



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

---

---

“COMPOSTA CON BIOPREPARADO DE *Urtica urens* L.  
(Ortiga menor) Y *Equisetum arvense* L. (Cola de caballo)”.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGA

PRESENTA

**VILLARRUEL MARTÍNEZ ROCIO**

ÁREA: CIENCIAS AMBIENTALES Y  
ECOLOGÍA VEGETAL

**DIRECTORA DE TESIS: BIÓL. LETICIA LÓPEZ VICENTE**

MÉXICO, D.F., SEPTIEMBRE DEL 2014.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

A Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, brindándome los medios necesarios para terminar mi formación.

Gracias a esas personas importantes en mi vida, a mi papá Adolfo y mi mamá Cleotilde, quienes incondicionalmente me brindaron su apoyo en todo momento sin importar la situación.

A todos ellos quienes creyeron en mí ayudándome en lo que fuera posible, dedicándome un poco de su tiempo, dándome consejos y orientación, estoy muy agradecida:

A todos mis profesores quienes me brindaron su tiempo y conocimiento

Biol. Leticia López, Dra. Esther Matiana García, Dra. María Socorro Orozco,

Biol. Ana Laura Maldonado, Biol. Aída Zapata y a la Biol. Raquel Báez

A todos mis hermanos

Claudia, Martha y Adolfo

A mi esposo

Daniel y a sus papas

Y especialmente a mi hija hermosa Danae quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en mis estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ella.

# ÍNDICE

	PÁGINA
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.-INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2.- MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1 Composta.....	4
2.2 Beneficios de la composta.....	5
2.3 Procesos de composteo.....	6
2.4 Factores que intervienen en el proceso de composteo.....	7
2.5 Fases de maduración de la composta.....	8
2.6 Características generales de la composta como un producto estable.....	10
2.7 Biopreparados.....	10
2.7.1 Clasificación de los biopreparados.....	10
2.8 Ventajas de los biopreparados.....	13
2.9 Características generales de las especies base para la elaboración de los biopreparados.....	14
2.9.1 <i>Urtica urens</i> L.....	14
2.9.2 <i>Equisetum arvense</i> L.....	15
<b>3.- JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>4.- PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>5.- HIPÓTESIS.....</b>	<b>17</b>
<b>6.- OBJETIVOS</b>	
6.1 Objetivo general.....	17
6.2 Objetivos específicos.....	17
<b>7.- METODOLOGÍA</b>	
7.1 Zona de estudio y descripción del sitio experimental.....	18
7.2 Material biológico.....	18
7.3 Procedimiento para la elaboración y organización de las pilas de composteo.....	19

7.4	Parámetros que se registraron durante el proceso de composteo.....	21
7.5	Análisis de las compostas maduras.....	22
7.6	Cultivo de <i>Raphanus sativus</i> (rábano).....	22
7.6.1	Registro de los parámetros realizados durante el desarrollo de cultivo de <i>Raphanus sativus</i> (rábano).....	24
7.7	Análisis Estadístico.....	25
<b>8.-</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>26</b>
8.1	Tiempos de obtención de las compostas.....	29
8.2	Porcentaje de N, P, K en las compostas.....	31
8.3	Efecto de los biopreparados en el rendimiento del rábano.....	34
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>10.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>11.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>37</b>
<b>12.</b>	<b>Anexo.....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema general del proceso de compostaje.....	6
<b>Figura 2.</b> Fases de maduración y sucesión microbiana durante el composteo.....	9
<b>Figura 3.</b> Planta de <i>Urtica urens</i> L.....	14
<b>Figura 4.</b> Planta de <i>Equisetum arvense</i> L.....	15
<b>Figura 5.</b> Plantas de <i>Urtica urens</i> (ortiga) y <i>Equisetum arvense</i> (cola de caballo), para la obtención de los biopreparados.....	18
<b>Figura 6.</b> Diagrama del procedimiento que se siguió para establecer las pilas de composteo .....	20
<b>Figura 7.</b> Registro de temperatura.....	21
<b>Figura 8.</b> Registro de humedad .....	21
<b>Figura 9.</b> Volteo manual y aireación de las pilas de composteo.....	21
<b>Figura 10.</b> Cultivo de rábano.....	24
<b>Figura 11.</b> Registro de los parámetros del cultivo de rábano.....	24
<b>Figura 12.</b> Tiempo de obtención de las compostas.....	29
<b>Figura 13.</b> Temperaturas registradas durante el proceso de composteo.....	30
<b>Figura 14.</b> Contenido nutrimental (N, P, K) de las compostas.....	31
<b>Figura 15.</b> Semilla de mango (entera) en la composta de testigo.....	33
<b>Figura 16.</b> Semilla de mango (semidegradada) en la composta con biopreparado de ortiga.....	33
<b>Figura 17.</b> Semilla de mango (degradada) en la composta con biopreparado de cola de caballo.....	33

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Relación C/N de algunos residuos orgánicos composteables.....	4
<b>Cuadro 2.</b> Análisis determinados en la composta.....	22
<b>Cuadro 3.</b> Resultados de los análisis físicos y químicos de las compostas maduras.....	26
<b>Cuadro 4.</b> Temperaturas registradas durante el proceso de composteo.....	30
<b>Cuadro 5.</b> Porcentaje de macronutrientes (N, P, K).....	31
<b>Cuadro 6.</b> Rendimiento de las compostas maduras.....	32
<b>Cuadro 7.</b> Rendimiento del rábano.....	34

## RESUMEN

La composta además de ser una alternativa de solución para reducir los residuos orgánicos, que se generan hoy en día en todo el país (fuentes de contaminación) representa una mayor importancia al obtenerla y al hacer uso de la misma mejorando la calidad de vida del ser humano en cuanto a su alimentación, consumiendo hortalizas libres de metales pesados por el uso de fertilizantes químicos en la agricultura y la mejora del ambiente devolviéndole a la tierra la fertilidad de sus suelos; sin embargo, el tiempo para obtenerla varía, así como el esfuerzo y el trabajo que se le invierte. Por lo cual, en este proyecto se evaluó una propuesta para acelerar la degradación de los residuos orgánicos, y reducir el tiempo de obtención de la composta empleando dos biopreparados elaborados con diferentes especies: ortiga y la de cola de caballo, ambas con características bioestimulantes. Para ello se montaron tres tratamientos: testigo, con biopreparado de ortiga y la de biopreparado de cola de caballo, con cinco pilas para cada uno de los tratamientos, cada pila estuvo conformada de: materia orgánica (diez kg), estiércol de equino (dos kg), y tierra negra (un kg), una vez instaladas las pilas se le agregó el biopreparado correspondiente a cada tratamiento y se registró la temperatura durante el proceso de composteo. El tiempo en el que fueron monitoreadas varió, ya que la maduración de cada composta fue diferente por el tratamiento que se le aplicó. El experimento se montó en el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana (CCAU) "Chimalxochipan" de la FES Zaragoza ubicado en el Campus II de la Facultad. Una vez que se obtuvieron las compostas ya maduras una parte se destinó para los análisis físicos y químicos y la otra para determinar el efecto de las compostas con biopreparados en el rendimiento del rábano. Las preguntas a resolver en este estudio fueron:

- ¿El utilizar biopreparados de *Urtica urens* (ortiga menor) y *Equisetum arvense* (cola de caballo) acelerará el proceso de degradación de los residuos orgánicos?
- ¿Cuál de los dos biopreparados o los dos en relación al testigo será más efectivo en la aceleración del proceso de degradación de los residuos orgánicos?
- ¿Cuál de los tres tratamientos tendrá mejor efecto en el rendimiento del rábano?

Los resultados obtenidos muestran que el tiempo de obtención de la composta con tratamiento de biopreparado de cola de caballo fue en 60 días, siguiéndole la composta con tratamiento de biopreparado de ortiga en 90 días y por último la

composta testigo en 105 días, que de acuerdo al análisis estadístico presentaron diferencias significativas en cuanto al tiempo de obtención. Por lo anterior se puede afirmar que el empleo de los biopreparados de ortiga y de cola de caballo durante el proceso de composteo favorecen significativamente la degradación de los residuos orgánicos. Aunque el biopreparado de cola de caballo fue el más efectivo obteniendo la composta en menor tiempo bajo este tratamiento en 60 días. Por otra parte se concluye que el biopreparado de ortiga en el rendimiento del rábano es eficiente, pues presentó mayor rendimiento e (15.87g) con respecto a la composta con biopreparado de cola de caballo (12.78 g) y la composta testigo (10.16 g). Finalmente se puede decir que los biopreparados de ortiga y de cola de caballo son recomendables para reducir el tiempo de obtención de la composta.

## 1.- INTRODUCCIÓN

En México la composta ha retomado importancia pues ha surgido como una alternativa para dar solución a una de las tantas problemáticas ambientales a la cual nos enfrentamos hoy en día, una de ellas es el alto porcentaje de residuos orgánicos que se generan diariamente en todo el país, por lo que la nueva normativa medio ambiental ha reducido drásticamente su deposición en vertederos haciendo que el aprovechamiento de estos se de en forma de composta, sin embargo su importancia no solo radica en reducir la cantidad de residuos orgánicos, sino en algo más relevante como es el uso tan versátil que tiene la composta, así como el tiempo que tarda en obtenerse. Esta misma es considerada un abono orgánico de procedencia natural, resultado de un proceso de biodegradación de la materia orgánica como restos vegetales, animales y excrementos, llevado a cabo por microorganismos del suelo bajo condiciones aerobias o anaerobias (Picó, 2002). Existen algunos aspectos que se deben cuidar durante el proceso de composteo como son: temperatura, humedad y corriente de aire que desecan el producto. Dependiendo de los materiales empleados y del clima, la composta se puede obtener de 2 a 4 meses (Jiménez, 2002).

La composta ha diversificado sus usos, originalmente se desarrolló como un elemento para mejorar los suelos, reponiéndoles la materia orgánica y los microorganismos perdidos a causa del cultivo exhaustivo. Hoy en día además se usa como material de cubierta para rellenos sanitarios (se cree que reducirá la erosión), paredes falsas, agregados para ladrillos, fertilizantes y combustibles entre otros (Trejo, 1996). En los últimos años obtener una composta en menor tiempo ha sido motivo de estudio. Los biopreparados han resultado ser bioestimulantes (Terrile y Price, 2010); es decir, son sustancias y mezclas de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza, ricos en nutrientes y materia orgánica, estos mismos presentan un efecto protector frente a enfermedades y plagas en cultivos. De esta manera los biopreparados pueden llegar a tener influencia en el proceso de composteo potencializando su acción en la degradación de la materia orgánica. Los biopreparados se pueden clasificar de acuerdo a la forma de acción y de acuerdo a la forma de preparación (Bowman, *et al.*, 1970; Infante, 2011).

Por otro lado, es necesario buscar alternativas para disminuir el tiempo de obtención de la composta así como su calidad nutrimental, con el fin de que siga siendo una alternativa para reducir los residuos orgánicos que se generan hoy en día “fuentes de contaminación” y además se pueda aprovechar en sus diferentes usos.

Por lo que el objetivo de esta tesis fue evaluar y comparar el tiempo de obtención de las compostas con biopreparados de ortiga y la de cola de caballo en relación a la composta testigo.

## 2.- MARCO TEÓRICO

### 2.1 Composta

La composta es un abono orgánico de procedencia natural, se obtiene a partir del proceso denominado composteo y consiste en la descomposición exotérmica de la materia orgánica como restos vegetales, animales y excrementos, aprovechando el fenómeno de "autocalentamiento" de las diferentes poblaciones microbianas para la biodegradación total o parcial de la materia orgánica (Abdel *et al.*, 1994; Ruiz, 1996; Pansu *et al.*, 1998). Durante este proceso, se degrada la materia orgánica, se estimula la actividad microbiana y se aumentan los índices de mineralización convirtiendo el sustrato en un producto estable (Tchobanoglous *et al.*, 1993; Atiyeh *et al.*, 2002).

Sin embargo, no todos los residuos orgánicos se pueden compostear. A continuación se presentan las características deseadas de los residuos orgánicos a procesar (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación C/N de algunos residuos orgánicos composteables (Bueno, 2009).

Con alto contenido de nitrógeno	Equilibrados en C/N	Con alto contenido de carbono
Orines de animales: 1/1	Estiércol de oveja o de caballo: 20-30/1	Serrín: 500-1000/1
Estiércol de aves y deyecciones frescas de animales: 5-15/1	Hierbas al final del ciclo vegetativo: 20-30/1	Papel y cartón: 150-300/1
Césped recién cortado: 10-20/1	Hojas de árboles frutales y arbustos: 20-35/1	Cañas de maíz secas: 100-150/1
Plantas de leguminosas recién cortadas: 10-20/1	Residuos de cultivo de champiñón: 30-40/1	Paja de trigo: 100-130/1
Abonos verdes antes de la floración y maduración de semillas: 10-20/1	Estiércol de caballo con cama de paja: 20-40/1	Ramas de poda otoñal gruesas: 30-80/1
Restos vegetales frescos: 10-20/1 o restos de cocina: 15-25/1	Ramas de poda primaveral, trituradas, finas o medianas: 25-40/1	Hojas de haya y roble: 50-60/1

La composta se puede elaborar tanto a nivel doméstico, como industrial; es decir, a pequeña y gran escala, dependiendo de los volúmenes de residuos que se manejen y de los fines socioeconómicos que se persigan (Díaz *et al.*, 1993). Sin embargo en la práctica existen muchos métodos para obtenerla, siendo el más común el de los montículos o pilas a cielo abierto (Jiménez, 2002) mediante el

mismo principio de los demás: “la transformación de los residuos orgánicos en un producto estable” (Maldonado, 2014). Algunos países con mayor aceptación y uso de la composta son; en Europa, Alemania, Holanda y Suiza, entre otros. La importancia se debe a que ha surgido como una alternativa para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, entre otras, para la reducción de los residuos sólidos orgánicos que se generan hoy en día y con ello generar un impacto positivo en la conservación ambiental.

## 2.2 Beneficios de la composta

La producción y uso de la composta es una forma latente para comenzar y aprender cuestiones sobre el uso que puede tener la materia orgánica, aumentando las propiedades fértiles de nuestros suelos. La composta puede ser vista también como un elemento fundamental que funja como la llave para lograr una agricultura ecológica y una alimentación saludable.

A continuación se citan algunos de los beneficios, económicos, ambientales y sociales que esta proporciona.

### a) Beneficios económicos (Escamilla, 2010)

- Reciclamiento eficiente de los desechos orgánicos
- Disminución de los costos de la conservación ambiental y del deterioro del medio ambiente.
- Recuperación agrícola en el país, disminuyendo el costo por uso de fertilizantes químicos

### b) Beneficios ambientales.

- Favorece la aireación y la retención de humedad de los suelos.
- Mejora la estructura del suelo, característica que permite la absorción del agua, un agente preventivo de la erosión (Finck, 1985).
- Favorece el almacenamiento de nutrientes y su disponibilidad para los vegetales (FAO, 1991; Ruíz, 1996; Trueba, 1996; Cooper *et al.*, 1998; Canellas y Facanha, 2004).
- Provee un medio donde los microorganismos pueden aumentar su diversidad y actividad microbiana mejorando la fertilidad del suelo. Aumenta la resistencia de las plantas frente a plagas y enfermedades (Vogtmann y Fricke, 1989; Valdtighi *et al.*, 1996). La composta suele emplearse en una gran variedad de cultivos de cereales, legumbres y plantas ornamentales (Wilson y Carlile, 1989; Atiyeh *et al.*, 2002).
- Favorece la absorción de los rayos solares debido a su color oscuro y, por tanto, el aumento de la temperatura del suelo en ciertas estaciones del año.
- Reduce o elimina la necesidad de fertilizantes de síntesis química.
- Mejora y conserva las áreas verdes.

- Incrementa la calidad en la producción de alimentos orgánicos a través de la agricultura ecológica (Gómez *et al.*, 2003).
- Disminuye la contaminación ambiental por un alto porcentaje de residuos sólidos orgánicos, reduciendo la cantidad de los mismos, que afecta al suelo, aire, ríos, lagos y mares.

c) Beneficios sociales

- Disminuye los problemas de salud pública causados por la acumulación de los residuos sólidos orgánicos elevando así el nivel de vida de los habitantes (INE, 2010; Plan verde, 2012).
- Es una gran herramienta de educación ambiental. Supone una vía interesante de educación y concientización ambiental, ya que permite visualizar la responsabilidad individual sobre los residuos y permite participar en la solución de una problemática importante.
- Fomenta la participación ciudadana y la conciencia ecológica, a través de experiencias comunitarias que favorecen las relaciones sociales, resaltando valores de responsabilidad, respeto y trabajo en equipo (Amigos de la tierra, 2014).

2.3 Procesos de composteo

Existen dos grandes procesos de composteo:(Nieto y Murillo., 2002; Cofre, 2007).

- a) Proceso aeróbico. Con microorganismos que necesitan oxígeno para degradar la materia orgánica (Fig.1).
- b) Proceso anaeróbico. Con microorganismos que no necesitan oxígeno.

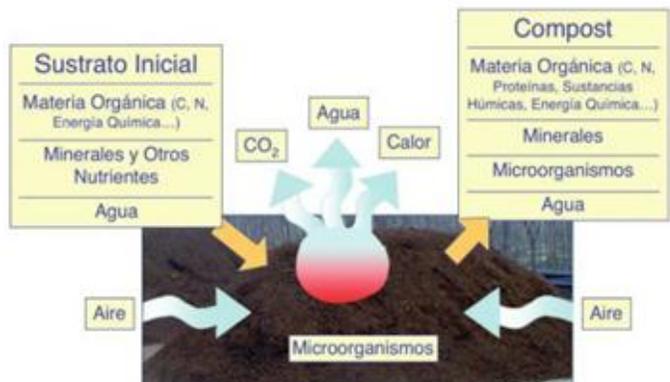


Figura 1. Esquema general del proceso de compostaje (Moreno y Moral, 2007).

## 2.4 Factores que intervienen en el proceso de composteo

Los factores o parámetros que se deben tomar en cuenta y cuidar antes y durante el proceso de composteo para que sea eficaz la composta, son los siguientes:

- Composición y preparación de la materia orgánica. Abarca la separación de materiales no deseables como alimentos con grasas o procesados así como inorgánicos (metal o plástico).
- Tamaño de partícula. La materia orgánica debe ser triturada con la finalidad de acelerar la biodegradación por los microorganismos y se recomienda tener un tamaño de partícula de 2-5 cm (Biernbaum, 2004).
- Temperatura. Un valor adecuado favorece la acción microbiana, destruye los patógenos y semillas de malas hierbas. (óptima de 35 a 53°C).
- Aireación de la masa. Se debe suministrar aire en toda la masa del material en tratamiento para que se encuentre en exceso y así permitir que el oxígeno favorezca la acción de descomposición de los microorganismos aerobios, oxidando varias moléculas orgánicas presentes por los mismos (Rodríguez y Córdoba, 2006).
- Humedad. En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos de entre 50 y 60% durante todo el proceso. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupa todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas.
- Relación carbón-nitrógeno (C/N). La relación óptima del C/N es de 25/1 para iniciar el composteo. Si ésta es alta los microorganismos gastan muchos ciclos de vida para oxidar el exceso de carbón, y si es baja ocurre una pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco (Minna y Jorgensen, 1996; Bernal *et al.*, 1998).
- pH. Debe de estar entre 5.5 y 8.0. Sin embargo, no es fácil controlar el pH del material, porque éste es una consecuencia del proceso.

**El proceso de composteo permite lo siguiente:**

- Estabilizar la materia orgánica putrescible.
- Destruir todos los gérmenes patógenos y nocivos.
- Conservar el nitrógeno, fósforo, potasio y materias orgánicas resistentes que se encuentren en la materia prima.
- Conseguir un producto final uniforme y relativamente seco.

**2.5 Fases de maduración de la composta (Narro, 1994; Trejo, 1996; Moreno y Moral, 2007).**

En el proceso de compostaje, los microorganismos son los responsables de la transformación del sustrato; por lo tanto, todos aquellos factores que puedan inhibir su crecimiento y desarrollo, tendrán también su efecto sobre el proceso.

Algunos de los factores que se presentan son las variaciones térmicas y las relaciones metabólicas, en el compostaje se reconocen tradicionalmente cuatro fases (Fig. 2): fase mesófila (10-42°C); fase termófila (45-70°C); fase de enfriamiento o segunda fase mesófila (45-25°C); y fase de maduración (20-15°C). Alternativamente el proceso se puede dividir en dos fases globales que se diferencian en los niveles de la actividad microbiana y sustratos disponibles (Fig. 2): fase bio-oxidativa o de crecimiento activo de los microorganismos, en la que existe una elevada disponibilidad de nutrientes; y la fase de maduración en la que la actividad microbiana es menos activa y los nutrientes están limitados.

De acuerdo con este esquema, la fase bio-oxidativa estaría a su vez diferenciada en varias fases termófilas/mesófilas que se activarían en operaciones de volteo y concluiría una vez que la producción de calor decrece, debido al agotamiento de compuestos fácilmente biodegradables y, como consecuencia de la reducción de la actividad microbiana. Una vez finalizado el proceso, se obtiene un producto humificado estable o maduro en el que los mecanismos de descomposición microbiana no ocurren o lo hacen de forma muy lenta.

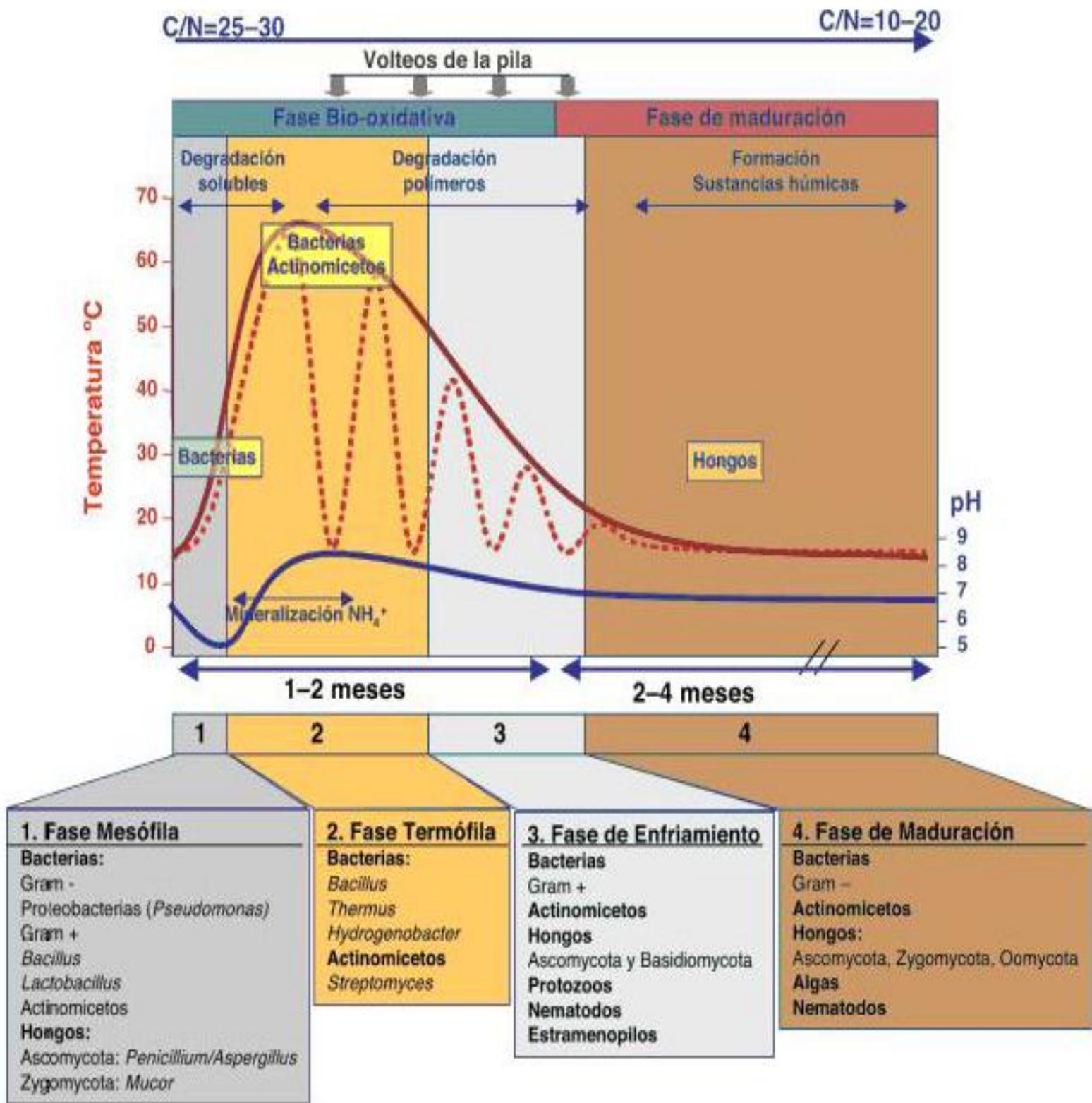


Figura 2. Fases de maduración y sucesión microbiana durante el composteo (Moreno y Moral, 2007).

## 2.6 Características generales de la composta como un producto estable:

1. Color negro o café oscuro.
2. Es prácticamente insoluble en agua, aunque una parte de esta puede estar en solución coloidal.
3. Se disuelve en gran cantidad de soluciones alcalinas dando un extracto coloreado.
4. Su relación C/N esta entre 10/1 y 20/1, pero depende del material original y de su grado de descomposición.
5. Tiene una alta capacidad de intercambio fundamental, por combinación con otros constituyentes inorgánicos del suelo y por absorción del agua (Trejo, 1996).

## 2.7 Biopreparados

Los biopreparados son sustancias y mezclas de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza, ricos en nutrientes y materia orgánica. Tienen un efecto protector frente a enfermedades y plagas que se presentan en los cultivos, ya que contienen microorganismos antagonistas y sustancias bioestimulantes como fitohormonas y ácidos orgánicos (Bowman, *et al.*, 1970; Infante, 2011).

Terrile y Price, (2010) señalan que a lo largo de la historia, los biopreparados se han desarrollado a partir de la observación empírica de los procesos y efectos de control que realizan dichos productos. Por este motivo, la mayor parte de los biopreparados no tienen un autor definido.

### 2.7.1 Clasificación de los biopreparados (Terrile y Price, 2010)

Los biopreparados se pueden clasificar:

- a) De acuerdo a la forma de acción
  - Bioestimulante / bioenraizador
  - Biofertilizante
  - Biofungicida
  - Bionsecticida / biorepelente
- b) De acuerdo a la forma de preparación
  - Extracto
  - Infusión
  - Decocción
  - Purín

- Macerado
- Caldo

**a) Las formas de acción de los biopreparados son:**

**Bioestimulante/Enraizador:** Se prepara a base de vegetales que poseen sustancias que ayudan y promueven el desarrollo de las distintas partes de la planta, fundamentalmente en sus primeros estadios. Actúan aportando un suplemento alimenticio; facilitando la absorción y el traslado de nutrientes; y estimulando una mayor y rápida formación de raíces. Se utilizan en la reproducción de plantas por esquejes y estacas.

**Biofertilizantes:** Son el resultado de la descomposición o fermentación (mediante la acción de microorganismos) de materia orgánica disuelta en agua, transformando elementos que no podrían ser aprovechados directamente por las plantas, en sustancias fácilmente asimilables por las mismas. Un ejemplo es el estiércol o los minerales que promueven una mejor nutrición de la planta y partir de la misma su resistencia a los ataques de insectos y enfermedades.

**Biofungicidas:** Se preparan con elementos minerales y/o partes vegetales que poseen propiedades para impedir el crecimiento o eliminar los hongos y mohos que provocan enfermedades en las plantas. Se aplican mediante rociado, pulverizados o remojados, en el caso de las semillas. El tratamiento puede realizarse de manera preventiva con el fin de proteger a las plantas, antes que se enfermen o curativa cuando se presentan los primeros síntomas. Por su forma de acción pueden actuar como protectores y sistémicos.

**Bioinsecticidas/Repelentes:** Se preparan a base de sustancias naturales con propiedades reguladoras, de control o de eliminación de insectos considerados plagas para los cultivos. Se extraen de alguna planta, de los propios insectos o pueden ser de origen mineral. Dentro de este grupo existen los microbiales, desarrollados a partir de microbios (bacterias, hongos, virus) capaces de producir enfermedades a ciertos insectos considerados plagas.

Los Biorepelentes se preparan a base de plantas aromáticas, que actúan manteniendo a los insectos considerados plagas, alejados de las plantas. Trabajan provocando un estado de confusión a los insectos ya que naturalmente, se guían por los olores que los orientan a la planta que los alimenta.

**b) Por su forma de preparación:**

**Extracto:** Se elaboran extrayendo el líquido a las flores con propiedades insecticidas, repelentes de insectos o controladoras de enfermedades, mediante prensado.

**Infusión:** Se prepara de la misma forma en la que se prepara un té de hierbas, sumergiendo en agua hirviendo las partes tiernas de las plantas como flores y hojas para extraer sus sustancias activas.

**Decocción:** Se preparan haciendo hervir, no más de 30 minutos, las partes duras de las plantas como las hojas coriáceas, la corteza de los árboles, las raíces, semillas, cascaras, etc., para extraer sus sustancias activas.

**Purín:** Se preparan a partir de estiércoles, plantas, hierbas o restos vegetales que pueden ser enriquecidos con algún compuesto mineral. Se sumergen en agua los materiales anteriores por el término de cuatro a siete días. En este período comienzan a actuar hongos, bacterias y levaduras que desprenden enzimas, aminoácidos y nutrientes que son utilizados por las plantas.

**Macerado:** pueden prepararse con plantas o insectos. Los macerados elaborados a partir de plantas pueden utilizar plantas frescas o secas colocadas en agua durante no más de 3 días cuidando que no fermenten. Por su parte, los macerados elaborados a partir de insectos se basan en el principio de inoculación de enfermedades. Al aplicarle el preparado resultante a la plaga, le estamos sembrando sus propias enfermedades.

**Caldos:** Se preparan con minerales. Es la forma de diluir en agua compuestos o elementos minerales a manera de hacerlos solubles y aprovechables por las plantas. En su mayor parte poseen propiedades para actuar en el manejo de enfermedades transmitidas por hongos.

## 2.8 Ventajas de los biopreparados

- Los materiales se encuentran disponibles en las comunidades, por ello se facilita el poder de utilizarlos.
- Fáciles de preparar y usar
- Son económicos.
- Reduce el uso de fertilizantes, fungicidas, e insecticidas químicos, contribuyendo al control biológico natural de plagas y enfermedades.
- Proporcionan nutrimentos para las plantas.
- Se obtienen cosechas más sanas y abundantes ya que los biopreparados estimulan el crecimiento de las plantas aumentando así la calidad de los productos provenientes de ellas.
- Contribuyen a la salud y al medio ambiente.
- Favorecen y estimulan los microorganismos del suelo.
- Aportan materia orgánica al suelo.

## 2.9 Características generales de las especies base para la elaboración de los biopreparados

### 2.9.1 *Urtica urens* L.(Ortiga menor)



***Urtica urens* L.** Hierba anual, erguida, de 10 a 60 cm de alto; tallo simple o ramificado desde la base, con pelos urticantes; estípulas pequeñas, de 1 mm de largo, peciolo delgado de 1 a 2 cm de largo, hojas ovadas, ovales o elípticas, de 1.5 a 4 cm de largo por 1 a 3 cm de ancho, ápice agudo, inflorescencias andróginas; fruto ovoide, de 2 mm de largo.

Se encuentra distribuida ampliamente por todo el mundo, rara en el Valle de México. Sin embargo se localiza en algunos municipios como Tlalnepantla, Chimalhuacán, Cuajimalpa, Villa A. Obregón, Contreras, Milpa Alta, Amecameca. Altitud. 2300-2900 m. Maleza introducida de Europa (Rzedowski, 2005).

Figura 3. Planta de *Urtica urens* L.

Hernández, (1981) la reporta con el nombre náhuatl de Tlaltzitzicaztli tepozatlánico y Sahagún (1969) con el nombre de Tzitzicazquilitl.

#### Uso en la agricultura

En la agricultura ha tenido numerosas propiedades beneficiosas para los cultivos, aportando enzimas, aminoácidos al suelo y a las plantas, aumentando la diversidad y la disponibilidad de nutrientes para las mismas. Aporte de microorganismos (bacterias). Es preventivo contra hongos foliares y multicorrector de carencias, especialmente para combatir la clorosis férrica. También funciona como repelente de insectos vía foliar. Según las características y propiedades que posee, esta especie podría ser considerada como una planta bioestimulante (Treben, 1999).

### 2.9.2 *Equisetum arvense* L. (cola de caballo)

Es una planta vivaz de tallos erectos, de 10-30 cm. Ramas endebles, verticiladas, de color verde claro y con dientes negros en la punta. La planta produce tallos estériles y tallos fértiles (sin ramas). Estos últimos aparecen antes que los otros y llevan una esporangífera de 3 cm de largo (Schauenberg y París, 1981; Raven *et al.*, 1999).

Se encuentra distribuida en los estados de Hidalgo, Querétaro, Morelos, Michoacán y Estado de México, principalmente (Gallardo *et al.*, 2006).

La mayoría de estas plantas se localizan en cuerpos de agua: lugares húmedos o encharcados, cerca de los arroyos (en aguas poco profundas de las cuales emerge el tallo), en lugares cercanos a manantiales, cascadas, en zonas pantanosas formando parte de las comunidades herbáceas o subacuáticas o en los márgenes de los bosques (Rzedowski, 1978).



Figura 4. Planta de *Equisetum arvense* L.

#### Usos en la agricultura

Contiene sustancias como la equisetonina y ácido silícico, que favorecen la estructura de las plantas (Herrera, 1991). Además de que contiene varios compuestos como flavonoides y ácidos orgánicos que hacen que la cola de caballo sea uno de los fungicidas más eficaces en agricultura ecológica. Incluso se le reconoce cierta acción insecticida contra pulgones y araña roja (Treben, 1999 y Rojas, 2010).

### 3.- JUSTIFICACIÓN

Con base al tiempo de procesamiento que tarda en producirse una composta y obtener los beneficios que aporta la misma como: remediación de suelos, producción de hortalizas, restauración y reforestación de áreas verdes entre otras. La elaboración de biopreparados, representan una fuente bioestimiladora (Pfeiffer, 2014), en la actividad microbiana, para la producción de compota, sin embargo cabe considerar que no todos los biopreparados tienen esta característica, ya que depende de las especies que se utilice en su elaboración, es necesario evaluar los tiempos de obtención de las compostas, para determinar cuáles biopreparados tienen mejor efecto para reducir el tiempo de obtención y nutrición en las compostas.

### 4.- PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

**El propósito de este trabajo fue, responder a las siguientes preguntas:**

¿El utilizar biopreparados de *Urtica urens* (ortiga menor) y *Equisetum arvense* (cola de caballo) acelerará el proceso de degradación de los residuos orgánicos?

¿Cuál de los dos biopreparados o los dos en relación al testigo será más efectivo en la aceleración del proceso de degradación de los residuos orgánicos?

¿Cuál de los tres tratamientos tendrá mejor efecto en el rendimiento del rábano?

## 5.- HIPÓTESIS

Los biopreparados de ortiga y el de cola de caballo durante el proceso de composteo, acelerarán la degradación de los residuos orgánicos, ya que de acuerdo con Treben (1999) y Pfeiffer (2014), presentan características bioestimulantes. Por lo que el proceso de composteo se daría en menor tiempo en comparación con la composta testigo.

## 6.- OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo general

Evaluar y comparar el tiempo de obtención de las compostas con tratamiento de biopreparado de ortiga y con tratamiento de biopreparado de cola de caballo, en relación al testigo.

### 6.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de los biopreparados en cuanto al tiempo de degradación de los residuos orgánicos.
2. Determinar las propiedades físicas (temperatura, humedad, densidad aparente, densidad real) y químicas (materia orgánica, conductividad eléctrica, pH, N, P, K) de las compostas: testigo, con biopreparado de *Urtica urens L.* (Ortiga menor) y *Equisetum arvense L.* (Cola de caballo).
3. Determinar el efecto de la composta con biopreparados en el rendimiento del rábano.

## 7.- METODOLOGÍA

### 7.1 Zona de estudio

El presente estudio se desarrolló en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, en el Área de composteo del Centro de Capacitación en Agricultura Urbana (CCAU) “Chimalxochipan” y en el Laboratorio de Contaminación y Fitorremediación de Suelos de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal.

La temperatura media mensual del área durante verano estuvo entre 16 y 22 °C, con una precipitación de 800 mm anuales.

### 7.2 Material biológico

Para la elaboración de las pilas de composteo, se requirió de 150 kg de materia orgánica (de frutas y vegetales), la cual se recolectó en el mercado de Xochimilco. Los demás componentes como; el estiércol (15 Kg) y suelo de vivero (30 Kg), fueron proporcionados por el Vivero de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Para la elaboración de los biopreparados se utilizaron plantas de ortiga (500 g) y de cola de caballo (500 g) frescas y verdes, las cuales se consiguieron en el mercado de Xochimilco. Los biopreparados se elaboraron a partir de su forma de preparación en macerado que consiste en colocar en agua cada una de las especies hasta su desintegración, durante no más de 3 días cuidando que no fermenten, utilizando una relación de 300 g de cada especie en 10 L de agua (Terrile, 2010).



Figura 5. a) Planta de *Urtica urens* (ortiga) y b) *Equisetum arvense* (cola de caballo), para la obtención de los biopreparados(c).

### **7.3 Procedimiento para la elaboración y organización de las pilas de composteo**

Para establecer las pilas de composteo se realizó lo siguiente procedimiento:

- 1) Se eligió un lugar (5 m de largo x 2 m de ancho) que tuviera las mismas condiciones de incidencia de luz y entrada de aire, para las pilas, y posteriormente se elaboraron las pilas de composteo.
- 2) Se cortó la materia orgánica a un tamaño de partícula de 2-5 cm, para acelerar la degradación de esta por los microorganismos aerobios.
- 3) Posteriormente se colocaron cinco Kg de materia orgánica en cubiertas de plástico (1m de largo x 90 cm de ancho) (Fig. 6 a y b).
- 4) Después se agregó, un Kg de estiércol de caballo encima de la primera capa, ya que es muy recomendable (Admin, 2008), por su contenido de C/N (30/1) (Fig. 6 c).
- 5) Una vez colocada la segunda capa de estiércol se adicionó dos Kg de suelo de vivero (Fig. 6 d),
- 6) Por último se agregaron cinco Kg de materia orgánica, mezclando toda la pila de manera manual (Fig. e y f), y con la misma cubierta de plástico se taparon las pilas de composteo, para protegerlas de las lluvias de temporada y evitar el deslave de las mismas (Fig. 6 g). De esta manera se conformaron todas las pilas de composteo, las cuales se dividieron en:

Tratamiento testigo: se emplearon cinco pilas de composteo y cada semana se le agregó 200 ml de agua.

Tratamiento con biopreparados: Se montaron en total diez pilas, cinco pilas para el tratamiento de biopreparado de ortiga y cinco para el tratamiento de biopreparado de cola de caballo, cada semana se les agregó 200 ml del biopreparado correspondiente para cada tratamiento.

- 7) Finalmente se colocaron unos troncos como soporte encima de las pilas, para que no se descubrieran las pilas y fueran asechadas por roedores, aves, etc. (Fig. 6 i).



Figura 6. Diagrama del procedimiento que se siguió para establecer las pilas de composteo: a) Trituración de la materia orgánica (2-5cm); b) Materia orgánica en cubiertas de plástico; c) Estiércol de caballo como segunda capa; e) Tercera capa dos kg de suelo de vivero; f) Cuarta capa materia orgánica (2-5 cm); g) Mezcla de la pila de manera manual; g) Cubierta de las pilas; h) Biopreparados *Equisetum arvense* y *Urtica urens*; i) Soportes de las pilas.

#### 7.4 Parámetros que se registraron durante el proceso de composteo

Para llevar a cabo un manejo adecuado de las pilas durante el composteo se evaluó la temperatura, la humedad y la aireación.



Figura 7. Registro de temperatura

Temperatura. Se midió con un termómetro HANNA modelo HI145-20 tres veces por semana tomando como medida el punto central de la pila y el de ambos lados de la misma (Fig. 7) con la finalidad de registrar la temperatura, ya que este parámetro es muy importante para determinar la fase de maduración de la composta (Trejo, 1996).

Humedad (Fig.8). Se determinó por el método del tacto (Martin, 2014), que consistió en exprimir la composta con la palma de la mano y si queda húmeda entonces se tiene la humedad óptima (50 a 60%), sin embargo también se pudo medir y comprobar el % de humedad con un probador de suelos Kelway.



Figura 8. Registro de humedad

Aireación de la masa. Se suministró aire en toda la masa del material en tratamiento volteándola de manera manual con una pala (Fig. 9), para que se oxigenara adecuadamente y así permitir que favorezca la acción de descomposición de la masa por los microorganismos aerobios, oxidando varias moléculas orgánicas presentes por los mismos (Rodríguez y Córdova, 2006).



Figura 9. Volteo manual y aireación de las pilas de composta

## 7.5 Análisis de las compostas maduras

Una vez que las compostas estuvieron maduras, se tomaron una submuestra de las compostas (testigo y la de los tratamientos con biopreparado de ortiga y la de biopreparado de cola de caballo, dos Kg de cada composta), para elaborar la muestra compuesta, para realizar los análisis físicos y químicos de cada una de ellas, de acuerdo a los procedimientos que establece la NOM-021-RECNAT-2000 para suelos y sus métodos de prueba.

Cuadro 2. Análisis determinados en la composta

Físicos	Químicos
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ). Método de la probeta (Ríos, 1985).	Materia orgánica (vía seca por el método de incineración).
Densidad real (g/cm <sup>3</sup> ). Método del picnómetro.	Conductividad eléctrica (dsm-1) relación 1:5 (composta: H <sub>2</sub> O), conductivímetro (Richards, 1990).
Textura. Método del hidrómetro de Bouyoucos.	Potencial de hidrogeno (pH) relación 1:2 (composta: H <sub>2</sub> O), potenciómetro (Jackson, 1964).
	%Nitrógeno total. Método semimicro-Kjeldahl (NOM 021).
	%Fosforo. Método de Olsen (NOM 021).
	%Potasio. Método de extracción con acetato de amonio.

## 7.6 Cultivo de rábano

Otra parte de las muestras compuestas de las compostas fue destinada para realizar un cultivo de rábano con la finalidad de determinar el efecto de las compostas con biopreparados en el rendimiento del rábano.

De esta forma para montar los tres tratamientos y el testigo (T1 composta, T2 composta con biopreparado de cola de caballo, T3 composta con biopreparado de ortiga y como testigo suelo de vivero) se realizó lo siguiente:

a) Preparación de los sustratos a emplear para cada tratamiento:

Para **T1. Sustrato 1.** Suelo de vivero –composta

Para **T2.Sustrato 2.** Suelo de vivero –composta con biopreparado de cola de caballo

Para **T3. Sustrato 3.** Suelo de vivero -composta con biopreparado de ortiga

Para el **testigo. Sustrato 4.** Suelo de vivero

\*Relación suelo /composta 2:1 en todos los tratamientos y el testigo.

b) Una vez listos los sustratos, se prepararon siete repeticiones o unidades experimentales (UE) para cada tratamiento, utilizando bolsas de vivero de 35x35 cm, calibre 600, las cuales se llenaron previamente de los sustratos (cinco kg) correspondientes para cada tratamiento. Se acomodaron en una área de 2.24 m de largo por 1.40 de ancho.

c) Siembra. Se realizó la siembra de forma directa (Gómez y Pérez, 2008), colocando una semilla en las todas las repeticiones o UE de los diferentes tratamientos y el testigo (Fig. 10 a).

d) Una vez que se llevó a cabo la siembra del cultivo de rábano, se regó a todas las UE cada tercer día (Infoagro, 2010), hasta obtener la cosecha de las mismas (Fig.10 c). Realizándoles un aporque en la primera semana y a los 15 días, con la finalidad de dar soporte a la planta de rábano (Fig.10 b). También se llevó a cabo el deshierbe, retirando la maleza que pudieran perjudicar al cultivo (Forestal., 2012).



Figura 10. Cultivo de rábano: siembra (a), desarrollo (b) y cosecha (c).

### 7.6.1 Registro de los parámetros realizados en el cultivo de rábano posterior a la cosecha en el laboratorio.

Se evaluaron los parámetros siguientes: número de hojas, longitud de la raíz, peso de la raíz (comestible) y peso de la parte aérea (Figura. 11), de las cosechas obtenidas de los tres tratamientos y el testigo (T1 composta, T2 composta con biopreparado de cola de caballo, T3 composta con biopreparado de ortiga y como testigo suelo de vivero).

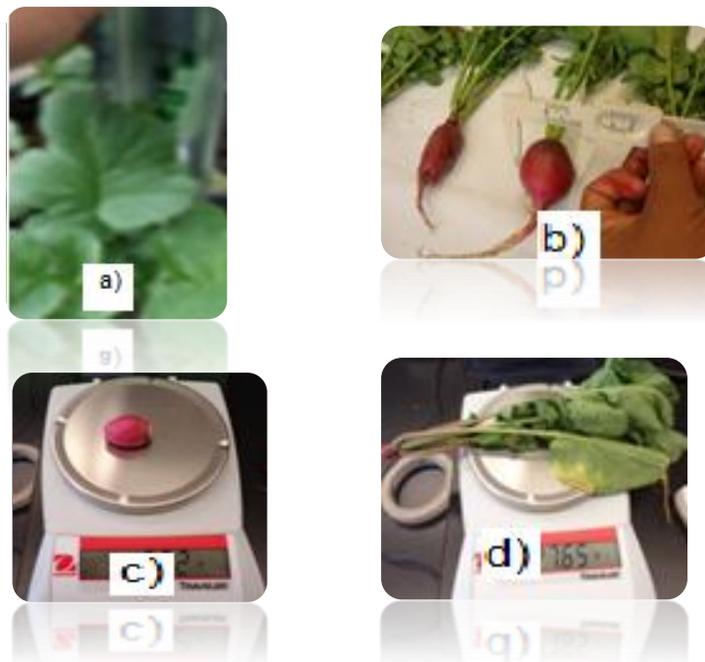


Figura 11. Registro de parámetros del cultivo de rábano en laboratorio: a) número de hojas, b) longitud del rábano, c) peso de la raíz (comestible), d) peso de la parte

## 7.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A los resultados obtenidos se le aplicaron pruebas estadísticas de varianza (Kruskal-Wallis y múltiples rangos), con el programa Stat Graphics Centurion XVI, que se basaron en la comparación de medidas entre los tratamientos con biopreparado de ortiga y con tratamiento de Biopreparado de cola de caballo con respecto al testigo para evaluar las diferencias entre ellos.

## 8.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros físicos y químicos que se obtuvieron al analizar las compostas ya maduras se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados de los análisis físicos y químicos de las compostas maduras

<b>Análisis</b>	<b>Composta testigo</b>	<b>Composta con Biopreparado de <i>Urtica urens</i></b>	<b>Composta con Biopreparado de <i>Equisetum arvense</i></b>
<b>Densidad aparente (D. A.) g/cm<sup>3</sup></b>	0.71	0.79	0.87
<b>Densidad real (D.R.) g/cm<sup>3</sup></b>	1.40	1.41	1.39
<b>Textura</b>	Franco arcilloso	Franco arcillo limoso	Franco arcillo Limoso
<b>pH</b>	8.2	8.5	8.8
<b>Conductividad eléctrica (CE) dS/m</b>	3.14	3.18	3.60
<b>% Materia orgánica (MO)</b>	31.71	32.17	29.76
<b>% Nitrógeno total</b>	0.76	0.84	0.90
<b>% Fósforo</b>	0.74	0.88	0.83
<b>% Potasio</b>	0.88	0.74	0.69
<b>% Humedad</b>	41.54	47.25	41.50
<b>% Espacio poroso</b>	49.00	44.00	48.00

Los resultados del análisis de las compostas mostrados en el Cuadro 3, en lo que se refiere a la textura para la composta testigo es clasificada como Franco arcillosa, que de acuerdo con García (2014), se caracteriza por presentar una infiltración pobre, plasticidad al tacto, capacidad de retención de humedad alta, drenaje pobre, erosión baja. En las compostas con tratamiento de biopreparado de ortiga y con tratamiento de biopreparado de cola de caballo se obtuvo para ambas una textura Franco arcillo-limosa y se caracterizan por presentar: infiltración media, suavidad al tacto, capacidad de retención de humedad alta y drenaje medio (García, 2014).

En cuanto a la densidad real y aparente se obtuvieron resultados similares para las tres compostas con tratamientos diferentes y de acuerdo con Gisbert (2001) y Fonten (1996), los valores fueron bajos ya que están entre 0.71 y 0.87, y por lo tanto presentan características de un suelo orgánico: color café oscuro, alta porosidad, gran capacidad de retención de humedad, compresibilidad, drenaje pobre y suaves al tacto. La clasificación de estas compostas de acuerdo a su pH son consideradas como medianamente alcalinas de acuerdo a Rodríguez y Capa (2008), con rangos de valores normales (7-9) citados para compostas, ya que los valores que se obtuvieron en este trabajo estuvieron entre 8.2 y 8.8, que de acuerdo con la NADF-020- AMBT, 2011 indica que estas compostas pueden ser utilizadas para la agricultura ecológica, paisaje y áreas verdes urbanas.

De acuerdo a los valores en cuanto al porcentaje de espacio poroso cae en el rango de mediana porosidad (44 a 49%) para las tres compostas de acuerdo con Flores (2014) y Abad y Noguera (1998), pues reportan que el 80 % de espacio poroso es el óptimo para una composta.

Los valores que se obtuvieron (cuadro 3) para la conductividad eléctrica en las tres compostas (3.1 a 3.6 dS/m) muestran que son moderadamente salinas de acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000, y por lo mismo la salinidad que tienen estas compostas según Abad (1993) y García (2014), es tolerante para muchas plantas. Estadísticamente si presentaron diferencias significativas (Anexo 12.1 c) ya que la composta con biopreparado de cola de caballo fue la que presentó mayor conductividad eléctrica (3.60 dS/m) con respecto a la composta con biopreparado de ortiga 3.18 dS/m) y la composta testigo (3.14 dS/m), sin embargo la NADF-020- AMBT, 2011 indica que estas compostas pueden ser empleadas como sustrato en viveros, sustituto de tierra para maceta, restauración y reforestación en suelo de conservación.

Todas las compostas (testigo, con biopreparado de ortiga, con biopreparado de cola de caballo) presentaron un contenido de materia orgánica alto (31.7 a 32.17%) de acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000 (cuadro 3), Alvares *et al* (2010) menciona que se puede deber a la materia prima de origen con la que fueron elaboradas las compostas. Estadísticamente no presentaron diferencias significativas (Anexo 12.1 d), pero con base a los valores que se obtuvieron la NADF-020- AMBT-2011, recomienda emplearlas como sustrato en viveros y sustituto de tierra para maceta, restauración y reforestación en suelo de conservación, agricultura ecológica, paisaje y áreas verdes urbanas.

En cuanto a los valores que se obtuvieron para el % humedad fueron de (41.5 a 47.25 en peso) que de acuerdo NADF-020- AMBT-2011 estos valores se encuentran dentro de los rangos (25-45% en peso) recomendados para su uso en paisajes y áreas verdes urbanas.

## 8.1 Tiempo de obtención de las compostas

El tiempo de obtención de la composta testigo en su forma madura fue en 105 días que coincide con los trabajos de Trejo (1996) y Jiménez (2002) con compostas tradicionales. Sin embargo, la composta con tratamiento de biopreparado de cola de caballo se obtuvo en 60 días siguiéndole, la composta con tratamiento de biopreparado de ortiga en 90 días (Fig. 12). Al analizar estadísticamente (Anexo 12.1 a) los datos obtenidos con las pruebas de varianza (Kruskal-Wallis y múltiple rangos) se obtuvieron diferencias significativas ya que la composta con tratamiento de biopreparado de cola de caballo requirió menor tiempo en degradar de los residuos orgánicos a comparación con las otras compostas.

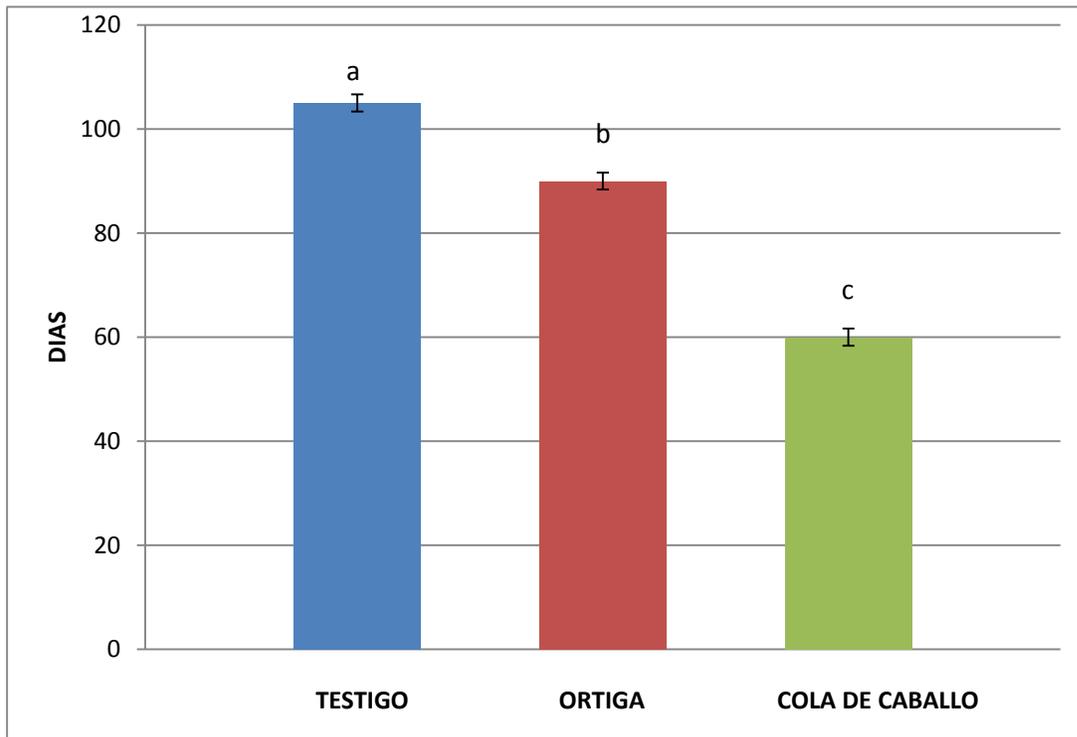


Figura 12. Tiempo de obtención (días) de las compostas: testigo, con tratamiento de Biopreparado de ortiga, con tratamiento de Biopreparado de cola de caballo.

Cuadro 4. Temperaturas promedio registradas durante el proceso de composteo

Tratamiento	Meses			
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Testigo	26.31°C	20.06° C	18.65°C	19.51°C
Con biopreparado de ortiga	28.87°C	21.05° C	18.64°C	19.53 °C
Con biopreparado de cola de caballo	29.36°C	21.16°C	18.33°C	*

Nota \* significa que su proceso de degradación terminó antes

Los resultados del cuadro 4 muestran las temperaturas que se registraron durante los meses que duró el proceso de composteo. Al tratamiento testigo se le aplicó solo agua durante el proceso presentando menor temperatura comparado con las compostas a las que se les agrego biopreparado de ortiga y las de biopreparado de cola de caballo, esta variación se puede deber a la bioestimulación en la actividad microbiana para la degradación de la materia orgánica y así poder presentar una mayor temperatura.

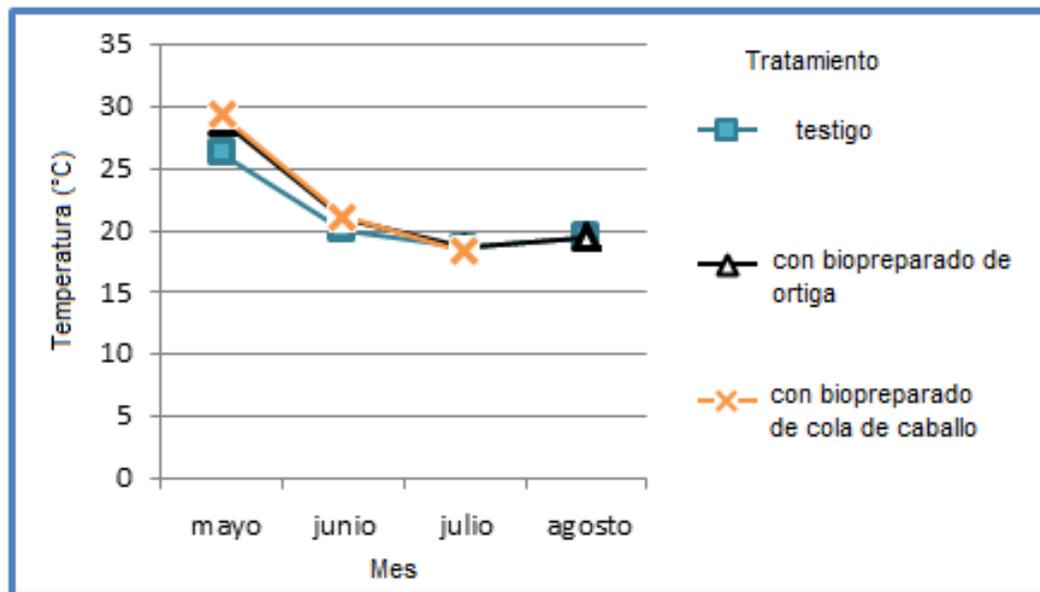


Figura 13. Temperaturas registradas durante el proceso de composteo para cada tratamiento.

Como se muestra en la figura 13, al inicio del proceso hubo diferencias de temperatura, la composta con tratamiento de biopreparado de cola de caballo fue la más alta (29.36°C), con respecto a la composta con de biopreparado de ortiga (28.87°C) y la testigo (26.31°C).

## 8.2 Porcentaje de N, P, K en las compostas

Cuadro 5. Porcentaje de macronutrientes (N, P, K)

Propiedades	Composta testigo	Composta con biopreparado de ortiga	Composta con biopreparado de cola de caballo
% Nitrógeno	0.76	0.84	0.90
% Fosforo	0.74	0.88	0.83
% Potasio	0.88	0.74	0.69
% Total	2.38	2.46	2.42

Al comparar el nitrógeno de la composta testigo con las compostas con biopreparado de ortiga y la de biopreparado de cola de caballo, de acuerdo al análisis estadístico de varianzas indican que hay una diferencia significativa (Anexo 12.1 e f g), del mismo modo se compararon los otros macronutrientes (P, K). Al final la suma total de los macronutrientes de cada una de las compostas se obtuvieron valores entre (2.38-2.4%) habiendo también diferencias estadísticamente significativas (Anexo 12.1 h), que acuerdo con la NADF-020-AMBT-2011, el porcentaje es < 7% por lo que pueden ser utilizadas como mejoradores de suelo.

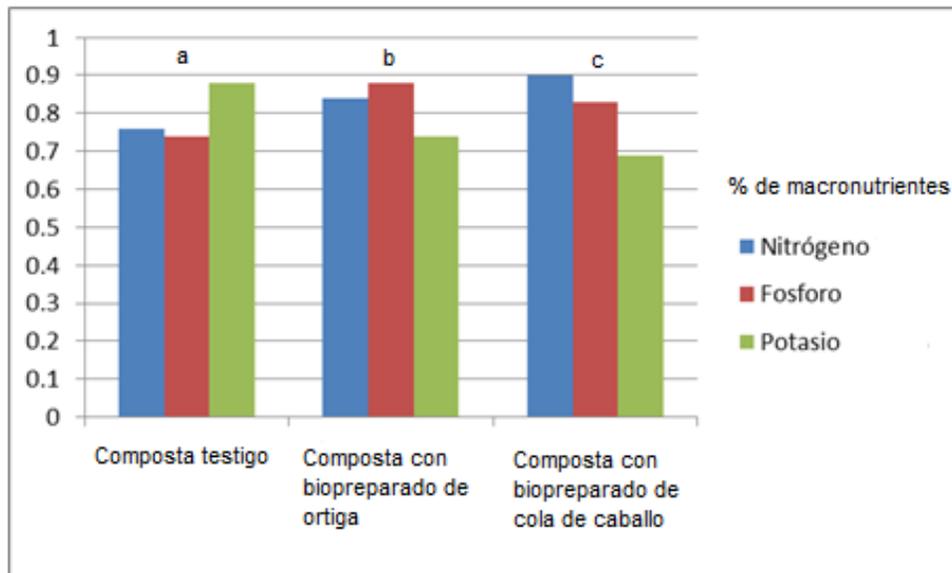


Figura 14. Contenido nutrimental (N, P, K) de las compostas en (%).

Cuadro 6. Rendimiento de las compostas maduras.

<b>Pilas de compostaje</b>	<b>Kg de sustrato inicial</b>	<b>Kg de composta final</b>	<b>Rendimiento en (%)</b>
Composta testigo	65	34.90	53.69
Composta con biopreparado de <i>Urtica urens</i>	65	38.30	63.90
Composta con Biopreparado de <i>Equisetum arvense</i>	65	40.50	62.30

En general el rendimiento para una composta es del 40 y 50% según Minaz (1991) y de acuerdo a los resultados que se obtuvieron para las compostas testigo, con biopreparado de ortiga y con biopreparado de cola de caballo (53.69%, 63.90% y 62.30%), sus valores fueron altos ya sobrepasan el intervalo antes mencionado y por ello se puede decir que se obtuvo un buen rendimiento para la las tres compostas. Es importante recalcar que las semillas de difícil degradación como lo es la de mango se observó que estuvo más degradada en la composta con biopreparado de cola de caballo con respecto a las otras compostas (testigo y con biopreparado de ortiga) (Fig.15-17).

Las figuras 15-17, - Corresponden a observaciones hechas al finalizar el experimento como se puede apreciar la degradación de la semillas de *Mangifera indica L.* (mango) expuestas a cada uno de los siguientes tratamientos: composta testigo, con biopreparado de *Urtica urens* y la de composta con biopreparado *Equisetum arvense*.



Figura 15. Semilla de mango (entera) en la composta de testigo



Figura 16. Semilla de mango (semidegradada) en la composta con biopreparado de ortiga



Figura 17. Semilla de mango (degradada) en la composta con biopreparado de cola de caballo

### 8.3 Efecto de los biopreparados en el rendimiento del rábano

#### 8.3.1 Rendimiento (peso /área)

En un área de 6.25 m<sup>2</sup>, donde se sembraron únicamente individuos de rábano, después de los 45 días, se realizó la cosecha del mismo para los tres tratamientos y el testigo. De marzo a abril del 2013, se obtuvo el siguiente rendimiento: (10.16 g) para composta, (15.87 g) con biopreparado de ortiga, (12.78g) con biopreparado de cola de caballo y (10.97g) para el testigo (Cuadro 7). Sin embargo se obtuvo mayor rendimiento en la composta con biopreparado de ortiga presentando mayor peso del rábano.

De acuerdo al análisis estadístico de prueba de múltiples rangos y Kruskal-Wallis no hubo diferencia estadística significativa para los siguientes parámetros: número de hojas, longitud del rábano y peso de la parte aérea, con un valor de  $p < 0.05$  (Anexo 12.2 a b c) aunque en cuanto al peso del rábano si se presento diferencias significativas (Anexo 12.2 d).

Cuadro 7. Rendimiento del rábano

tratamiento	peso en gr
composta	10.16
composta con biopreparado de ortiga	15.87
composta con biopreparado de cola de caballo	12.78
testigo (suelo)	10.97

## 9. CONCLUSIONES

Los biopreparados (ortiga y cola de caballo) disminuyen el tiempo de obtención de las compostas con respecto a la composta testigo. Reduciendo mes y medio la obtención de la misma.

El efecto de los biopreparados en las compostas es que aceleran la degradación de los residuos orgánicos.

Las propiedades físicas y químicas de las compostas con biopreparados de ortiga y cola de caballo presentan diferencias enriquecedoras con respecto a la composta testigo.

El porcentaje en rendimiento del rábano es mayor en la composta enriquecida con el biopreparado de ortiga con respecto a la composta con biopreparado de cola de caballo y la testigo.

## 10. RECOMENDACIONES

La optimización de la calidad composta, está directamente relacionada, con su composición y la sucesión de microbiana, durante el proceso de composteo, por lo que se recomienda hacer un estudio de la población microbiana.

Realizar el rendimiento en hortalizas demandantes en macronutrientes como: jitomate, tomate entre otros.

## 11. REFERENCIAS

Abad M. 1993. *Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo*. Acta Horticulturae 11. 141-154.

Abad, M. y Noguera, P. 1998. *Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación*. In C. Cadahia (ed.) *Fertirrigación de cultivos hortícolas y ornamentales*. Mundi-Prensa, Madrid, España, 287-342 p.

Abdel M.H., Sabrah E.A., Nadi A.R., 1994. *Kinetics of biodegradation rates of chicken manure and municipal refuse in a sandy soil*. J. Arid Environments 28: 163-171.

Alvares Solís J. D., D. A. Gómez V., N. S. León M., F. A. Gutiérrez M. 2010. *Manejo integral de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz*. Agrociencia, Vol. 4, 575-586 p.

Atiyeh R.M., Lee S., Edwards C.A., 2002. *The Influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth*. Bioresource Technology, 84, 7-14.

Bernal M.P., Navarro A.F., Sánchez M., 1998. *Influence of sewage sludge compost stability and maturity on carbon and nitrogen mineralization*. Soil. Biol. Biochem. 30: 305-313.

Biernbaum, J., Fogiel A., 2004. *Compost Production and Use*. Department of Horticulture, Michigan State University.

Bowman, W.C., Rand M.J., West G.B., 1970. *Farmacología*. JIMS. Barcelona (España), 984 p.

Bueno M., 2009. *Como hacer un buen compost*. Manual de horticultores ecológicos. 5 Ed. 172 p.

Canellas L.P., Facanha A.R., 2004. *Chemical nature of soil Humified fractions and their bioactivity*. Pesquisa. Agropecuaria. Brasileira, 39 (3), 233-240 p.

Cófrece L. C., 2007. *Distintas tecnologías de tratamiento para los residuos ganaderos y de las industrias agroalimentarias aplicados al caso concreto de castilla y león*. Instituto Tecnológico Agrario. Junta de Castilla y León.

Cooper R. J., Liu C h., Fisher D.S., 1998. *Influence of humic sustances on rooting and nutrient content of creeping bentrgrass*. Crop Science, 38, 1639-1644p.

Escamilla P. A., 2010. *La composta como alternativa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos en México*. Centro de Investigaciones del Ozono. Cuba.

Diaz L., Savage G., Eggerth L., Golueke C., 1993. *Composting and recycling municipal solid waste* Ed Lewis publishers. Boca Raton Florida 121-174 pp.

FAO. 1991. Manejo del suelo producción y uso de compost en ambientes tropicales. Boletín de Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 178 p.

Finck A., 1985. *Fertilizantes y Fertilización*. Reverte S.A. España.156-168 p.

Fonten. D., 1996. *Sustratos: Tipos y Propiedades Físicas/Químicas*. Capítulo 5. (pp. 93-123) En: *Sustratos, Aguas y Nutrición: en cultivo de flores bajo invernadero*. David W. Reed Ed.

Gallardo P.J.,. Esparza A.M., Gómez C.A., 2006. *Importancia Etnobotánica de una planta vascular .Equisetum* .Mexico.61-74pp.

Gisbert, J.M., Ibáñez, S., 2001, “*Génesis de Suelos*” Ed. Universidad Politécnica de Valencia, págs. 222

Gómez-T. L, Gómez C. M., Schwentesius R ., 2003. *La agricultura orgánica en México*. Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en México, Edición CIESTAAMAUNA, UACH. Texcoco: 91-108 pp.

Hernández M., Galli J., 1981. *Plantas Medicinales de México*. Ed. Botas, 7ª Reimpresión, México.

Herrera A.L., 1991. *Farmacopea Latino Americana*. Talleres Gráficos de Herrero Hermanos. México.

Infante A., 2011. *Manual de Biopreparados para la Agricultura Ecológica*. Programa Territorial Orgánico (PTO), SURFRUT, Fundación para la Innovación Agraria (FIA).Trama Impresores S.A., Santiago, Chile.

Jackson, M. L., 1964. *Análisis químico de suelos*. Traducción al español por J. Beitrán M. Omega, Barcelona, España.

Jiménez B. E, 2002. *La contaminación ambiental en México*. Ed Limusa, S.A de C.V México. 453-500 pp.

Minna M. L., Jorgensen K.S., 1996. *Straw Compost and Bioremediated Soil as Inocula for the Bioremediation of Chlorophenol-Contaminated Soil*. Appl. Environmental Microbiol. 62: 1507-1513 pp.

Minaz. 1991. *Instructivo para la elaboración de compost a partir de la agroindustria azucarera*. ICIDCA. Dirección de agrotecnia. La Habana.40 pp.

Moreno C.J., Moral H.R., 2007. *Compostaje*. Mundi- Prensa. España. 530p.

NADF-020-AMBT-2011. Norma ambiental para el distrito federal, que establece los requerimientos mínimos para la producción de composta a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, agrícolas, pecuarios y forestales, así como las especificaciones mínimas de calidad de la composta producida y/o distribuida en el D.F. Gaceta oficial del D.F.

Narro F. E., 1994. *Física de suelos con enfoque agrícola*. Trillas. México. 195 pp.

Nieto G.A., Murillo A.B., 2002. *El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (Capsicum annuum L.) en zonas áridas*. Interciencia. Inci v.27 n.8 caracas ago.

NOM-021-RECNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.

Pansu, M., Sallih Z., Bottner P., 1998. *Modelling of soil nitrogen forms after organic amendments under controlled conditions*. Soil Biol. Biochem. 30: 19-29.

Raven P.H., Evert R.F., Eichhorn S.E., 1999. *Biology of plants*. Freeman and Company. USA. 944 pp.

Rios G.R., 1985. *Manual del Módulo de Edafología*. Laboratorio Integral de Biología IV.FES ZARAGOZA UNAM. p126.

Richards, L. A., 1990. *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos*. 6ª. Ed., Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América. Limusa, México, D. F.

Rodríguez S.M., Córdova V.A., 2006. *Manual de Compostaje Municipal. Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE). México. 104

Rodríguez, A. M. y Capa, M. B., 2008. *Evaluación de la calidad del compost*. Capítulo 12 (p.285-303) En: CASCO J. M. & HERRERO R. M. *Compostaje*. Ediciones Mundi prensa. 570pp.

Rojas A.M., 2010. *Libros Electrónicos del Diplomado de Herbolaria y Medicina Tradicional Mexicana*. Tlahui.

Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.

Rzedowski, J., 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 pp.

Ruíz F.J., 1996. *Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánico*. En Zapata Altamirano, Calderón Arózqueta (Eds.) *Memorias Primer Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica*. 149 pp.

Schauemberg P., París F., 1981. *Guía de las Plantas Medicinales*. Ediciones Omega S. A. Barcelona, España, 126 y 342-343 p.

Sahagún F. B., Florentin C., 1969. Traducido por C.E. Bible y A.J. O. Anderson. *The School of American Research and. The University of Utah*. Santa Fe, New México.

Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S., 1993. *Integrated solid waste Management*. Singapore: McGraw-Hill International Editions.

Terrile R., Price J.L., 2010. *Biopreparados para el Manejo Sostenible de Plagas y Enfermedades en la Agricultura Urbana y Periurbana*. IPES/FAO. Perú. 96 p.

Treben M., 1999. *Salud de la botica del Señor*. 5 ed. Ed. Ennsthaler, steyr. Austria.

Trejo V.R., 1996. *Procesamiento de la basura urbana*. Ed. Trillas, S.A de C. V. México 186-213 p.

Trueba C.S., 1996. *Fertilizantes Orgánicos y Compostas*. En Memorias Agricultura Orgánica: Una Opción Sustentable para el Agro Mexicano. UACH. Texcoco, México. 163 pp.

Valdtighi M.M., Pera A., Agnolucci M., 1996. *Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (Cichoriumintybus) -soil system: a comparative study*. Agriculture, Ecosystems y Environment 58: 133-144.

Vogtmann H., Fricke K., 1989. *Nutrient evaluate and utilization of biogenic compost in plant production*. Agriculture, Ecosystems and Environment 27: 471-475.

Wilson D.P., Carlile W.R., 1989. *Plant growth in potiign media containing worm-worked duck waste*. Acta horticulturae, 238, 205-220.

## **PÁGINAS WEB CONSULTADAS**

Admin, (2008). Relación C/N en el compost <<http://organicsa.net/relacion-cn-en-el-compost.html>> [Consultada el 02 de agosto 2014.]

Amigos de la Tierra, (2013). Ventajas del composteo <[http:// www.tierra.or q](http://www.tierra.or.q)> [Consultada el 23 de octubre del 2013.]

Flores, D.L., (2014). Manual de procedimientos analíticos de suelos <<http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/manualLFS.pdf>> [Consultada el 28 de abril 2014.]

Forestal, (2011). El rábano: Sus cuidados, plagas y cosecha <<http://organicsa.net/el-chile-sus-cuidados-plagas-y-cosecha.html>> [Consultada el 24 de abril 2014.]

Gómez G., Pérez S, (2008). Efectos sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus L*). <<http://www.agroecologia.net/recursos/publicacio6.pdf>> [Consultada el 5 julio 2014.]

García C., (2014). Manual de prácticas de la materia de edafología <<http://www.utselva.educ.mx/pai/8/7/25/1.pdf>> [Consultada el 14 de abril del 2014.]

INE, (2010). Manual de compostaje municipal <<http://www.ine.gob.mx>> [Consultada el 28 de enero del 2014.]

Infoagro, (2010). Cultivo del Rábano <<http://www.infoagro.com/hortalizas/rabano.htm>> [Consultada el 24 de abril del 2014.]

Maldonado., (2014). Productos de la composta <[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/laec/maldonado\\_z\\_r/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/laec/maldonado_z_r/capitulo5.pdf)> [Consultada el 8 de mayo del 2014.]

Martin E., (2014). Métodos para medir la humedad del suelo para la programación del riego. <<http://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1220s.pdf>> [Consultada el 29 de julio del 2014.]

Plan verde, (2012). Composta <<http://planverde.gob.mx>> [Consultada el 13 de noviembre del 2013.]

Pfeiffer E, (2014). Introducción al método agrícola biodinámico <<http://www.canricastell.net/descargas/bibliografia/pfeifferIntro.pdf>> [Consultada el 25 de agosto del 2014.]

Picó., (2002). Composta agente agrícola. <[agricultura.uprm.edu/calentamiento/pdf/composta.pdf](http://agricultura.uprm.edu/calentamiento/pdf/composta.pdf)> [Consultada el 25 de junio del 2014.]

## 12. ANEXOS

12.1. Pruebas estadísticas aplicadas (múltiples rangos y kruskal-Wallis) a las compostas haciendo la comparación de sus valores entre ellas:

**Testigo o tradicional (col 1)**  
**Con biopreparado de ortiga(col 2)**  
**Con biopreparado de cola de caballo (col 3)**

a. Pruebas estadísticas aplicadas para el variable **tiempo** al final del experimento.

Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por Col\_1

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
cc	5	2.0	X
co	5	2.5	X
tt	5	3.5	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
cc-co	*	-0.5	0
cc-tt	*	-1.5	0
co-tt	*	-1.0	0

\* indica una diferencia significativa.

Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_2 por Col\_1

Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
cc	5	3.0
co	5	8.0
tt	5	13.0

Estadístico = 14.0 Valor-P = 0.000911882

b. Pruebas estadísticas aplicadas para la variable **pH** al final del experimento.

Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por Col\_1

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	3	8.26	X
2	3	8.52333	X
3	3	8.83667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-0.263333	0.0376728
1 - 3	*	-0.576667	0.0376728
2 - 3	*	-0.313333	0.0376728

\* indica una diferencia significativa.

Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_2 por Col\_1

Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	3	2.0
2	3	5.0
3	3	8.0

Estadístico = 7.2605 Valor-P = 0.0265095

c. Pruebas estadísticas aplicadas a la variable **conductividad eléctrica (CE)** al final del experimento.

Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por Col\_1

Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
cola de caballo	3	8.0
ortiga	3	5.0
testigo	3	2.0

Estadístico = 8.0 Valor-P = 0.0183156

Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por Col\_1

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
testigo	3	3.14	X
ortiga	3	3.18	X
cola de caballo	3	3.6	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
cola de caballo - ortiga	*	0.42	0
cola de caballo - testigo	*	0.46	0
ortiga - testigo	*	0.04	0

\* indica una diferencia significativa.

d. Pruebas estadísticas aplicadas a la variable **materia orgánica (MO)** al final del experimento.

Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por A.Col\_1

A.Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	3	29.7633	X
1	3	31.7133	X
2	3	32.17	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-0.456667	4.14328
1 - 3		1.95	4.14328
2 - 3		2.40667	4.14328

\* indica una diferencia significativa.

Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_2 por A.Col\_1

A.Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	3	5.66667
2	3	6.33333
3	3	3.0

Estadístico = 2.48889 Valor-P = 0.288101

e. Pruebas estadísticas aplicadas para la variable **nitrógeno** al final del experimento.

Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por Col\_1

Método: 95.0 porcentaje LSD

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
testigo	3	0.76	X
ortiga	3	0.84	X
cola de caballo	3	0.9	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
cola de caballo - ortiga	*	0.06	0
cola de caballo - testigo	*	0.14	0
ortiga - testigo	*	0.08	0

\* indica una diferencia significativa.

Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_2 por Col\_1

Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
cola de caballo	3	8.0
ortiga	3	5.0
testigo	3	2.0

Estadístico = 8.0 Valor-P = 0.0183156

f. Pruebas estadísticas aplicadas para la variable **fosforo** al final del experimento.

**Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por Col\_1**

Método: 95.0 porcentaje LSD

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
testigo	3	0.74	X
cola de caballo	3	0.83	X
ortiga	3	0.88	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
cola de caballo - ortiga	*	-0.05	0
cola de caballo - testigo	*	0.09	0
ortiga - testigo	*	0.14	0

\* indica una diferencia significativa.

**Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_2 por Col\_1**

Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
cola de caballo	3	5.0
ortiga	3	8.0
testigo	3	2.0

Estadístico = 8.0 Valor-P = 0.0183156

g. Pruebas estadísticas aplicadas para la variable **potasio** al final del experimento comparando los tres tratamientos.

**Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por Col\_1**

Método: 95.0 porcentaje LSD

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
cola de caballo	3	0.69	X
ortiga	3	0.74	X
testigo	3	0.88	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
cola de caballo - ortiga	*	-0.05	0
cola de caballo - testigo	*	-0.19	0
ortiga - testigo	*	-0.14	0

\* indica una diferencia significativa.

**Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_2 por Col\_1**

Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
cola de caballo	3	2.0
ortiga	3	5.0
testigo	3	8.0

Estadístico = 8.0 Valor-P = 0.018315

h. Pruebas estadísticas aplicadas a la variable **macronutrientes (N, P, K)** al final del experimento.

**Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por Col\_1**

Método: 95.0 porcentaje LSD

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
testigo	3	2.38	X
cola de caballo	3	2.42	X

ortiga	3	2.46	X
--------	---	------	---

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
cola de caballo - ortiga	*	-0.04	0
cola de caballo - testigo	*	0.04	0
ortiga - testigo	*	0.08	0

\* indica una diferencia significativa.

**Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_2 por Col\_1**

Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
cola de caballo	3	5.0
ortiga	3	8.0
testigo	3	2.0

Estadístico = 8.0 Valor-P = 0.0183156

**12.2. PRUEBAS ESTADÍSTICAS APLICADAS AL CULTIVO DE RÁBANO**

**a. Para la variable longitud de la raíz (comestible)**

**Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por Col\_1**

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1	5	3.278	X
3	5	3.4	X
4	5	3.476	X
2	5	3.698	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-0.42	1.01564
1 - 3		-0.122	1.01564
1 - 4		-0.198	1.01564
2 - 3		0.298	1.01564
2 - 4		0.222	1.01564
3 - 4		-0.076	1.01564

\* indica una diferencia significativa.

**Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_2 por Col\_1**

Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	5	9.3
2	5	11.8
3	5	10.4
4	5	10.5

Estadístico = 0.450604 Valor-P = 0.929601

**b. Para la variable peso de la parte aérea**

**Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_5 por Col\_1**

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	5	16.904	X
2	5	17.02	X

4	5	20.88	X
1	5	22.784	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		5.764	10.2154
1 - 3		5.88	10.2154
1 - 4		1.904	10.2154
2 - 3		0.116	10.2154
2 - 4		-3.86	10.2154
3 - 4		-3.976	10.2154

\* indica una diferencia significativa

**Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_5 por Col\_1**

Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	5	11.8
2	5	9.2
3	5	9.6
4	5	11.4

Estadístico = 0.714286 Valor-P = 0.869837

**c. Para el variable número de hojas**

**Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_6 por Col\_1**

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
2	5	6.0	X
4	5	7.0	X
3	5	7.6	X
1	5	8.2	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		2.2	2.37013
1 - 3		0.6	2.37013
1 - 4		1.2	2.37013
2 - 3		-1.6	2.37013
2 - 4		-1.0	2.37013
3 - 4		0.6	2.37013

\* indica una diferencia significativa.

**Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_6 por Col\_1**

Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	5	12.4
2	5	6.2
3	5	13.0
4	5	10.4

Estadístico = 4.32456 Valor-P = 0.22848

**d. para la variable peso del rábano**

**Pruebas de Múltiple Rangos para Col\_2 por Col\_1**

Método: 95.0 porcentaje LSD

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CO	3	10.16	X
S	3	10.97	X
CC	3	12.78	X
OR	3	15.87	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
CC - CO	*	2.62	0
CC - OR	*	-3.09	0
CC - S	*	1.81	0
CO - OR	*	-5.71	0
CO - S	*	-0.81	0
OR - S	*	4.9	0

\* indica una diferencia significativa

**Prueba de Kruskal-Wallis para Col\_2 por Col\_1**

<i>Col_1</i>	<i>Tamaño Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
CC	3	8.0
CO	3	2.0
OR	3	11.0
S	3	5.0

Estadístico = 11.0 Valor-P = 0.0117254