

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**CARACTERIZACIÓN DEL COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS DE
ÁREAS VERDES DE TORREÓN, COAHUILA.**

POR:

ESTHER JANNET ARCOS CACERES

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MARZO 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

CARACTERIZACIÓN DEL COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS DE
ÁREAS VERDES DE TORREÓN, COAHUILA.

POR

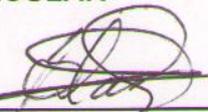
ESTHER JANNET ARCOS CACERES

ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL:


M.C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS

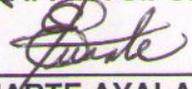
ASESOR:


M.C. FORTINO DOMINGUEZ PÉREZ

ASESOR:


M.C. GERARDO ZAPATA SIFUENTES

ASESOR:


M.Sc. EMILIO DUARTE AYALA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS


Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MARZO 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

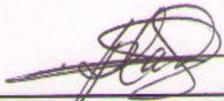
CARACTERIZACIÓN DEL COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS DE
ÁREAS VERDES DE TORREÓN, COAHUILA.

POR:

ESTHER JANNET ARCOS CACERES

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR

PRESIDENTE:


M.C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS

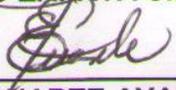
VOCAL:


M.C. FORTINO DOMÍNGUEZ PÉREZ

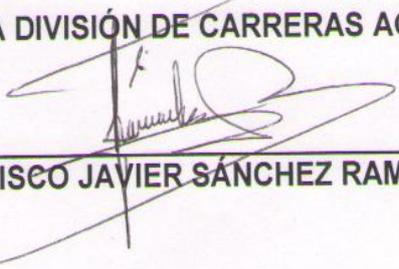
VOCAL:


M.C. GERARDO ZAPATA SIFUENTES

VOCAL SUPLENTE:


M.Sc. EMILIO DUARTE AYALA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MARZO 2011.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por permitirme salir adelante con mis estudios con salud, esfuerzo y felicidad en mi vida.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por ser una universidad de gran valor y por haberme preparado como profesionista.

Al **Biol. Eduardo Blanco Contreras** por su gran amistad, confianza, cariño y también por ser una gran persona y tener la gran oportunidad de trabajar con él, en este proyecto.

Al **MC. Fortino Domínguez Pérez** por su amistad, cariño y por la ayuda que me brindo para poder terminar con la realización de este proyecto le agradezco con todo el corazón por la confianza que tuvo en mí.

Al **MC. Gerardo Zapata Sifuentes** gracias por su apoyo en la realización de este proyecto.

Al **M. Sc. Emilio Duarte Ayala** les doy las gracias por participar y por su ayuda en la realización de este proyecto.

A TODOS GRACIAS.

DEDICATORIA

A mis Padres **Sr. Lucas Arcos Cruz y Sra. María Emelia Caceres Chable** por el gran apoyo que me brindaron su cariño y el amor que me dieron siempre, y me hicieron salir adelante gracias por todo y por creer en mí los amo.

A mis Abuelos **Pascual Arcos Cruz y Antonia Cruz Arcos** gracias por la confianza y los consejos que me dieron me sirvió de mucho para salir adelante con mis estudios.

A mis tías **Alicia Arcos Cruz y María Arcos Cruz** también a ustedes les doy las gracias por los consejos el apoyo que me ofrecieron a mí y a mis hermanos cuando más lo necesitamos que Diosito me las bendiga siempre las quiero mucho.

A mis hermanos **Erika, Diana Arlett, Nelson Alexander, Edwin Rubén, Edgar Yosimar, Richard Ostiel Arcos Caceres,** gracias por el apoyo y la confianza que tuvieron en mí y por ser unos buenos hermanos que Diosito me los bendiga siempre los quiero mucho.

A mis tres sobrina (os) **Karla Yanet, Karen y el más pequeño** solo les quiero decir que los quiero mucho ustedes dieron felicidad en mi vida porque son mis primeras sobrina (os).

A mis Primas **Paty, Lucy, Mezli Altaira** y a mi tía **Ana Catalina** las quiero mucho y para una personita tan especial como mi prima **Karina** gracias por ser como eres por tu amistad, confianza, cariño y amor que me brindaste siempre **TE QUIERO MUCHO.**

A mis primos **Kevin, Jeydi y Rudi** que siempre estaban ahí cuando los necesitaba gracias por demostrarme su cariño y amistad los quiero mucho.

A mis amigos **Deysi Ramos Pinto** gracias por ser mi amiga, por tu cariño, confianza, amistad que tuviste hacia a mí y por los bellos y malos momentos que pasamos juntas. Los consejos que me brindaste me sirvieron de mucho para reflexionar y con tu apoyo puede ser una gran persona **MUCHAS GRACIAS.**

A **Marco Antonio Jiménez García** a ti también te doy las gracias por ser mi amigo y por ser una persona tan buena por darme los consejos que sirvieron de mucho y la confianza que tuviste en mí siempre también por demostrarme que pude contar contigo en las buenas y en las malas **A LOS DOS LES DESEO TODA LA DICHA DEL MUNDO Y QUE SEAN MUY FELICES.**

A mis **compañeros de generación** les deseo de todo corazón que en su vida tengan mucha felicidad y me llevo todas las cosas bonitas que compartimos juntos en las buenas y en malas **QUE DIOS LOS BENDIGA.**

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pag.
PORTADA.....	i
COMITÉ PARTICULAR.....	ii
JURADO CALIFICADOR.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo General.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Problemática de los residuos sólidos.....	4
2.2. Residuos Sólidos	5
2.3. Normatividad y Leyes.....	5
2.3.1. Reglamentación sobre la disposición final de los residuos sólidos.....	5
2.3.2. Legislación Federal en Materia de Residuos Sólidos	7
3.4. Composta.....	8
3.4.1 Proceso de compostaje	8
3.4.2. Humedad o Riego	9
3.4.3. Aireación.....	10
3.5. Suelo.....	11
3.5.1. Materia orgánica	11
3.5.2. pH	11
3.5.3. Conductividad eléctrica.....	12
3.6. Mineralización.....	12
3.6.1. Mineralización de la Materia Orgánica.....	12
3.7. Impacto Ambiental	13

3.7.1. Organismo operador del servicio de aseo urbano	13
3.7.2. Recolección y Transporte de Residuos Sólidos.....	13
3.7.3. Sistemas de Almacenamiento	14
3.7.4. Disposición Final.....	14
3.8. Degradación de la Materia Orgánica.....	14
3.8.1. Manejo del Proceso de Compostaje	15
3.8.2. Factores que intervienen en el compostaje	16
3.8.3. Oxígeno	17
3.8.4. Abono orgánico.....	18
III. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Localización del estudio.	19
3.2. Descripción del experimento	19
3.3. Variables de estudio.....	20
3.3.1. Variables físicas.....	20
3.3.2. Variables químicas.....	20
3.4. Diseño Experimental	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Comparación de resultados de semanas de degradación con Temperatura media semanal de la composta.....	24
4.2. Características Químicas de la composta de pasto.....	26
4.3. Características físicas de la composta de pasto	26
V. CONCLUSIÓN	27
VI. BIBLIOGRAFIA	28

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos empleados para la degradación del material vegetal de plazas públicas.....	24
Cuadro 2. Resultados de análisis químico de la composta.....	26
Cuadro 3. Resultados de análisis físicos de la composta.....	27
Figura 1. Temperatura media semanal con semanas de descomposición del proceso de composta de pasto.....	26

RESUMEN

Ante el incremento de la generación de residuos sólidos urbanos, incluidos aquellos provenientes de las áreas verdes, se ha promovido la valorización de éstos residuos como alternativa a su disposición en vertederos. Así, el compostaje se puede presentar como una estrategia de sostenibilidad en el tratamiento de los mismos, permitiendo el reciclado de la materia orgánica y la reutilización de algunos nutrientes para el mantenimiento de parques y jardines. Este fue el objetivo de la presente investigación con la finalidad de analizar degradación y reincorporación al suelo. En el experimento se consideró el tiempo de degradación de los residuos, a partir de cuatro tratamiento con tres repeticiones, a diferentes dosificaciones de agua en cada parcela. El tratamiento dos fue el único que se degradó, de acuerdo a los tiempos programados, logrando obtener una descripción de los elementos físicos-químicos; no se pudo establecer la relación entre la temperatura y tiempo de degradación en el resto de los tratamientos, por ello, la hipótesis planteada se rechaza, aceptando la hipótesis alterna.

Palabras clave: Residuos de parques, fertilidad, degradación, compostaje, abono.

ABSTRACT

With the increase of urban solid waste generation, which include those from green areas, it has promoted the valorization of these waste as an alternative to disposal in landfills. Thus, composting can be presented as a sustainability strategy in the treatment of them, allowing the recycling of organic matter and the reuse of other important nutrients for the maintenance of parks and gardens. This was the research object with the aim of analyzing its reinstatement to the ground. Time of waste degradation, from four treatments and three replications, at different water rates in each plot was considered in the study. Treatment two was the only deteriorated, according to the scheduled times, obtaining a description of the physical-chemical, failed to establish the relationship between temperature and degradation time in the other treatments, so, the hypothesis is rejected, accepting the alternative hypothesis.

Keywords: park wastes, fertility, degradation, composting, manure.

I. INTRODUCCIÓN

La cantidad de residuos sólidos generados en México ha sido estimada en 31 millones 489 mil toneladas al año, de las cuales 16 millones 500 mil toneladas están compuestas por residuos de comida, jardinería y materiales orgánicos similares que son fácilmente composteables (Widman *et al.*, 2005).

Estos residuos sólidos han ocasionado impactos ambientales negativos por su disposición incorrecta y porque cada día aumentan, asociados al incremento de la población humana, los procesos de transformación industrial, agroalimentarios y a los hábitos de consumo de las personas (Puerta, 2002).

La reducción ó minimización de los residuos sólidos urbanos (RSU) es definida como cualquier técnica, proceso ó actividad que evite, elimine ó reduzca un desecho desde su fuente u origen (Maldonado, 2006).

Los residuos sólidos domiciliarios representan un problema complejo, el cual integra conceptos ambientales, económicos, institucionales y sociales que parten del proceso de desarrollo urbano e implican crecimiento poblacional, cambios en patrones de consumo e incremento en el ingreso, siendo éstos, los principales factores que explican el aumento en la generación de dichos residuos (Vásquez, 2005).

La gestión de los residuos sólidos domiciliarios comprende un amplio número de organismos públicos sectoriales, no existiendo una institución formal con

responsabilidades y competencias específicas sobre el conjunto del manejo de los residuos sólidos (Vásquez, 2005). Para establecer planes de manejo de residuos se considera ventajoso estudiar su manejo a nivel institucional (Armijo *et al.*, 2006).

A partir de la separación del RSU se han buscado alternativas para la naturaleza, como el proceso de reciclaje para la transformación de los residuos sólidos en materia prima y el proceso de compostaje de los residuos orgánicos como biofertilizantes o mejoradores del suelo (Barrena, 2006).

También pueden ser por aumentado en cantidad y variedad como consecuencia de la población y del desarrollo del mismo por eso ha ocasionado grandes cantidades de problemas (Buenrostro y Israde 2003).

En este estudio, se han separado los residuos provenientes de parques y jardines, para analizar su degradación en función de la humedad y el tiempo que tardan en descomponerse, así como la composición nutrimental del producto final.

1.1. Objetivo General

Analizar la desintegración de los residuos de áreas verdes con la finalidad de conocer su potencial para su reincorporación y mejora en el suelo.

1.2. Hipótesis

H₀. Los residuos sólidos de áreas verdes se degradan fácilmente y su incorporación provee de suficientes nutrientes al suelo.

H₁. Los residuos sólidos de áreas verdes no se degradan fácilmente y su incorporación provee de escasos nutrientes al suelo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Problemática de los residuos sólidos

La materia ecológica es de interés social y pretende la regulación de la conducta humana en relación con la conservación, aprovechamiento y destrucción de los recursos naturales y el ambiente. En este concepto se enmarca todo lo relativo a la prevención y gestión integral de los residuos sólidos, toda vez que los mismos que al no ser manejados adecuadamente pueden impactar al ambiente (Sustenta, 2009).

Los residuos constituyen además un problema social, cuya gestión medioambiental y económica necesita encontrar soluciones urgentes que eviten su incidencia ambiental negativa (Sustenta, 2009).

Los residuos sólidos, al ser acumulados o abandonados de una forma incontrolada, crean una evidente problemática ambiental, ya que al no tomar las medidas preventivas oportunas contaminan los medios receptores (aire, suelos y aguas), afectando de una forma importante al paisaje, con la consiguiente depreciación del terreno y deterioro del entorno. Los residuos constituyen además un problema social, cuya gestión medioambiental y económica necesita encontrar soluciones urgentes que eviten su incidencia ambiental negativa. La producción de basura aumenta día con día conforme la población crece “más de la mitad de los residuos que se producen en las ciudades (56% a nivel nacional), son de origen animal y vegetal, es decir: orgánicos” (Barradas, 2009).

2.2. Residuos Sólidos

El manejo de residuos sólidos es un conjunto articulado de acciones normativas, operativas, financieras y de planificación, basándose en criterio sanitarios ambientales, sociales, políticos, técnicos, educativos, culturales, estéticos y económicos, para la generación y disposición final de los residuos (Chavarri *et al.*, 2009).

Los residuos de áreas verdes que se compostean al aire libre, deben ser triturados y mezclados antes, para tener una materia prima de compostaje homogénea (Ceustermans *et al.*, 2006).

El tratamiento de los residuos sólidos comprende un amplio número de organismos públicos sectoriales, no existiendo una institución formal con responsabilidades y competencias específicas sobre el conjunto de manejo de los residuos sólidos (Vásquez., 2005). En este tipo de residuos urbanos, que representan una fuente de materia orgánica, se encuentran los provenientes del mantenimiento del arbolado, áreas verdes, limpieza de ferias vecinales y mercados hortofrutícolas.

2.3. Normatividad y Leyes.

2.3.1. Reglamentación sobre la disposición final de los residuos sólidos

Las normas aplicables para la disposición final de los residuos son las siguientes (Sustenta 2009):

NOM-052-ECOL-2001 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y el listado de los residuos peligrosos.

NOM-052-SEMARNAT-1993 establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F) el 22 de octubre de 2003.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) fue publicada el 8 de octubre de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Esta ley establece una clasificación de los residuos en residuos peligrosos (RP), residuos de manejo especial (RME) y residuos sólidos urbanos (RSU). Tiene por objeto regular la generación, el aprovechamiento del valor y la gestión integral de los residuos, prevenir la contaminación de suelos con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Así mismo, establece el principio de valorización de los residuos. Este principio se refiere a efectuar las acciones necesarias para brindar un valor a los residuos y permitir que estos reingresen a las cadenas productivas, disminuyendo así la cantidad de residuos que se disponen en el medio ambiente natural y, a su vez, los impactos derivados de esta disposición final.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, esta ley establece, la distribución de competencias federal, estatal y municipal (DOF 1988) de igual manera la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) establece que los municipios, tienen a su cargo las

funciones del manejo integral de residuos sólidos urbanos, el cual incluye la recolección, traslado, tratamiento y disposición final (artículos 10: Titular responsable. Artículo 11: Obligaciones del productor y del poseedor de residuos sólidos urbanos), el R. Ayuntamiento de Torreón Coahuila.

La NOM-083-SEMARNAT-2003 define al relleno sanitario como la obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el fin de controlar a través de la compactación e infraestructura adicionales los impactos ambientales. También establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura de los residuos.

Autoridades Federales con injerencia en el Manejo de Residuos Sólidos. Tienen participación en la gestión y manejo de residuos sólidos urbanos, las siguientes autoridades: SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, dependiente de esta última, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Secretaría de Economía, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Gobernación (SG), Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), y Secretaría de Salud (SS).

2.3.2. Legislación Federal en Materia de Residuos Sólidos

La materia ecológica es de interés social y pretende la regulación de la conducta humana en relación con la conservación, aprovechamiento y

destrucción de los recursos naturales y el ambiente. En este concepto se enmarca todo lo relativo a la prevención y gestión integral de los residuos sólidos, toda vez que los mismos que al no ser manejados adecuadamente pueden impactar al ambiente (Sustenta, 2009).

3.4. Composta

3.4.1 Proceso de compostaje

El composteo es una forma de manejo de desechos sólidos, en donde los componentes orgánicos de estos productos son biológicamente descompuestos de manera controlada, hasta convertirlos en un material húmico estable, el cual puede ser almacenado y manejado como abono orgánico sin perjuicios para el ambiente, a esta resultante se llama composta (Quintero, 2004).

La composta es el abono natural que se hace a partir de materia orgánica (restos de frutas, verduras, estiércol, tierra y agua) (López *et al.*, 2001).

También es un proceso de descomposición oxidativa de los constituyentes orgánicos de los materiales de desecho, que lleva a cabo bajo condiciones controladas sobre sustratos sólidos orgánicos heterogéneos, originando un producto que representa grandes beneficios cuando es adicionado al suelo (Peña, 2002).

También pueden tener diferentes tipos como hacerlo: de malezas: el material empleado es vegetación de sotobosques, arbustos, etc. El material obtenido se

utiliza generalmente como cobertura sobre la superficie del suelo (acolchado o “mulching”) es de gran beneficio por que ayuda a resolver el problema de la basura, por otra parte es una forma económica de producir abono natural, el compost es un texturizado de suelo, regulador de pH, proveedor de nutrientes y muchas más y que esto puede ser un generador de suelo para la producción agrícola (De la Cruz *et al.*, 2009).

El producto obtenido al final de un proceso de compostaje, el compost, posee un importante contenido en materia orgánica y nutriente, pudiendo ser aprovechado como abono orgánico o como sustrato (Rosal *et al.*, 2007).

3.4.2. Humedad o Riego

Siendo el compostaje un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica, la presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células y de los productos de desecho de las reacciones que tienen lugar durante dicho proceso. También se consideran que la humedad de los materiales es la variable más importante en el compostaje y ha sido calificada como un importante criterio para la optimización del compostaje (Navarro *et al.*, 1995).

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará 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. El agua es esencial para todos los seres vivos porque en forma molecular participa en varias reacciones metabólicas celulares, actúa como un solvente y portador de nutrimentos desde el suelo hasta las plantas y dentro de ellas (Navarro *et al.*, 1995).

3.4.3. Aireación

La aireación es imprescindible si el proceso tiene que ser aerobio. El contenido en oxígeno del aire en la matriz del residuo no debe situarse por debajo del 5 ó 7%. Los microorganismos consumen oxígeno durante la degradación del material, que tiene que ser repuesto, ya que es fundamental para mantener las condiciones aerobias (Barrena, 2006).

La velocidad con que ocurren las reacciones dentro del proceso de compostaje dependen del tamaño de las partículas del material original, entre más pequeño sea más rápido es el proceso de descomposición debido a que mayor es la superficie que se encuentra disponible para el consumo por los microorganismos, sí el tamaño de las partículas es mayor la superficie de consumo es mas menor y la reacción será más lenta o se detendrá, por lo tanto se recomienda que los materiales deben ser de un tamaño aproximado de 1 a 5 cm (Vento, 2000).

3.5. Suelo

3.5.1. Materia orgánica

La MO del suelo es el conjunto de residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición; tejidos y células de organismos que viven en el suelo; y sustancias producidas y transformados por la acción de los microorganismos (Steubing *et al.*, 2002).

Es una acumulación de materia de plantas muertas, parcialmente descompuesta y residuos de animales y plantas resintetizados parcialmente. Las hojarascas y las raíces secas se descomponen rápidamente y sus residuos forman parte del humus. Los residuos de cultivos, maleza, hierba, hojas de compleja denominada materia orgánica del suelo (Bohn, 1993).

También es un componente clave en los ecosistemas terrestres, tanto en su concentración como en distribución, y su contenido y calidad tienen un importante efecto en los procesos que ocurren dentro de los ecosistemas (Bohn, 1993).

3.5.2. pH

En 2009 (Basáez) definió el potencial hídrico (pH) como el logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrógenos. El ph tiene una gran influencia en la disponibilidad y la presencia de microorganismos y plantas en el suelo.

El pH, al igual que la temperatura, varía con el tiempo durante el proceso de compostaje debido a su acción sobre los microorganismos, por lo que se convierte en una medida de vital importancia para evaluar el ambiente microbiano y la estabilización de los residuos. El pH recomendado para un sistema de compostaje debe estar en un rango de 6.5 a 8 (García y Rodrigo, 2005).

3.5.3. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica, que generalmente se expresa en mmhos/cm o en mSiemens/m. Es una propiedad de las soluciones que se encuentra muy relacionada con el tipo y valencia de los iones presentes, sus concentraciones total y relativa, su movilidad, la temperatura del líquido y su contenido de sólidos disueltos. La determinación de la conductividad eléctrica es por lo tanto una forma indirecta de medir la salinidad del agua o extractos de suelo (Muñoz *et al.*, 2005).

3.6. Mineralización

3.6.1. Mineralización de la Materia Orgánica

La mineralización de la materia orgánica es un factor de suma importancia en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, puesto que a través de este proceso se reciclan nutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre y dióxido de carbono (León *et al.*, 2006).

3.7. Impacto Ambiental

3.7.1. Organismo operador del servicio de aseo urbano

La estructura organizacional tal y como se encuentra actualmente es funcional, a excepción del Departamento de Limpieza el cual debe reforzar la supervisión, con el objeto de verificar que se realice el recorrido completo de cada una de las rutas de recolección y barrido (Sustenta, 2009).

Asimismo debe solicitar y promover la mejora en la captación y manejo de la información por parte de los responsables de la operación en todas las fases del manejo de residuos, con el objeto de supervisar y monitorear con claridad y precisión el cabal cumplimiento de los índices y metas establecidas en el contrato o bien proponer metas con base en índices de eficiencia recomendados por organizaciones (Sustenta, 2009).

3.7.2. Recolección y Transporte de Residuos Sólidos

La recolección formal de los residuos sólidos domiciliarios es efectuada por una empresa especializada dependiente de la gestión municipal, mediante camiones compactadores (Vásquez, 2005).

El sistema de recolección es desde las fuentes de generación tales como los domicilios, comercios y servicios, entre otros. Se recolectan los RSU y luego se transportan al relleno sanitario. En el caso del municipio de Torreón, los residuos recolectados se transportan a la planta de segregadora donde se selecciona la basura y/o al sitio de disposición final intermunicipal (Sustenta, 2009).

3.7.3. Sistemas de Almacenamiento

El almacenamiento temporal surge para evitar situaciones riesgosas para la salud y el ambiente si los residuos fueran dispuestos al aire libre. Facilita y economiza la recolección en las ciudades. Para el almacenamiento temporal en cada fuente los sistemas de almacenamiento (Sustenta, 2009).

3.7.4. Disposición Final

Relleno sanitario es la Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003.

3.8. Degradación de la Materia Orgánica

El término descomposición se emplea de forma general para referirse a la destrucción (desintegración) de materiales orgánicos de origen animal, microbiano o vegetal (Mason, 2005). El patrón y la tasa de descomposición de la materia orgánica vegetal pueden variar significativamente entre las distintas especies de halófitos, ya que los constituyentes estructurales de la hojarasca pueden ser más o menos resistentes a la descomposición (Mason, 2005).

La caída de hojarasca representa el mayor proceso de transferencia de nutrientes de las partes aéreas hacia el suelo. La calidad de ésta afecta la abundancia, composición y actividad de la comunidad descomponedora, por lo

tanto es un factor importante que controla las tasas de descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes (Bonilla *et al.*, 2008).

3.8.1. Manejo del Proceso de Compostaje

Según Roben, (2002) Los factores más importantes del compostaje son:

- Mezcla/ revuelta y movimiento: los desechos deben ser movidos frecuentemente para evitar la putrefacción de los desecho.
- Humedecimiento: se necesita una humedad entre 40-60% para asegurar la biodegradación de la composta
- Aireación: El contenido en oxigeno del aire en la matriz del residuo no debe situarse por debajo del 5 ó 7%. Los microorganismos consumen oxigeno durante la degradación del material, que tiene que ser repuesto, ya que es fundamental para mantener las condiciones aerobias (Barrena, 2006).
- Humedecimiento: se necesita una humedad entre 40-60% para asegurar la biodegradación de la composta.

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos (Vento, 2000):

- Mesolítico: los microorganismos mesófilo que se encuentra en la materia comienzan a degradar la MO.

- Termofílico: cuando la temperatura sube a 40 °C se produce la invasión de los microorganismos termófilos. Éstos, a su vez, continúan la descomposición, por lo que la temperatura sigue aumentando hasta valores de 60° C ó mayores. A esta temperatura se destruyen los hongos, y los microorganismos que actúan son actinomicetos y bacterias productoras de esporas.
- De enfriamiento: una vez descompuestas las sustancias anteriores, la temperatura comienza a descender y los hongos y demás microorganismos mesófilo que han sobrevivido en los puntos más fríos del montón comienzan a multiplicarse rápidamente, y descomponen productos más complejos como la celulosa.
- De maduración: las tres primeras fases duran unas pocas semanas, sin embargo, para la maduración se requieren varios meses. En esta última fase se forman las sustancias húmicas.

3.8.2. Factores que intervienen en el compostaje

La relación carbono-nitrógeno es de suma importancia ya que estos elementos lo utilizan los microorganismos para su desarrollo, la mayoría usan 25 veces más de C con respecto al N, que es necesitado para un organismo comparado con la necesidad del nitrógeno es necesario tener la proporción adecuada de ambos elementos (25:1-30-1) (Barrera y Charry, 2008).

Debido a la naturaleza de los diferentes materiales a compostear es necesario hacer mezclas para que la relación se acerque lo más posible 25:1 a 30:1, los microorganismos utilizan el carbón como energía y el nitrógeno para la síntesis de proteína. Los materiales verdes tienen una relación baja así como los estiércoles de ganado con una buena ración alimenticia, los materiales secos y duros tienen una relación alta. Durante el proceso de compostaje la temperatura aumenta conforme los microorganismos realizan las actividades metabólicas para degradar la materia orgánica. El compostaje ha demostrado ser factible cuando la temperatura ambiente oscila entre los 20 y 30° C (Barrera y Charry, 2008).

3.8.3. Oxígeno

El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial para producir un compost de buena calidad. También es aceptado como vía para lograr la estabilización de la materia orgánica proveniente de residuos agrícolas y convertirla en un producto que pueda ser usado como abono para el suelo. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada (Barrera y Charry, 2008).

Población Microbiana: el compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos (García y Rodrigo, 2005).

3.8.4. Abono orgánico

Los abonos orgánicos pueden ser catalogados como mejoradores del suelo ya que tienden a mejorar su estructura, lo que adecua la infiltración de agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión entre otros. Cabe señalar que para los abonos orgánicos actúen como mejoradores, las cantidades que deben ser adicionadas al suelo anualmente, deben de ser elevadas. Dentro de la producción de abonos orgánicos, el compostaje es un proceso microbiológico que convierte residuos de materiales orgánicos en diferentes grados de descomposición en un producto estable e higiénico, que puede ser usado como un mejorador de suelo (Hernández *et al.*, 2009).

3.8.5. Agroecología

La agroecología se supedita a los avances del pensamiento sistémico, la fortaleza de las disciplinas, sus relaciones e interacciones, así como del reconocimiento que hace de la experiencia campesina en el manejo de sus recursos, de la valoración del conocimiento local que aplica los principios ecológicos, sociales y económicos, en los agroecosistemas (Ruiz, 2006).

Para alcanzar un adecuado análisis, diseño, desarrollo y evaluación de los agroecosistemas, es imprescindible identificar y tomar en cuenta el papel que tiene cada elemento o proceso constituyente, así como la racionalidad de su manejo (Ruiz, 2006).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del estudio.

El Municipio de Torreón se localiza en la parte oeste del sur del Estado de Coahuila, en las coordenadas 25° 32' 33.04" latitud norte y 103° 26'31.30" longitud oeste, a una altitud promedio de 1,120 msnm. El experimento se llevó a cabo en área del departamento de investigación de agroecología en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicada en Torreón Coahuila México.

3.2. Descripción del experimento

El presente estudio intentó valorar el tiempo de degradación de residuos sólidos provenientes de las podas de mantenimiento en las áreas verdes del Municipio de Torreón, así como caracterizar los principales componentes fisicoquímicos de la composta obtenida. Para tales efectos, los residuos colectados se trasladaron hasta la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, donde se llevó a cabo la separación del material en ramas, pasto y hojas.

Se destinaron 15Kg de cada material por parcela, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se colocó una cubierta plástica negra para retener la humedad el mayor tiempo posible.

Para el análisis de las características químicas (materia orgánica y nitrógeno total) y solo dos variables físicas (pH, y conductividad eléctrica) se determinaron en el laboratorio de suelos del CENID-RASPA INIFAP ubicado en

Gómez Palacio, Durango. Las otras dos variables físicas (temperatura y tiempo de degradación) en la duración del experimento.

3.3. Variables de estudio

3.3.1. Variables físicas

a) Tiempo de descomposición

El tiempo de la descomposición de los materiales se estableció a simple vista checando cada día el avance de degradación.

b) Temperatura

La temperatura del se midió dos veces al día a las 9:00 de la mañana y a las 6:00 de la tarde con un termómetro digital, marca CHANEY en medio de la composta.

3.3.2. Variables químicas

c) El potencial de Hidrógeno (pH)

El método con que se determino el pH es con el Electrométrico. La composta se peso 10g de material seco, se colocó las muestras en un frasco de vidrio, posteriormente estando las muestras en el frasco se le agregó agua destilada a 20ml y con una varilla de vidrio se agitó la mezcla durante un intervalo 5 minutos en un periodo total de 30 minutos. Posteriormente se dejaron reposar durante 15 minutos las muestras, El potenciómetro se calibró y eliminando impurezas con agua destilada a los electrodos antes de iniciar las lecturas de las muestras, se agitaron nuevamente las suspensiones para introducir los

electrodos en la suspensión y registrar los datos al momento que se hayan estabilizado de acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2000.

d) Materia orgánica (M.O)

Para la determinación de la M.O de la composta se evalúa a través del contenido de carbono orgánico con el método de Saturación preparado de muestras. Lo que primero que se hizo fue tamizar la composta hasta ver el elemento fino, posteriormente se pesó 0.1g de composta seca y pasado en un tamiz de 0.5mm y posteriormente se colocó en un matraz Erlenmeyer de 500ml. Se le agregó 10ml de dicromato de potasio girando el matraz cuidadosamente para que entrara en contacto con la composta agitándolo durante 1 minuto, dejándolo reposar 30 minutos sobre una mesa de madera de acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2000.

e) Nitrógeno total

La determinación del nitrógeno total es con el método de procesamiento de digestor. La composta se realizó colocando una pequeña muestra de composta previamente tamizada 1mg de N en un frasco de micro-Kjeldahl adicionándole 1.1g de catalizadores, 3ml de ácido sulfúrico concentrado, calentándolo en la unidad digestora a temperatura media alta se observa el cambio de color de verde a rosado fuerte cuando ya esté el elemento listo esto de acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2000.

f) Conductividad eléctrica

El método para la determinación de la conductividad eléctrica fue por método del conductímetro. Se realizó el lavado y llenado de la celda de conductividad con solución de KCL. Se ajustó el medidor para leer la conductividad estándar de la solución KCL y luego se determinó la muestra, lavando y llenando la celda con el extracto de saturación, leyendo la conductividad del extracto corregido a 25° C de acuerdo con la NOM-021-SEMARNAT-2000.

3.4. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos hacen referencia a volumen de agua aplicado a la materia orgánica como se muestra en el Cuadro 1.

Se establecieron 12 parcelas de 1.96 m² cada una para cada tipo de material.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos empleados para la degradación del material vegetal de plazas públicas.

Descripción	Volumen de agua aplicado (Lts)
Tratamiento 1	2
Tratamiento 2	4
Tratamiento 3	6
Tratamiento 4	8

La aplicación de los tratamientos se realizó mediante cubetas previamente aforadas a los volúmenes designados, con la finalidad de humedecer homogéneamente cada una de las parcelas de estudio.

El análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico para plataforma Windows Statistical Analysis System (SAS) con versión del 6.13 con nivel de significancia menor de 0.05, y en caso de existir diferencia estadística se compararon medias con el método de Tukey.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a causas no previstas en el desarrollo del experimento, (tiempo de degradación), se perdieron parcelas completas del estudio, tal es el caso de ramas y hojas, y algunas de pasto. Por tal motivo no se pudieron realizar los análisis de varianza correspondientes a cada variable, sin embargo, el Tratamiento 2 fue el único que se mantuvo integro, es con este que se ha logrado obtener una descripción de los elementos físico-químicos y se logro establecer la relación que mantienen la temperatura y el tiempo de degradación para su descomposición.

4.1. Comparación de resultados de semanas de degradación con Temperatura media semanal de la composta

Según algunos autores (Barrera y Charry, 2008), los residuos de jardinería pueden durar en degradarse hasta 120 días, para esto la temperatura debe mantenerse arriba de los 50° C y garantizar el volumen de bacterias que degradaran el material a compostear. En ese sentido, la temperatura alcanzada por la composta de pasto es de 41° C ligeramente por debajo de lo reportado, no obstante, el tiempo de degradación para el caso de pasto producto de las plazas municipales fue de 113 días.

Existe una correlación entre el efecto de la temperatura y la descomposición de la materia orgánica con un nivel de confiabilidad del 0.817, como se aprecia en la Figura 1 el comportamiento de la temperatura en las primeras semanas es elevado y al final (en la descomposición) tiende a disminuir, esto se considera puesto que en las primeras semanas inicia la actividad bacteriana termófila, entonces puede predecirse de acuerdo al modelo obtenido que después de la semana siete se ha logrado el clímax en la actividad microbiológica.

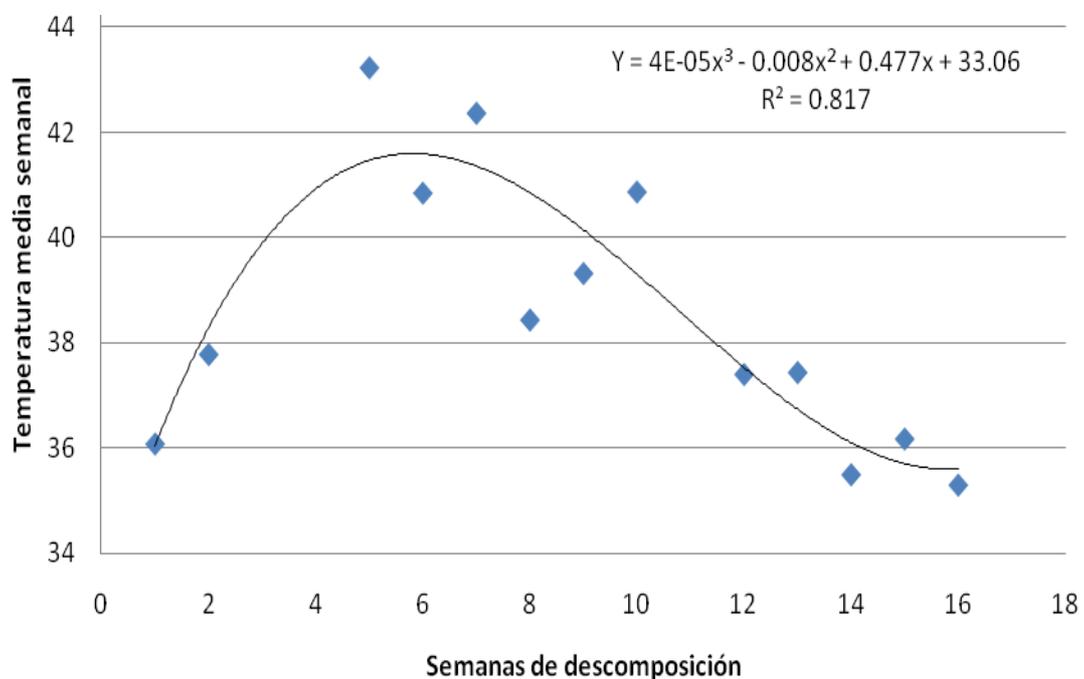


Figura 1. Temperatura media semanal con semanas de descomposición del proceso de composta de pasto

4.2. Características Químicas de la composta de pasto

No hubo descomposición total en los tratamientos, por lo que no se pudieron interpretar los resultados obtenidos, cuadro 2 y cuadro 3.

Cuadro 2. Resultados de análisis químico de la composta

Características	T ₂ R ₁	T ₂ R ₂	T ₂ R ₃
MO (%)	21.86	27.82	21.86
N total (%)	1.2122	1.2275	1.0343

4.3. Características físicas de la composta de pasto

Cuadro 3. Resultados de análisis físicos de la composta

Características	T ₂ R ₁	T ₂ R ₂	T ₂ R ₃
Ph	7.2	7	7.1
C.E (dsm)	2.16	2.2	1.6

V. CONCLUSIÓN

En este estudio se pudo observar que el tiempo de degradación de los Residuos Sólidos de Áreas Verdes, no se puede establecer de manera concreta, por la diferencia que existe entre ellos. De acuerdo al objetivo, el análisis permite establecer que los materiales presentaron diferencias considerables en los tiempos de degradación y que solo el T₂, de pasto, se degradó en un tiempo de 113 días, dentro del periodo observado. Esto quiere decir que la dosificación de agua fue adecuada, por ser especies herbáceas, pero en lo que respecta a los demás tratamientos no alcanzaron a desintegrarse tanto por la falta de humedad, como por ser partes leñosas, lignificadas, poco permeables y por lo tanto, resistentes a la descomposición.

Con respecto a las hipótesis, en este experimento se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, ya que los materiales provenientes de las áreas verdes, no se degradan fácilmente, al menos por separado y aunque aportan nutrientes, al no degradarse rápidamente, su contribución a la fertilidad del suelo es escasa.

Con este estudio no se puede establecer un plan de trabajo para el Municipio de Torreón, pero si comentar que el aprovechamiento de los residuos, en las mismas áreas verdes permitirá que no lleguen a los vertederos. Lo que contribuye a no reducir su vida útil, al minimizar los volúmenes de basura.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Armijo, V. C., S, Ojeda. B., E, Ramírez. B., y A, Quintanilla. M., 2006. Potencial de reciclaje de los residuos de una institución de educación superior: el caso de la Universidad Autónoma de Baja California. Artículo de Investigación. Vol. 10 N°3 p 14.
- Barradas, R. A., 2009. Gestión de Residuos Sólidos Municipales. Pp. 12-15
- Barrena, G. R., 2006. Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas. p.21
- Barrera, B. L. C., Natalia, Ch. U., 2008. Producción y evaluación de un inoculante microbiano con capacidad amilolítica a partir de un proceso de compostaje de residuos de lechuga. pp. 8-11
- Basáez, R. L., 2009. Que es el pH formas de medirlo. N° 23. P 59
- Bohn, H., 1993. Química de suelos. Limusa. Grupo Noriega editores. México pp. 155-164
- Bonilla, R., Belisario, R., José, J. y Tatiana G., 2008. Producción y descomposición de la hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena* sp., en Codazzi, cesar. Vol. 9 N°2 p 5
- Buenrostro, O., Isabel, I., 2003. La Gestión de Residuos Sólidos Municipales en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, México. N.1. pp. 86-93
- Ceustermans, A., De Clercq. D., Aertsen, A., Michiels, C., Coosemans, J., y Ryckeboer, J., 2006. Inactivation of *Salmonella* Senftenberg strain W 775 during composting of biowastes and garden wastes. Vol. 5 p 54
- Chavarri, V. S. A., y Alfredo, M. Ch., 2009. Caracterización de residuos sólidos generados por el Área Administrativa de tres empresas en la zona industrial de San Juan de Miraflores. Vol. 1 N° 1. p 53
- De La Cruz, L. E., Rodolfo, O. O., Eusebio, M. M., Alejandro, L del R., Armando, G. V., y Rufo, S. H., 2009. Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. Vol.35. N°5 p. 363
- García, I., Leandro, R. G., 2005. Análisis e Identificación de bioestimulantes indólicos en una composta. N°4 p 8.

- Hernández, R. Ofelia. A., Damaris, L. O. B., Julio C, L. D., y Ana M, A. V., 2009. Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Vol. 4, N° 1 p 3.
- León, N. J. A., Gómez. A. R., S, Hernández. D., JD. Álvarez. S., y DJ, Palma. L., 2006. Mineralización en suelos con incorporación de Residuos Orgánicos en los altos de Chiapas, México. Vol. 22. N°2 p. 163
- López, M. J. D., Antonio, D. E., Enrique, M. R., Ricardo D, V. C., 2001. Abonos Orgánicos y su Efecto en Propiedades Físicas y Químicas del Suelo y Rendimiento en Maíz. TERRA Latinoamericana. Vol. 19. N. 4 pp.28-29
- Maldonado, L., 2006. Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudios de caso. Artículo de divulgación. Vol.10 N° 1 pp. 60-61
- Mason, C. F., 2005. Descomposición y ciclo de nutrientes, en ecosistemas terrestres de México. UNAM. Ciudad universitaria. p.2
- Muñoz, I. D. J., A, M. C., F, L. G., A, S. A., y M. M, H. M., 2005. Manual de análisis de suelo. Edafología. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, México. p 56.
- Navarro, P., Herrero, M., Lucas, G., y Beneyto M., 1995. Residuos orgánicos y agricultura. Vol. 8 pp. 8-12
- NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-021-SEMARNAT-2000. Establece las especificaciones, de fertilidad, salinidad, y clasificación de suelos, estudios muestreos y análisis. Publicado en el diario de la federación el diciembre de 2003.
- NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección de sitio, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Publicado en el diario de la federación el 20 de Octubre de 2004.
- Peña, E., 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. p.9

- Puerta, E. S. M., 2002. Los Residuos Sólidos Municipales como acondicionadores de suelo. Vol. 1. N° 1 p 56
- Quintero, S. R., 2004. Nutrición Vegetal Orgánica. Curso taller sobre la producción orgánica. INCAPA. Guadalajara, Jalisco. Pp.12-15
- Roben, E., 2002. Manual de Compostaje para Municipios. p17
- Rosal, A., José P. P., María, A. A., Manuel D., 2007. La incidencia de metales pesados en Compost de Residuos Sólidos Urbanos y en su uso Agronómico en España. Vol. 18. N° 6 Pp. 75-76
- Ruiz, R. O., 2006. Agroecología, una disciplina que tiende a la transdisciplina. Interciencia. Vol. 31. N. 02. P. 55
- Steubing L., R. G., y M, A., 2002. Métodos de ecología vegetal. Editorial Universitaria. p 34.
- Sustenta 2009. Diagnostico básico para la Prevención y Gestión integral de los Residuos Sólidos en el Municipio de Torreón, Coahuila. pp. 1.4.5
- Vásquez, O., 2005. Modelo de simulación de residuos sólidos domiciliarios en la región Metropolitana de Chile. pp. 28-29
- Vento, P. M., 2000. Estudio sobre la preparación del compost estático y su calidad. Tesis en opción al título en fertilidad de suelo. P 10
- Widman, A. F., F, Herrera. R., D. D, Cabañas. V., 2005. El uso de composta proveniente de residuos sólidos municipales como mejorador de suelos para cultivos en Yucatán. Estudios preliminares. p.32