., Gupta, M. Vermicomposting of Vegetable Wastes with Cowdung Using Three Earthworm Species *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus*. Nature and Science, v.8, n.1, p.33-43, 2010.
5. Claassen V.P., Carey J.L. Regeneration of nitrogen fertility in disturbed soils using composts. Compost Sci. & Util, v.12, n.2, p.145-152, 2004.
6. Dodd, J.C., Arias, I., Koomen, I., Hayman, D.S. The management of populations of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in acid-infertile soils of a savanna ecosystem. Plant and Soil, v.122, n.2, p.241-247, 1990.
7. Durán, L., Henríquez, C. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. Agronomía Costarricense, v.31, n.1, p.41-51, 2007.
8. Durán, L., Henríquez, C. Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. Agronomía Costarricense, v.33, n.2, p.275-281, 2009.

9. Espinoza, R.M., Análisis fisicoquímicos de residuos sólidos municipales, manual de prácticas de Taller IV de Ingeniería Ambiental. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, 2010.
10. Gómez, M.A., La agricultura orgánica en México y en el mundo. CONABIO. Biodiversitas, v.55, p.13-15, 2004.
11. Hernández, A., Castillo, H., Ojeda, D., Arras, A., López, J., Sánchez, E. Effect of Vermicompost and Compost on Lettuce Production. Chil. J. Agr. Res., v.70, n.4, p.583-589, Oct.–Dec. 2010.
12. Linares, L.C., Rojas, N.G., Roldán, T., Ramírez, M.E. Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados. México: Instituto Mexicano del Petróleo, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, 2007.
13. Nieto, A., Murillo, B., Troyo, E., Larrinaga, J.A., García, J.L. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. Interciencia, v.27, n.8, p.417-421, Aug. 2002.
14. Norma Mexicana NMX-FF-109-SCFI-2007. Humus de lombriz (lombricomposta) – especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación en 2008.
15. Reyes, I. Fundamentos teórico-prácticos de temas selectos de la ciencia del suelo. Parte 1. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, 2002.
16. Rodríguez, A.R. Producción y Calidad de Abono Orgánico por Medio de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y su Capacidad Reproductiva. (En línea) Consultado el 09 de agosto de 2011, disponible en: <http://www.fao.org/docs/eims/upload/agrotech/936/Producci%C3%B3n%20y%20Calidad%20de%20Abono.pdf>1996
17. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. (Ed.). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, Edición 2008, Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 23, 2008.
18. Terry, E., Leyva, A. Evaluación agrobiológica de la inoculación micorrizas-rizobacterias en tomate. Agronomía Costarricense, v.30, n.1, p.65-73, 2006.