

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Abonos orgánicos a base de estiércol bovino**

**POR  
JONATAN CEPEDA ALFARO**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA**

**DICIEMBRE DE 2017**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Abonos orgánicos a base de estiércol bovino

POR  
JONATAN CEPEDA ALFARO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

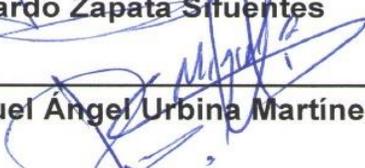
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
MC. Gerardo Zapata Sifuentes

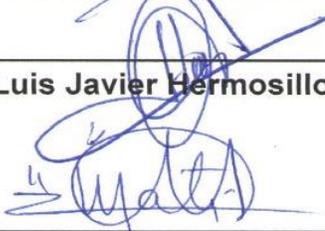
VOCAL:

  
DR. Miguel Ángel Urbina Martínez

VOCAL:

  
MC. Ricardo Covarrubias Castro

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. Luis Javier Hermosillo Salazar

  
ME. Víctor Martínez Cueto  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Abonos orgánicos a base de estiércol bovino

POR  
JONATAN CEPEDA ALFARO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

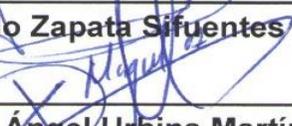
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
MC. Gerardo Zapata Sifuentes

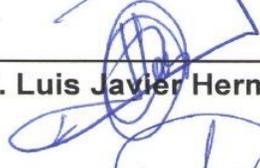
ASESOR:

  
DR. Miguel Ángel Urbina Martínez

ASESOR:

  
MC. Ricardo Covarrubias Castro

ASESOR:

  
DR. Luis Javier Hermsillo Salazar

  
ME. Víctor Martínez Cueto

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, David Cepeda Rangel y Sonia Alfaro Ponce por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por confiar y creer en mí y en mis expectativas, por brindarme su apoyo tanto moral y económicamente para seguir estudiando y lograr el objetivo trazado para un futuro mejor y ser el orgullo de ellos.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme formar parte de ella y abierto las puertas para poder estudiar mi carrera, así como también a todos los profesores que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

En forma especial agradezco al M.C Gerardo Zapata Sifuentes, asesor principal, por su valioso e invaluable tiempo que dedico en la culminación de mi tesis y sobre todo por demostrar ser un buen amigo.

También agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todo este tiempo en la universidad ya que gracias al compañerismo amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

## **DEDICATORIAS**

A mis padres David Cepeda Rangel y Sonia Alfaro Ponce, que han sido el pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo y ser un hombre de provecho.

A mis hermanos David Cepeda Alfaro e Isabel Cepeda Alfaro quienes me brindaron todo su apoyo y confianza en mi formación académica.

A mi esposa Citlalic Caldera Niño por tenerme la paciencia todo este tiempo y sobre todo por su apoyo incondicional y comprensión, por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A mis suegros José Ángel Caldera Correa y Cruz Velia Niño de La Cruz por sus buenos consejos y sus buenos deseos.

A toda mi familia por estar siempre conmigo, por formar parte de mi vida y por siempre apoyarme en todo.

## RESUMEN

Los abonos orgánicos se han recomendado para tierras sometidas al cultivo intenso para mejorar la estructura del suelo; con ello, se aumentan la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrimentos para las plantas. El trabajo establecido se desarrollo con los siguientes objetivos: a) aplicar técnicas agroecológicas para la producción de abonos orgánicos utilizando como base del experimento estiércol de ganado bovino y b) favorecer los procesos de producción mediante la aplicación de abonos orgánicos. Se evaluaron tres tratamientos con diferentes dosis levadura para T1, lodos activados T2 y tierra de mezquite para T3. El diseño experimental utilizado fue de bloque al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: temperatura, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, N, P, Ca+Mg, Ca, Mg, Na, HCO<sub>3</sub> y Cl. Los resultados obtenidos indican que los tratamientos tratados con los diferentes materiales aportan las concentraciones de macro-elementos optimas para las plantas, en cuanto a los temperaturas se pudo obtener como resultado que la aplicación de diferentes materiales no tu gran influencia en las temperaturas obtenidas como resultados del abono orgánico.

**Palabras clave:** *compostaje, abono orgánico, fertilización*

## INDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>iii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos .....	2
1.2. Hipótesis .....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Composta.....	3
2.1.1 Conceptos .....	3
2.1.2 Técnicas de compostaje .....	4
2.1.3 Sistemas abiertos de compostaje.....	5
2.1.4 Sistemas cerrados.....	6
2.1.5 Importancia de la composta.....	7
2.1.6 Materiales para la elaboración de compostas.....	8
2.2 Impactos ambientales del estiércol bovino .....	10
2.2.1 Producción de estiércol bovino en la Comarca Lagunera.....	15
2.2.2 Propiedades nutrimentales del estiércol bovino .....	15
2.2.3 Efectos benéficos del estiércol bovino.....	17
2.2.4 Efectos desfavorables del estiércol bovino .....	18
2.3 Fertilización.....	20
2.3.1 Fertilización química.....	22
2.3.2 Fertilización orgánica .....	22
2.3.3 Beneficios de la fertilización orgánica.....	24
2.4 Cultivo de maíz .....	24
2.4.1 Origen del maíz .....	25
2.4.2 Importancia económica del cultivo del maíz en la Comarca Lagunera .....	26
2.4.3 Problemas de la fertilización .....	27
2.4.3 Principales plagas del cultivo del maíz .....	28

2.4.4 Principales enfermedades del cultivo del maíz .....	34
2.4.5 Requerimientos hídricos del cultivo del maíz .....	35
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>37</b>
3.1 Ubicación del área de estudio .....	37
3.2 Descripción del experimento .....	37
3.3 Variables de estudio .....	38
3.3.1 Tiempo.....	39
3.1.2 Temperatura.....	39
3.1.3 Análisis Físico-Químico.....	39
3.4 Manejo de los tratamientos .....	40
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
4.1 Tiempo de maduración. ....	42
4.2 Temperatura.....	43
4.3 Análisis físico-químico .....	46
4.3.1 pH. ....	46
4.3.2 Conductividad Eléctrica.....	47
4.3.3 Materia Orgánica.....	48
4.3.4 Nitrógeno Total .....	50
4.3.5 Contenidos de macro-elementos en los abonos orgánicos .....	51
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA. ....</b>	<b>62</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>65</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Estimación de nutrimentos en una tonelada de estiércol bovino. ....	17
<b>Cuadro 2.</b> Distribución de los requerimientos de agua y los efectos de periodos de estrés hídrico en maíz. ....	36
<b>Cuadro 3.</b> Descripción de los tratamientos evaluados. ....	38
<b>Cuadro 4.</b> Características de pH de los abonos orgánicos. ....	47
<b>Cuadro 5.</b> Características de CE de los abonos orgánicos. ....	48
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de varianza. ....	49
<b>Cuadro 7.</b> Porcentaje de materia orgánica en los diferentes tratamientos. ....	49
<b>Cuadro 8.</b> Comparativa de los tratamientos. ....	49
<b>Cuadro 9.</b> Porcentaje de Nitrógeno total en los diferentes tratamientos. ....	50
<b>Cuadro 10.</b> Concentración de Fosforo en los diferentes tratamientos. ....	51
<b>Cuadro 11.</b> Concentración de Calcio en los diferentes tratamientos. ....	52
<b>Cuadro 12.</b> Análisis de varianza. ....	53
<b>Cuadro 13.</b> Concentración de Magnesio en los diferentes tratamientos. ....	53
<b>Cuadro 14.</b> Comparativa de los tratamientos. ....	54
<b>Cuadro 15.</b> Concentración de sodio en los diferentes tratamientos. ....	55
<b>Cuadro 16.</b> Concentraciones de cloro en los diferentes tratamientos. ....	56
<b>Cuadro 17.</b> Concentraciones de bicarbonatos en los diferentes tratamientos. ....	57
<b>Cuadro 18.</b> Análisis de varianza. ....	58
<b>Cuadro 19.</b> Concentraciones de calcio y magnesio en los diferentes tratamientos. ....	58
<b>Cuadro 20.</b> Comparativa de los tratamientos. ....	59

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fases del proceso de compostaje.....	42
<b>Figura2.</b> Resultados de muestreos de temperaturas realizados en las diferentes repeticiones del tratamiento de levadura. ....	43
<b>Figura 3.</b> Resultados de muestreos realizados en las diferentes repeticiones del tratamiento de lodos activados. ....	44
<b>Figura 4.</b> Resultados de muestreos de temperatura realizados en diferentes repeticiones del tratamiento a base de tierra de mezquite. ....	45

## I. INTRODUCCIÓN

Los abonos orgánicos se han utilizado en todo el mundo desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada (Piccinini *et al.*, 1991), aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo, varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Los abonos orgánicos pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de patógenos del suelo; además, sirven como fertilizantes y mejoradores del suelo (FAO, 1991); y presentan una amplia variación de efectos que dependen del material aplicado y de su grado de descomposición (Abawi y Thurston, 1994).

El uso de abonos orgánicos constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de la capacidad productiva de suelos degradados. La adición de residuos vegetales o estiércoles incrementa la actividad y cantidad de la biomasa microbiana del suelo, que en los cultivados varía de 100 a 600 mg kg<sup>-1</sup> (Anderson y Domsch, 1989).

Las tierras agrícolas de la región Centro-Norte de México se han trabajado por más de 50 años de manera intensiva, pero en los últimos 30 los productores redujeron notablemente la aplicación de abonos orgánicos a causa del inicio de una agricultura intensiva (López *et al.*, 2001), generando una disminución en el uso de fertilizantes orgánicos hasta un punto en el que la aplicación de los inorgánicos se convirtió en un problema ambiental en muchos lugares del mundo (Butler *et al.*, 2007).

La Comarca Lagunera, región agrícola y ganadera de las más importantes de la república mexicana, localizada en el norte de México, es un ejemplo de estos hechos (Castellanos, 1996). En ella, anualmente se producen cerca de un millón de toneladas de estiércol de bovino, que se aplica de forma directa a los suelos agrícolas, sin tratamiento previo (Serrato *et al.*, 2002 y Fortis *et al.*, 2009).

Por lo que pretende realizar una agricultura sustentable para conservar, mejorar y hacer un uso eficiente de los recursos naturales a través del manejo integrado del suelo, el agua y recursos biológicos disponibles, que contribuyen a la conservación del ambiente y a la producción agrícola mejorada y sostenible (FAO, 2012), en búsqueda de una alternativa sostenible para aumentar la producción de forrajes mediante el uso de abonos orgánicos y para sustituir a los fertilizantes inorgánicos.

### **1.1. Objetivos**

Aplicar técnicas agroecológicas para reutilizar los recursos del Rancho Los Tres Romero SPR de RL que permitan producir agroinsumos como abonos orgánicos para los cultivos forrajeros.

Favorecer los procesos de producción mediante la aplicación de los productos obtenidos mediante técnicas agroecológicas.

### **1.2. Hipótesis**

La aplicación de técnicas agroecológicas en el Rancho Tres Romero SPR de RL beneficiara en los procesos productivos para lograr un esquema de producción sustentable.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Composta

#### 2.1.1 Conceptos

La composta es el material orgánico que se obtiene como producto por la acción microbiana controlada sobre residuos orgánicos tales como hojas, rastrojos, zacates, cascaras, basuras orgánicas caseras. Subproductos maderables (aserrín y virutas), ramas, estiércoles y residuos industriales de origen orgánico; con estos residuos, en forma separada o bien mezclados, se forman pilas o montones, que por acción de los microorganismos dan origen a un material (materia orgánica) de gran utilidad para los suelos agrícolas, ya que mejora la estructura y la fertilidad de estos (Senesi, 1998).

(Gómez-Sobrino *et al.* 2006) Menciona que el compost o composta (a veces también se le llama abono orgánico) es el humus obtenido de manera natural por descomposición bioquímica al favorecer la fermentación aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos). Normalmente, se trata de evitar (en lo posible) la putrefacción de los residuos orgánicos (por exceso de agua, que impide la aireación-oxigenación y crea condiciones biológicas anaeróbicas malolientes), aunque ciertos procesos industriales de compostaje usan la putrefacción por bacterias anaerobias.

El compostaje es la degradación aeróbica (o sea, en presencia de oxígeno) de materia orgánica por la acción de microorganismos en condiciones controladas de aireación, humedad y temperatura. Estos microorganismos transforman los residuos degradables en un producto “estable” e higienizado, aplicable al suelo como abono o sustrato (Yuet *al*, 2008).

También se puede definir como un proceso biológico en medio aeróbico, en el cual los sólidos orgánicos húmedos son transformados a formas más estables llamadas compost (Senesi, 1998); sustancias similares al humus.

La composta es la descomposición biológica de material orgánico procedente de basuras, residuos vegetales, estiércol, hojarasca, y residuos industriales de origen orgánico; esto se lleva a cabo en condiciones controladas formando pilas o montones en un lugar determinado para este propósito; ya sea directamente sobre el suelo o en plataformas, o bien en fosas construidas para contener el material hasta que esté listo para su uso (Hartmann y Kester, 1987).

### **2.1.2 Técnicas de compostaje**

Las técnicas de compostaje varían principalmente de acuerdo a las condiciones de aireación, período de volteo y calidad requerida en el producto final. La elección de cualquiera de ellas va a depender de los objetivos planteados por el productor, inversión, funcionamiento, disponibilidad de terreno, complejidad operacional y el potencial para generar problemas medioambientales del producto que desea elaborar.

### **2.1.3 Sistemas abiertos de compostaje**

#### **Compostaje en pilas estáticas**

Es el sistema más antiguo de compostaje, consiste en la formación de pilas de reducida altura, que se dejan sin movimiento. La aireación ocurre naturalmente a través del aire que fluye en forma pasiva a través de la pila.

Es común que se produzcan en algunas zonas de la pila anaerobiosis, con generación de malos olores, gases y líquidos no deseables. Es por esto que se debe tener especial cuidado en la realización de la mezcla inicial, eligiendo materiales que permitan tener una adecuada porosidad de la pila durante todo el proceso. Es un método lento y no permite la obtención de un producto de alta calidad.

#### **Compostaje en pilas de volteo o en hileras**

En este sistema el material se amontona en pilas alargadas al aire libre o en galpones. El tamaño y la forma de las pilas (triangular o trapezoidal) dependerán del clima, material utilizado y la maquinaria disponible. Este sistema considera el volteo de las pilas ya sea en forma manual o mecánica. Las pilas deben ser volteadas en forma regular, ya sea con maquinas especialmente destinadas a este fin (volteadoras), cargadores frontales o en forma manual, existiendo en los dos últimos casos un mayor riesgo de no lograr un mezclado apropiado del material en proceso.

### **Compostaje en pilas estáticas aireadas en forma pasiva**

Consiste en colocar el material a compostar en pilas y airearlo en forma pasiva, a través de una red de tuberías perforada que se colocan en la parte inferior de la pila. La altura recomendada de la pila es de 1,0 a 1,5 metros. Se le coloca una cubierta porosa (turba) de manera de permitir el flujo adecuado de aire que entra a través de las cañerías. Además está cubierta permite retener los olores, la turba presenta afinidad por las moléculas que los causan y controlar la humedad. Es importante realizar una mezcla inicial adecuada de manera de asegurar una buena porosidad y estructura para permitir una buena aireación.

### **Compostaje en pilas aireadas forzadamente**

A diferencia del anterior, en este sistema se utiliza un compresor que succiona aire hacia el exterior o lo inyecta al interior. El compresor además de controlar la aireación de la pila también permite enfriarla. Este tipo de compostaje requiere una serie de equipamiento, como un compresor, red de tuberías, válvulas y sistemas de control de presión de aire, temperatura y humedad, lo que lo hace tener un valor económico mayor. En esta técnica el producto se encuentra estabilizado entre los 4 y 6 meses.

#### **2.1.4 Sistemas cerrados.**

##### **Compostaje en reactores**

Este se lleva a cabo en un contenedor o recipiente cerrado. La principal ventaja de este sistema es su rápida velocidad de descomposición (10 a 14 días),

bajo requerimiento de terrenos, completo control del proceso y la calidad del producto final. Sin embargo presenta un alto costo de instalación y operación (Mathur, 1991). Los más utilizados son el sistema rectangular de cama y sistema de tubo giratorio.

### **2.1.5 Importancia de la composta**

De acuerdo a Rodríguez y Córdoba (2006) mencionan que la composta es un mejorador de las características del suelo ya que:

1. Favorece la aireación y la retención de humedad. Junto con arcillas fomenta la formación de agregados más estables. En los suelos arenosos ayuda a la retención de agua.
2. Mejora la estructura del suelo. Por esta característica y porque permite la absorción del agua, es un agente preventivo de la erosión.
3. Favorece el almacenamiento de nutrimentos y su disponibilidad para los vegetales.
4. Provee un medio donde infinidad de microorganismos se desenvuelven; algunos procesan los residuos para convertirlos en humus y otros procesan el humus para aprovecharlo o generar alimento para otros. Es la “casa” del sistema vivo del suelo.
5. 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.

6. Reduce o elimina la necesidad de fertilizantes de síntesis química y modera la temperatura del sólido.

Otros beneficios pueden ser apreciados en función de la contribución que tienen en otros aspectos como la lucha contra la contaminación (degrada sustancias tóxicas, retiene materiales pesados, limpia el aire contaminado), la restauración del paisaje (ayuda a la reforestación, restaurar hábitats naturales, recuperar espacios mineros y canteras, recuperar zonas húmedas dañadas, prevenir la erosión y las tormentas de polvo, reduce la producción de metano de los vertederos, reduce o transforma la materia orgánica y los lodos de las depuradoras), ahorro de dinero (reduce la necesidad de agua, fertilizantes y plaguicidas, se puede comercializar como un producto, aporta riqueza a los suelos cultivables, alarga la vida de los vertederos reduciendo las aportaciones orgánicas.

Se puede utilizar para la restauración de suelos degradados) y control de patógenos (elimina los microorganismos y patógenos del ser humano, elimina las semillas de las malas hierbas, elimina los almacenes de patógenos y parásitos de los cultivos presentes en los restos vegetales) (AMRS, 2003).

### **2.1.6 Materiales para la elaboración de compostas**

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

- a. Restos de cosechas. Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc. son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc. son menos ricos en nitrógeno.
  
- b. Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.
  
- c. Las ramas de poda de los frutales. Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.
  
- d. Hojas. Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.
  
- e. Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.
  
- f. Estiércol animal. Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja y los purines.

- g. Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.
  
- h. Plantas marinas. Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como Posidonia oceánica, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.
  
- i. Algas. También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y anti fúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost.

## **2.2 Impactos ambientales del estiércol bovino**

Aunque las enfermedades humanas ocasionadas por excretas animales no son frecuentes, en empresas dedicadas a la ganadería intensiva los trabajadores pueden presentar asma, pulmonía y enfermedades oculares (irritación) cuando la ventilación en las instalaciones es deficiente. Otro riesgo de enfermedades para la población humana es el consumo de agua contaminada con: 1) estiércol conteniendo bacterias patógenas y la más común es

Escherichiacoli que causa diarrea y gases abdominales (LeJeune y Wetzel, 2007); 2) contenidos altos de nitratos que reducen la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre, conocida como metahemoglobinemia (Miner *et al.*, 2000); 3) hormonas, principalmente estrógenos, relacionadas con una reducción en la cantidad de esperma en humanos (Sharpe y Skakkebaek, 2003).

El impacto ambiental como generación de gases de efecto invernadero, causan eutrofización de cuerpos de agua y sobrecarga de nutrientes en suelos de cultivo ocasionado por excretas de ganado, dependerá en gran medida de la especie pecuaria, del sistema de alimentación y del manejo del estiércol. Los estudios comparativos de impacto ambiental entre sistemas de producción animal extensivos y tecnificados son escasos. Thomas *et al.*, (2008) sugieren que los sistemas de producción de leche de tipo orgánico impactan menos al agua y al suelo, pero emiten más gases de efecto invernadero, comparados con los sistemas de producción de leche convencionales. Sin embargo, los resultados son inciertos porque en su mayoría se basan en el concepto de cantidad y no de eficiencia.

Los estudios comparativos de impacto ambiental entre sistemas de producción animal extensivos y tecnificados son escasos. Thomas *et al.*, (2008) sugieren que los sistemas de producción de leche de tipo orgánico impactan menos al agua y al suelo, pero emiten más gases de efecto invernadero, comparados con los sistemas de producción de leche convencionales. Sin embargo, los resultados son inciertos porque en su mayoría se basan en el concepto de cantidad y no de eficiencia.

## **En el suelo**

El suelo puede ser seriamente afectado por el estiércol si contiene concentraciones altas de nutrientes (nitrógeno, fósforo), microorganismos patógenos (*E. coli*), antibióticos, y compuestos que interactúan con el sistema endócrino (hormonas esteroidales, fitoestrógenos, plaguicidas y herbicidas) (Powers, 2009). En países donde las regulaciones ambientales son laxas o no existen, el estiércol se aplica al suelo continuamente, excediendo la capacidad de captación de nutrientes por los cultivos (Dietz y Hoogervorst, 1991). Esta sobrecarga de nutrientes en el suelo ocasiona su infiltración por escurrimiento y lixiviación en aguas superficiales y subterráneas (Miner *et al.*, 2000).

Por ejemplo, las excretas bovinas frescas esparcidas en áreas de cultivo contienen nitrógeno en forma de nitratos y nitritos; la forma de acumulación de estos compuestos oxidados en el cultivo puede causar intoxicación en el ganado que los consuma (Nicholson, 2007).

## **En el agua**

La expansión de la agricultura y ganadería intensiva se han establecido mayoritariamente en áreas con escasas de agua. El agua es contaminada por excretas ganaderas directamente a través de escurrimientos, infiltraciones y percolación profunda en las granjas, e indirectamente por escorrentías y flujos superficiales desde zonas de pastoreo y tierras de cultivo (EPA, 2006). El nitrógeno es abundante en el estiércol, y está relacionado con la contaminación de aguas subterráneas por la lixiviación de nitrato a través del suelo, mientras que el

fósforo del estiércol está relacionado con la contaminación de aguas superficiales (Miller, 2003; Reddy *et al.*, 2001).

Debido a que el fósforo en el agua no se considera directamente tóxico, no se han establecido niveles estándares en el agua potable. Sin embargo, el fósforo tiene un impacto ambiental importante en los recursos hídricos porque vertido directamente en las corrientes o aplicado en dosis excesivas en el suelo, estimula el proceso de eutrofización el cual aumenta las plantas acuáticas, disminuye el oxígeno disuelto y varía el pH, afectando así la calidad del agua (EPA, 2000). Aunque no se ha reportado la concentración de nitrógeno y fósforo en los distintos cuerpos de agua, la cantidad de ellos lixiviados o arrastrados a mantos acuíferos depende de la precipitación (duración), la percolación (los suelos arenosos presentan altas tasas de percolación) y la pendiente del suelo por donde se desplazan las escorrentías (Nelson, 2003).

### **En el aire**

Las descargas a la atmósfera provenientes del estiércol incluyen polvo, olores y gases producto de la digestión anaeróbica y descomposición aeróbica. El polvo se presenta principalmente en operaciones ganaderas en confinamiento en zonas áridas. Cuando la vegetación es completamente removida, se forma una capa de estiércol y el movimiento del ganado produce enormes nubes de polvo. El olor no presenta riesgos a la salud, pero la mayoría de la gente encuentra inaceptable los olores emitidos por el estiércol en zonas urbanas (Miner *et al.*, 2000).

Entre los contaminantes liberadas por el estiércol hacia la atmósfera destaca el amoníaco, así como otros gases de efecto invernadero (GEI) que incluyen metano y óxido nitroso. Las emisiones globales de metano entérico, metano de estiércol y de óxido nitroso son 113, 40 y 10 TgCO<sub>2</sub>Eq (EPA, 2005). México contribuye con menos de 0.04 % del metano y menos de 0.008 % de óxido nítrico del total mundial (SEMARNAT, 2008). El metano es un GEI 23 veces más potente que el CO<sub>2</sub>, y el estiércol contribuye con 16 % de las emisiones globales (IPCC, 2006). El metano emitido por el estiércol proviene del metano de la fermentación entérica capturado en las heces, y de la digestión anaeróbica de la materia orgánica del estiércol (De Klein *et al.*, 2008). El estiércol contribuye con 50 % del total de emisiones de amoníaco hacia la atmósfera, porque su tasa de volatilización es mayor a 23 % (Barn y Best, 2003).

El óxido nitroso es 296 veces más potente que el CO<sub>2</sub>, y México contribuye con 0.7 % de emisiones de este gas por actividades pecuarias en el mundo. El estiércol aporta cerca del 25 % de las emisiones antropogénicas de óxido nitroso (IPCC, 2006), el cual se genera durante los procesos de nitrificación (oxidación biológica de amonio a nitrito y nitrato) y desnitrificación (reducción de nitrato a nitrógeno gaseoso), donde el intermediario es el óxido nitroso (Stevens y Laughlin, 1998).

### **2.2.1 Producción de estiércol bovino en la Comarca Lagunera**

La Comarca lagunera es la cuenca lechera más importante del país, con más de 2'000,000 de litros diarios de leche dado sus 200,000 cabezas de ganado bovino en producción aproximadamente. Sin embargo para tener ese número de cabezas de ganado bovino se requiere tener ganado de reemplazo y en desarrollo por lo que en total se tiene más de 400,000 cabezas con el principal objetivo de producir leche en la región. Lo anterior deriva en mas de 1'000,000 de kilogramos de estiércol base seca, producido por día, por lo que este tiene que ser tratado y dosificado adecuadamente para evitar posible contaminación del suelo y el agua del acuífero subterráneo (SAGARPA, 2000).

### **2.2.2 Propiedades nutrimentales del estiércol bovino**

El estiércol contiene un buen número de nutrientes para las plantas. Casi la mitad del nitrógeno que contiene el estiércol está en forma amoniacal, si se maneja bien, es disponible casi inmediatamente para las plantas. El resto se encuentra en diversos compuestos orgánicos y no está disponible para las plantas. El nitrógeno orgánico debe ser convertido a nitrógeno amoniacal antes de ser absorbido por las plantas. La liberación de nitrógeno a partir del nitrógeno orgánico es un proceso microbiano que está regulado por la temperatura y humedad del suelo y que continúa por dos o tres años después de ser aplicado al suelo. Entre 25 y 75 por ciento del nitrógeno en el estiércol está disponible durante el año en que se aplicó, esto dependiendo del tipo de estiércol y la forma en que

se ha manejado. Aproximadamente la mitad del nitrógeno será liberada al año siguiente y así sucesivamente.

La pérdida de nitrógeno ocurre como resultado de la conversión del ión amonio al gas amoniacal, el cual escapa a la atmósfera. La manera más efectiva de prevenir la pérdida de nitrógeno ya sea en el campo o en el almacén es evitando su exposición al aire. La incorporación inmediata al suelo, puede ahorrar hasta un 25 por ciento del nitrógeno. De forma similar, la inyección del estiércol líquido dentro del suelo puede minimizar la pérdida de nitrógeno en forma efectiva. Comparando las aplicaciones e incorporaciones de primavera con las aplicaciones de otoño e invierno (Dic-Feb), estas últimas pueden resultar menos eficientes si el invierno es frío y húmedo. Se puede perder 50 por ciento o más debido a pérdidas de lavado, lixiviado, desnitrificación y fugas de amoniacal a la atmósfera.

La disponibilidad de fósforo y potasio en el estiércol, en el año de aplicación, fluctúa entre 50 y 100 por ciento. Existen algunas preocupaciones relacionadas con el exceso de potasio (K), pero el exceso de fósforo (P) puede convertirse en un verdadero riesgo de contaminación de agua superficial si no se controla la erosión y la pérdida de agua en drenajes mal diseñados. El valor de los nutrientes en el estiércol debe de ser tomado muy en cuenta. Una carga de una tonelada de estiércol con un contenido aproximado de 50% de humedad se estima que contiene nutrientes esenciales para el desarrollo de los cultivos en diferentes concentraciones como se muestra en Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Estimación de nutrimentos en una tonelada de estiércol bovino.

Nutriente	Cantidad
Nitrógeno (N)	42 Kg
Oxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	18 Kg
Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	26 Kg

### 2.2.3 Efectos benéficos del estiércol bovino

Salcedo (2006), señala que el estiércol de ganado bovino aporta cantidades de materia orgánica que al ser incorporadas al suelo agrícola tienen un gran impacto y reflejan su efecto sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Las principales funciones de la materia orgánica son:

1. Amortigua el impacto de las gotas de lluvia al caer sobre el suelo, favoreciendo la infiltración lenta del agua, además, reduce el escurrimiento y la erosión.
2. Al descomponerse produce sustancias y aglutinantes microbianos que ayudan a estabilizar la estructura deseable del suelo;
3. Amortigua y regula la temperatura del suelo.
4. Reduce la pérdida de agua por evaporación.
5. Aporta al mineralizarse diferentes nutrientes necesarios para la nutrición de las plantas
6. Suelos con contenidos altos de materia orgánica, cuentan con mayor capacidad de almacenamiento de agua aprovechable.

7. Es amortiguador de los cambios químicos rápidos que normalmente se presentan cuando se aplican fertilizantes y/o caliza.
8. libera ácidos orgánicos que ayudan a disolver minerales y los pone a disposición de la planta.
9. Constituye un almacén de cationes intercambiables y aprovechables (K, Ca y Mg); asimismo, el humus temporalmente retiene el amonio en forma aprovechable e intercambiable.
10. Tiene la especial función de hacer que el fósforo se aproveche más fácilmente en suelos ácidos, ya que se liberan durante la descomposición de citratos, oxalatos, tartratos y lactatos; los cuales, se combinan más fácilmente con el hierro y el aluminio que con el fósforo, dando como resultado la formación de menos fierro soluble y fosfato de aluminio, y por ende habrá mayor disponibilidad de fósforo.
11. Los ácidos liberados durante la descomposición de la materia orgánica ayudan a reducir la alcalinidad del suelo.
12. Es una fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos del suelo.

#### **2.2.4 Efectos desfavorables del estiércol bovino**

Salcedo (2006), Menciona que como es de esperarse, existen algunos efectos negativos al menos en forma temporal en la incorporación de estiércol de bovino al suelo agrícola; asimismo, tales efectos no son privativos de esta fuente

de materia orgánica; sino que, ocurren con todo tipo de abonos frescos o secos en mayor o menor grado. Algunos efectos son los siguientes:

1. Bloquea los elementos fertilizantes en particular al nitrógeno, pasándolo a una forma orgánica no inmediatamente asimilable por las plantas.
2. produce efectos tóxicos debido a productos formados en el curso de fermentaciones reductoras, o simplemente a la descomposición del oxígeno de la atmósfera del suelo; así mismo, se incluye el desarrollo de la fauna fitoparasítica, esporas o micelios de los hongos que causan enfermedades criptogámicas.
3. una acción desfavorable en la estructura del suelo; - en medio reductor húmedo, hay dispersión de los cementos coloidales, los óxidos de fierro particularmente; en medio aireado seco las capas de materiales orgánicos que pueden formarse, se oponen al paso de las raíces y en ciertas condiciones a la circulación del agua no saturante (García, 1966).

Cruz (2006), menciona en su trabajo que si bien el estiércol tiene magnificas propiedades, sin embargo, cuando el abono no ha sido procesado adecuadamente, su utilización puede traer efectos nocivos tales como:

- Fijación de amonio, zinc y cobre.
- Proliferación de malas hiervas.
- Producción de inhibidores del crecimiento de las plantas.
- Infestación de plagas y enfermedades.

### 2.3 Fertilización

Aceves *et al.* (2002) mencionan que en la actualidad, a nivel mundial y en México, existen diferentes insumos para suministrar los nutrientes que los cultivos requieren, entre los que se encuentran los químicos, orgánicos y biológicos. De éstos, los que mayor aplicación tienen son los químicos, sin embargo, desde hace algunos años ha surgido una corriente que ha satanizado su utilización y los ha culpado de una gran cantidad de desastres que se presentan en el medio ambiente y salud humana, por lo que impulsan la utilización de insumos orgánicos y biológicos (biofertilizantes).

Fresco (2003), menciona que en la actualidad el 43% de los nutrientes que se requieren en la producción de los alimentos a nivel mundial, provienen de los fertilizantes químicos, y que en los próximos años podría llegar a 84%. Además dice que este tipo de fertilizantes no serán desplazados en su uso por los nutrientes no minerales en el futuro, ya que la eficacia de estos últimos es inferior y su costo es muy elevado.

En este mismo sentido, Álvarez *et al.*, (2010) menciona que los abonos orgánicos aportan materia orgánica, nutrientes y microorganismos, sin embargo la capacidad que tienen estos como fuentes de nutrientes en relación a los fertilizantes químicos es baja.

Por otro lado, Conway y Pretty (1991) citados por Altieri *et al.* (2005), señalan que a pesar de que el sistema agrícola que utiliza una gran cantidad de insumos externos es altamente productivo y competitivo, trae consigo problemas

económicos, sociales y ambientales, siendo estos últimos los de mayor impacto. Señalan que la aplicación excesiva de fertilizantes químicos es la causa principal del efecto ambiental, ya que al no ser utilizados por el cultivo, éstos terminan contaminando las aguas superficiales y/o subterráneas. Lindermann (2003), señala que ésta crítica se basa en que los fertilizantes químicos son altamente solubles, y menciona que existen datos que muestran que a pesar de que los abonos orgánicos suministran lentamente los nutrimentos, la contaminación por nitratos de aguas superficiales y subterráneas ocurre al igual que con los fertilizantes químicos.

Por otro lado, Morales (2007) señala que una alternativa viable para la producción de cultivos es el uso de biofertilizantes, que tienen la característica de no contaminar ni degradar la capacidad productiva del suelo, sino por el contrario regeneran la población microbiana del mismo y protegen al sistema radicular de la planta contra patógenos.

Según Parra *et al.* (2001), la utilización de bacterias rizosféricas tiene el objetivo de aumentar el rendimiento de los cultivos, disminuir el uso de fertilizantes sintéticos y por lo tanto disminuir la contaminación ambiental. Señala que una de estas bacterias es el género *Azospirillum* que aumenta significativamente el sistema radical, además que induce la resistencia a agentes patógenos e inhibe la proliferación de plantas parásitas y produce hormonas de crecimiento.

Álvarez *et al.* (2010), señala que el uso integrado de fertilizante químico y abonos orgánicos, incrementan la producción de los cultivos.

### **2.3.1 Fertilización química**

La agricultura de México en la actualidad se sigue basando, desde hace muchos años, en los principios de la “revolución verde”, de la cual uno de los elementos esenciales para incrementar la producción agrícola es el uso de fertilizantes químicos. Algunos reportes indican que el 80% de la superficie agrícola del país usa este tipo de insumos. La región de estudio no escapa a esta situación, donde el 98% de los productores utiliza este insumo en sus unidades de producción (Peña y Ramírez, 1993).

### **2.3.2 Fertilización orgánica**

La fertilización con abonos orgánicos ha sido practicada por los agricultores mucho antes del uso de químicos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido ampliamente demostrada (Piccinini *et al.*, 2003).

Los abonos orgánicos se consideran todos aquellos residuos de origen vegetal y animal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos, en ellos se incluyen los abonos verdes, estiércoles, compostas, vermicompostas, residuos de cosechas, residuos orgánicos industriales, aguas negras y sedimentos orgánicos (Trinidad, 2005).

En los últimos años se ha recomendado la fertilización con lombricomposta debido a su contenido nutrimental y beneficios que aporta al suelo, este abono proporciona al suelo materia orgánica, carbono orgánico, macronutrientes y micronutrientes (Hervás *et al.*, 1999), además de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos,

huminas, enzimas y hormonas vegetales como giberelinas, citoquininas y auxinas (Bollo, 2003 e Irsson *et al.*, 2007).

Los contenidos de macro y microelementos, así como el pH, % de M.O. y C/N, dependen del sustrato que se utilice para su producción (Duran *et al.*, 2007 y Herran *et al.*, 2010).

Existen diferentes trabajos que indican que la fertilización con composta al cultivo de maíz es viable y sustentable, que permite mantener los rendimientos y reducir el uso de fertilizantes químicos (López *et al.*, 2001 y Fortis *et al.*, 2009).

Méndez *et al.* (2000), Evaluaron el rendimiento de grano de maíz con diferentes cantidades de composta y fertilización química; señala que todos los tratamientos con lombricomposta aumentaron el número de microorganismos presentes en el suelo y el mejor rendimiento de grano de maíz, lo consiguió con la aplicación de 8 ton ha<sup>-1</sup> de lombricomposta; sin embargo, Hernández *et al.*, (2003), citado por Méndez (2007), obtuvieron 9.7 t ha<sup>-1</sup> de maíz con la aplicación de 4.5 t ha<sup>-1</sup> de composta.

Por otra parte, García *et al.* (2009), reportan que la mezcla de fertilizante químico con composta da mejores resultados, además que se reducen los costos de producción. Romero (2009) reafirma este hecho, quien comparó la aplicación de abonos verdes, abono orgánico, fertilización química y la mezcla entre ellos, obteniendo mayor rendimiento con la mezcla de los tres tipos de fertilización en un ciclo de buen temporal.

### **2.3.3 Beneficios de la fertilización orgánica**

La incorporación de fertilizantes y abonos orgánicos (estiércoles, desechos agrícolas verdes y secos, compostas, vermicompostas, etc.) con fines de biorremediación de suelos agrícolas, es una práctica que ha recuperado importancia en los últimos años a nivel mundial por diversas razones (Nieto-Garibay, 2002)

Los fertilizantes orgánicos ejercen efectos positivos al ser agregados al suelo, como por ejemplo básicamente elevan la fertilidad, mejoran las propiedades tanto físicas como químicas, aumentan la población de la macro y la microfauna (Mendoza-Guevara, 2009).

La agricultura orgánica desapruueba el empleo de pesticidas y fertilizantes sintéticos, confía en cambio en métodos de cultivo, biológicos, o naturales de control de plagas y de fertilidad. Un creciente número de estudios demuestran que la agricultura orgánica genera un suelo de alta calidad y una mayor actividad biológica del suelo que en los sistemas de producción convencionales (Carpenter-Boggset *al.*, 2004).

## **2.4 Cultivo de maíz**

Glanze (2008), En su estudio menciona que el maíz es una planta que se da bajo condiciones climáticas y edáficas diversas a causa de su extraordinaria capacidad adaptativa, y que este puede cultivarse en tierras de secano con precipitaciones anuales inferiores a 250 mm, como también en regiones que reciben más de 5000 mm con excepción del clima de la selva súper húmeda; se

cultiva el maíz a gran escala bajo todas las condiciones climáticas tropicales y subtropicales.

#### **2.4.1 Origen del maíz**

Después de varias décadas de estudio, y de gran cantidad de publicaciones a partir del año 1985, la comunidad científica internacional ha llegado a la conclusión de que el teocintle anual mexicano, denominado *Zea mays ssp. arviglumis*, perteneciente a la raza Balsas, es el ancestro del maíz. Asimismo, existen evidencias de que las poblaciones en que se dio de manera preponderante el origen de este cereal son las ubicadas en los actuales estados de Michoacán, México y Guerrero.

<http://eprints.uanl.mx>

Lo aseguran así, en artículo publicado en *Claridades Agropecuarias*, los científicos Claudia A. Bedoya y Víctor H. Chávez Tovar, quienes destacan que “dos importantes descubrimientos han ayudado a reformular el entendimiento de la domesticación y la dispersión temprana del maíz. El primero es la acumulación de evidencia genética (de) que el maíz ha surgido de un teocintle anual (*Zea mays ssp. arviglumis*) que se encuentra actualmente en la región del río Balsas al oeste de México (Matsuoka *et al.*, 2002). El segundo, los resultados que se han generado por espectrometría de masas por acelerador (AMS), en la datación de carbono-14 de muy pequeños fragmentos de maíz, determinando una confiable cronología para la comparecencia inicial y eventual dispersión del maíz (Staller *et al.*, 2006).

(Staller *et al.*, 2006)”. Señalan que la domesticación de los cultivos en el México prehispánico tuvo lugar hace aproximadamente 10,000 años; pero, en el caso específico del maíz, sugieren que la domesticación del maíz ocurrió hace unos 9,000 años, lo que resulta consistente con la evidencia arqueológica. Diversos autores refieren que, antes de la llegada de los españoles, los indígenas utilizaban un sistema muy simple para el cultivo del maíz. Hacían hoyos en el suelo, y en ellos echaban las semillas, que después espolvoreaban con ceniza.

Encima colocaban un pez muerto, que servía como fertilizante, y luego cubrían las semillas con la tierra. Las semillas mejoradas de maíz de nuestros días requieren de mejor tecnología, pues de preferencia se han de plantar en terreno arcilloso, con buen sistema de desagüe y cálido. Para que haya una más abundante producción, es recomendable proceder a la siembra después de una cosecha de leguminosas, en rotación con otras plantas.

#### **2.4.2 Importancia económica del cultivo del maíz en la Comarca Lagunera**

En la Comarca Lagunera el maíz forrajero ocupa un lugar importante dentro del patrón de cultivos por el alto rendimiento energético que aporta a las raciones para el ganado bovino lechero. Actualmente en la región la producción promedio de forraje de maíz por hectárea es de 51 toneladas de forraje fresco y 15 toneladas de forraje seco. El empleo de maíz en la alimentación animal tiene una gran versatilidad, ya que puede ser consumido en verde, ensilado, seco (heno o rastrojo) o como grano (Reta *et al.*, 2002).

En el año 2003 se sembraron en la región Lagunera un total de 21,736 hectáreas de maíz forrajero, de las cuales 14,380 fueron de bombeo y, 7,356 con riego por gravedad, durante el ciclo primavera verano; obteniendo una producción de 954,882 toneladas con un valor de 200 millones 525 mil 220 pesos (SAGARPA, 2003).

Una cualidad sobresaliente del maíz forrajero es su eficiencia en uso de agua, lo que lo hace ser un importante componente del patrón de forrajes en la Comarca Lagunera. Además este cultivo sembrado temprano en primavera y cosechado oportunamente permite una segunda siembra en el mismo terreno durante el verano, lo que es deseable en explotaciones que requieren hacer un uso intensivo del suelo. El maíz también puede ser una buena opción para utilizarse como cultivo de rotación en terrenos con problemas de enfermedades radiculares como pudrición texana y verticillium (Reta et al., 2002).

#### **2.4.3 Problemas de la fertilización**

Los suelos de La Comarca Lagunera adolecen de manera endémica de nutrientes macros, principalmente nitrógeno, incluso los más fértiles como los Vertisoles presentan valores promedio, menores de 15 ppm de nitrógeno inorgánico y valores promedio menores de 3% de materia orgánica (Tapia *et al.*, 2010). Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes minerales ha creado mayor costo de producción y detrimento de la fertilidad del suelo (Castellanos *et al.*, 2005).

Además la creciente demanda mundial de fertilizantes químicos ha desencadenado un alto costo de los mismos (Larios *et al.*, 2011), señalan que en México se ha convertido en un problema de carácter nacional, ya que estos son derivados del petróleo y a su precio se ha incrementado en 500% en los últimos cinco años (Torres, 2013). Actualmente, la producción nacional de fertilizantes es de 1.7 millones de toneladas pero se requieren 4.6 millones para satisfacer las necesidades nacionales por lo que se importan 2.9 millones de toneladas a un costo de 9 mil millones de pesos (Botello, 2008).

### **2.4.3 Principales plagas del cultivo del maíz**

Los insectos son los principales consumidores de plantas en el mundo, se estima que los insectos nocivos del maíz provocan perdidas promedio de 30% en México, aunque en ciertas condiciones los daños son tan severos que las pérdidas son totales (Rodríguez *et al.*, 2008).

#### **Trips (*Frankliniella williamsi*)**

Es una de las plagas más importantes que ataca el maíz. Raspa y succiona la savia de las primeras hojas de maíz y sorgo durante las primeras etapas del cultivo. Es un insecto sumamente pequeño, a penas visible con el ojo desnudo en el cogollo del maíz.

El ciclo de vida del trips en la planta inicia con la ovoposición en la hoja, después las ninfas emergen y se alimentan raspando y succionando las hojas, lo cual provoca su deshidratación.

Puede causar retraso del crecimiento durante las primeras etapas, enrollamiento del cogollo que puede provocar la muerte de la planta, daño a las hojas, presencia de enfermedades (debido a que el trips es un transmisor de enfermedades), bajas en el rendimiento, pérdida de plantas.

<https://semillastodoterreno.com>

### **Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

Es una especie polífaga, afecta principalmente los cultivos de Maíz y Sorgo. Durante los primeros días de desarrollo de la planta, la larva puede actuar cortando la planta cerca del suelo (como cortadora), o defoliándola parcial o totalmente, lo que puede causar la muerte de la planta. Durante el período de desarrollo vegetativo (6 hojas en adelante) el daño generalmente se circunscribe al cogollo (actuando como cogollero). En la última etapa del cultivo puede afectar la panoja, estigmas y granos. Los maíces sembrados en zonas cálidas son los más afectados por esta plaga, así como los tardíos en zonas templadas.

<https://www.pioneer.com>

### **Gusano Soldado (*Spodoptera exigua*)**

El gusano soldado es la larva de la palomilla nocturna, *Spodoptera exigua*, ha cobrado gran importancia en los últimos años debido a su proliferación en muchos cultivos, tal vez provocada por su dificultad de control con los insecticidas convencionales.

El adulto, una palomilla de color grisáceo, deposita sobre las hojas masas de huevecillos cubiertas por blancos, de los que salen las larvas a alimentarse

gregariamente mientras son jóvenes carcomiendo las hojas. Primero se alimenta de las hojas inferiores dejando las del cogollo hasta el último y normalmente lo hace durante la noche a diferencia del gusano cogollero, por lo que es difícil detectarlo.

Cuando la infestación es fuerte pueden devorar las plantas hasta quedar solamente el rastrojo y migrar como un ejército hacia otras plantas u otros cultivos.

<http://www.sagarpa.gob.mx>

### **Gusano Trozador (*Agrotis ssp.*)**

Los adultos emergen en primavera y ponen sus huevecillos en la superficie del suelo y tallo de la planta. Las larvas permanecen ocultas durante el día y en la noche se alimentan. Presentan hasta siete instares de fase larval y su ciclo lo desarrolla en 30 días. Pupa en el suelo y dura de 12-15 días.

<http://www.agrosintesis.com>

### **Gusano Elotero (*Helicoverpa zea*)**

Una de las plagas de mayor importancia para el cultivo de maíz en México es el gusano elotero (*Helicoverpa zea*), el cual puede causar un impacto económico diferencial, dependiendo del destino de la producción.

En el caso de la producción de maíz para semilla o elote, el daño de esta plaga al cultivo puede representar pérdidas económicas considerables. El gusano elotero pasa por cuatro estados de desarrollo, el adulto, huevo, larva y pupa. En el cultivo de maíz, la plaga se presenta principalmente en etapa de floración, cuando

las plantas han alcanzado su máxima altura de desarrollo y donde la aplicación de insecticidas químicos puede representar una actividad riesgosa debido a las altas probabilidades de intoxicación.

<http://www.agrosintesis.com>

### **Barrenador Del Tallo (*Diatraea* sp.)**

*Diatraea saccharalis*, conocida como el "barrenador del tallo", es una de las plagas más importantes del cultivo de maíz en México, afectando también al sorgo, entre otros (Igarzábal *et al.*, 2004).

Este insecto ocasiona, en promedio, pérdidas totales medias de un 21% de la producción de maíz (Leiva y Iannone, 2003), lo que representa un valor estimado entre 150 y 170 millones de pesos por año (Ventimiglia *et al.*; 2004; Carta *et al.*, 2005).

Otra importante característica es que el barrenador del tallo tiene entre tres y cuatro generaciones anuales, según la región (Aragón, 2006).

Las poblaciones de esta plaga aumentan desde la siembra hasta la cosecha de maíz (Parisi y Dagoberto, 2009; Dagoberto y Lecuona, 2002).

La primera generación proveniente de larvas invernantes emerge en octubre y noviembre infestando gramíneas silvestres y cultivadas. La segunda generación de adultos, por lo general reducida, afecta al maíz en floración (siembra temprana). Durante la tercera y cuarta generaciones ocurren ataques

generalizados afectando principalmente a lotes de siembra tardía que están en la etapa de llenado de grano (Aragón, 2006).

Las disminuciones en el rendimiento son ocasionadas por los daños que provocan las larvas.

Éstas se alimentan primero de tejido foliar y a los dos o tres días (Alvarado *et al.*, 2008) o después del segundo estadio (Greco, 2005) las larvas penetran en el tallo.

Cuando el ataque se produce sobre una planta joven, las larvas pueden dañar el brote terminal provocando su muerte (Alvarado *et al.*, 2003).

### **Frailecillo (*Macroductylus mexicanus*)**

Estos escarabajos de color grisáceo a cafésoso miden cerca de 1.5 cm y tienen patas espinosas. Son voladores activos, se reúnen en grandes cantidades en la planta huésped (42) y depositan sus huevos blancuzcos y casi esféricos en el suelo. Las larvas (gallinas ciegas) se alimentan de las raíces. El ciclo biológico de este insecto se completa en uno o varios años.

Estos escarabajos destrozan las hojas, estigmas y espigas (panojas) del maíz. Si bien el daño al follaje y a las espigas rara vez resulta significativo, el cortar los estigmas puede afectar la producción de grano.

<http://libcatalog.cimmyt.org>

**Picudos (*Geraeus senilis*, *Nicentritestes Taceipes*)**

El picudo es un insecto asociado al maíz, se caracteriza por tener un hocico alargado, ataca una amplia diversidad de plantas. Tiene tres etapas en su ciclo de vida, en cada una afecta el cultivo de maíz.

El picudo adulto, produce daños al cultivo cuando está en etapa vegetativa en adelante. El síntoma son pecas (lesiones blancas) al alimentarse del verticilo (cogollo), donde raspan pequeñas secciones irregulares de la epidermis sin llegar a perforarla.

<https://www.pioneer.com>

**Araña Roja (*Olygonychus mexicanus* y *Tetranychus* sp.)**

La araña roja es la plaga clave del maíz forrajero en la Comarca Lagunera. Los factores más importantes que influyen en el incremento de las infestaciones de esta plaga son: las condiciones del clima, particularmente el clima seco y temperaturas altas, lo cual es típico de fines de mayo a fines de junio, deficiente manejo del agua de riego, causando una condición de estrés en la planta, baja población de de enemigos naturales (ácaros, trips, vaquitas crisopas y hongos), inmoderado uso de insecticidas de amplio espectro de control y presencia de sitios de invernación de los ácaros, particularmente cultivos de gramíneas y zacates en áreas aledañas al maíz forrajero.

<https://www.pioneer.com>

#### **2.4.4 Principales enfermedades del cultivo del maíz**

##### **Roya del maíz (*Puccinia sorghi*)**

La roya del maíz está extendida prácticamente por todo el mundo. Suele aparecer cuando el maíz se acerca a la floración. La enfermedad de la roya se inicia en las hojas con una coloración amarilla visible en ambos lados de la hoja (haz y envés), que con el tiempo, se tornan de color rojizo-negruzco. Es reconocible debido a que alrededor de esta mancha se forma un círculo o halo de color verde o amarillo. La enfermedad se acrecenta en cañas de seis meses de edad, en planta común y en retoños.

<http://www.agromatica.es>

##### **Carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*)**

Esta enfermedad provoca daños de forma sistémica, lo cual quiere decir que el hongo entra en las plántulas y se desarrolla internamente sin mostrar síntomas visibles o reconocibles hasta que el maíz se encuentre en fase de floración y producción de estigmas. La identificación de la enfermedad consiste en la inspección de las espigas.

Éstas se deforman y crecen de forma excesiva, formándose masas negras en lugar de mazorcas.

<http://www.agromatica.es>

### **Pudrición de tallo por antracnosis (*Colletotrichum graminícola* y *Glomerella graminícola*)**

Este tipo de enfermedades causada por estos dos agentes causa pudrición en el tallo y tizón en la hoja. Sobre la planta de maíz se manifiesta lesiones de color oscuro y alargadas, que van tornándose negras. La planta sufre marchitamiento prematuro y desgarramiento de los haces vasculares, adquiriendo tonos oscuros.

<http://www.agromaticas.es>

### **Podredumbre de tallo y raíz (*Fusarium graminearum*, *Gibberella zeae*, *Scierotium bataticola*, *Macrophomina phaseoli*, *Diplodia maydis*)**

Este tipo de enfermedades del maíz son originados hongos del tipo necrotróficos que atacan las raíces y la base del tallo. Produce una podredumbre radicular y del cuello de la planta provocando una pérdida de espigas. Además produce pérdida de peso de los granos.

#### **2.4.5 Requerimientos hídricos del cultivo del maíz**

Maldonado (2004), señala que el maíz es uno de los cultivos que se caracteriza por sus altos requerimientos de agua, puesto que es una planta de rápido crecimiento y arraigamiento profundo.

Ibarra (2004), Menciona que al igual que la mayoría de los cultivos, presenta periodos críticos durante los cuales un déficit de agua en el suelo provoca serios daños en los rendimientos posibles de lograr.

En el Cuadro 2, se presentan las disminuciones de los rendimientos ocasionadas por la falta de humedad en el suelo, señalando a su vez, la distribución de sus requerimientos respecto al total expresado como porcentaje.

**Cuadro 2.** Distribución de los requerimientos de agua y los efectos de periodos de estrés hídrico en maíz.

<b>Estado de desarrollo de la planta.</b>	<b>Requerimientos de agua %</b>	<b>Disminución de rendimiento en %</b>
Emergencia a 50 cm de altura.	28	15-17
50 cm de altura a iniciación de la panoja.	28	15-17
Emisión de panoja a grano lechoso.	40	58
Grano lechoso a cosecha.	14	30

FUENTE: Investigación y Progreso

: Estrés hídrico = Daño en la planta por falta de agua en el suelo.

Lo antes señalado permite enfatizar la magnitud del daño provocado a la planta, al ser sometida a un déficit de agua, especialmente en el periodo que será la emisión de panoja a grano lechoso, donde las pérdidas superan la mitad de los rendimientos potenciales. Los daños a esta causa son irremediables, aun cuando posteriormente se suministre un abastecimiento óptimo de agua, Maldonado (2004).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación del área de estudio

El presente experimento se realizó en Febrero del 2017 durante el ciclo agrícola primavera verano, en el Establo Lechero Los Tres Romero del ejido El Pilar municipio de Matamoros Coahuila, localizado entre los 25°43'16" N 103°20'06" W con una altitud de 1200 m (INEGI, 2005). El clima en esta región es seco y caluroso, con lluvias en verano e invierno fresco, con una temperatura media anual de 23 °C; con un rango de 38.5 °C como media máxima y 16 °C como media mínima.

La evaporación anual media aproximadamente es de 2396 mm, la presencia de heladas ocurre de Noviembre a Marzo, mientras que la presencia de granizadas se da entre Mayo y Junio.

#### 3.2 Descripción del experimento

Para la elaboración del experimento se reutilizó estiércol vacuno con la finalidad de elaborar abono orgánico para la producción agrícola del rancho Los Tres Romero. El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones.

Los tratamientos consistieron en la colecta de 450 kg de estiércol por unidad experimental donde cada una recibió su tratamiento correspondiente.

**Cuadro 3.** Descripción de los tratamientos evaluados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
T1. Levadura	450 gr de levadura, 450 kg de estiércol de ganado vacuno, 100 litros de agua y 33 litros de melaza.
T2. Lodos Activados	25 litros de lodos activados, 10 kg de pasta de lodos activados, 450 kg de estiércol de ganado vacuno y 33 litros de melaza.
T3. Tierra de mezquite	20 kg de Tierra de mezquite, 450 kg de estiércol de ganado vacuno, 100 litros agua y 33 litros de melaza.

Para su elaboración el consorcio de bacterias autóctonas fue extraído de suelos donde se ubicaron plantas fijadoras de nitrógeno como mezquite (*Prosopis* ssp.), las bacterias obtenidas de lodos activados fueron recolectadas de la planta tratadora de aguas residuales de la Universidad Iberoamericana de la ciudad de Torreón Coahuila y bacterias de levadura.

### 3.3 Variables de estudio

Para evaluar el comportamiento de los diferentes tratamientos se evaluaron los siguientes parámetros:

### **3.3.1 Tiempo**

Se refiere a los días en que tardo el proceso de descomposición del estiércol para obtener un abono orgánico maduro, para la evaluación de esta variable se tomo en cuenta el día que se realizó el experimento, hasta que alcanzó su estado de madurez mediante el monitoreo de las temperaturas.

### **3.1.2 Temperatura**

En el análisis de esta variable se tomaron lecturas de temperatura durante un mes, con la ayuda de un termómetro, esto se realizó con el objetivo de verificar la actividad microbiana de los tratamientos.

La toma de temperatura se realizó en un periodo de 30 días iniciando en febrero y finalizando en marzo, esto como un parámetro de referencia para el cese de la actividad de los microorganismos y así obtener un abono orgánico maduro y de calidad.

### **3.1.3 Análisis Físico-Químico**

Una vez obtenido el abono orgánico maduro se llevaron 12 muestras de 1 kg al laboratorio de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.L para someterlos a un análisis de calidad y determinar pH, conductividad eléctrica (CE), de materia orgánica, determinación de Ca+Mg, Ca, Mg, Na, HCO<sub>3</sub>, CL y N total, la cual se realizo utilizando el método de titulación a acepción de Nitrógeno que es donde se utilizo el método kjeldahl.

En la determinación de esta variable lo primero que se realizo en el laboratorio fue tamizar las muestras con un tamizador de 2.5 mm de las cuales

solo se utilizaron 250 gramos de cada muestra, mismas a las que se les incorporo agua destilada para realizar una pasta saturación que se dejo reposar durante 24 horas.

Una vez que las muestras reposaron el tiempo debido, se procedió a extraer el extracto de la pasta, utilizando una bomba de succión, 12 tubos de ensayo y un matraz quilazato.

### **3.4 Manejo de los tratamientos**

El experimento se estableció en un predio de 12 metros de largo por 10 metros de ancho dentro del mismo establo, donde ya se contaba con el terreno nivelado, libre de malezas u otros materiales, cerca de la fuente de agua y paralelo a la dirección del viento.

Para la elaboración de los abonos se reviso que el suelo del terreno tuviera un buen drenaje y una pendiente ligera para evitar los encharcamientos, una vez hecho eso, cada unidad experimental compuesta solo de 450 kg de estiércol de ganado vacuno se humedeció hasta perder su capacidad de campo sin llegar a la saturación de estos, una vez que los materiales alcanzaron la humedad adecuada se mezclaron con los diferentes materiales.

Una vez incorporados los materiales se procedió a mezclar las pilas de estiércol con herramientas manuales, tomando en cuenta que las pilas deben de tener una altura mínima de 30 centímetros de altura y una máxima de 2 metros de ancho ya que con estas medidas se conservó mejor el calor durante el proceso

compostaje, de lo contrario las pilas más chicas pierden rápidamente el calor y reduce la velocidad de la descomposición.

Una vez hecho eso se taparon los tratamientos con plásticos negros de 3x3 metros para que trabajaran mejor las bacterias y también para evitar las lluvias de lo contrario de haber ocurrido esto los tratamientos se hubieran lavado con el agua de lluvia y pudieran haber perdido nutrientes.

Para la toma de temperaturas estas se realizaron con ayuda de un termómetro 3 días después de haber iniciado la elaboración del trabajo durante un mes hasta observar que las temperaturas se mantuvieran en un rango de 30 a 35 c° y que hubiera terminado el proceso de descomposición de los materiales.

Con el fin de acelerar la descomposición, fue necesario oxigenar la mezcla, lo cual se logró volteando y humedeciendo los materiales cada 3 o 4 días por semana durante el proceso de compostaje, también para ayudar que las temperaturas no aumentaran y evitar así, que las bacterias que se encontraban trabajando en nuestro material en descomposición murieran.

Una vez terminado el proceso de composteo se descubrieron todos los tratamientos, para lograr el secado del material, las pilas de composta se extendieron al sol directo durante 7 días.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 Tiempo de maduración.

En el presente estudio, la principal variable analizada fueron las temperaturas consideradas según Thivierge y Seito (2005), como uno de los factores más importantes en las etapas de maduración del proceso de compostaje como se muestra en la Figura 1, por lo tanto se determino que la madurez del compost se alcanzó cuando las temperaturas se mantuvieron en el rango de 30 a 35°C. Esto coincide parcialmente con lo expresado por Thivierge y Seito (2005) quienes señalan, que la madures de todo abono orgánico se alcanza cuando las temperaturas se estabilizan y se acercan a la temperatura ambiente lo que se logra en un periodo de uno a 3 meses.

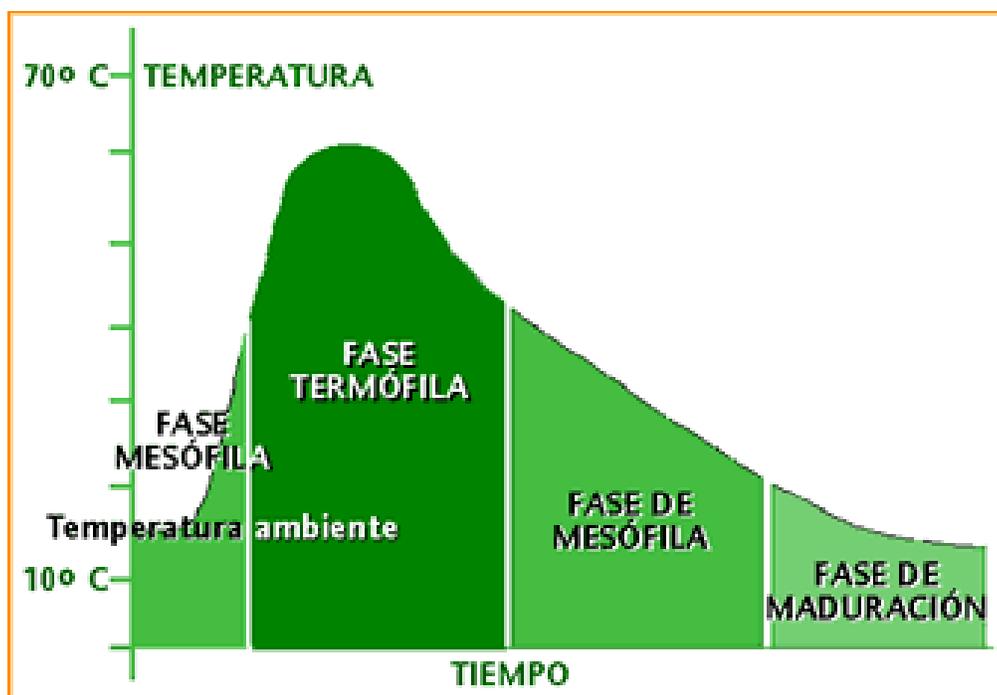


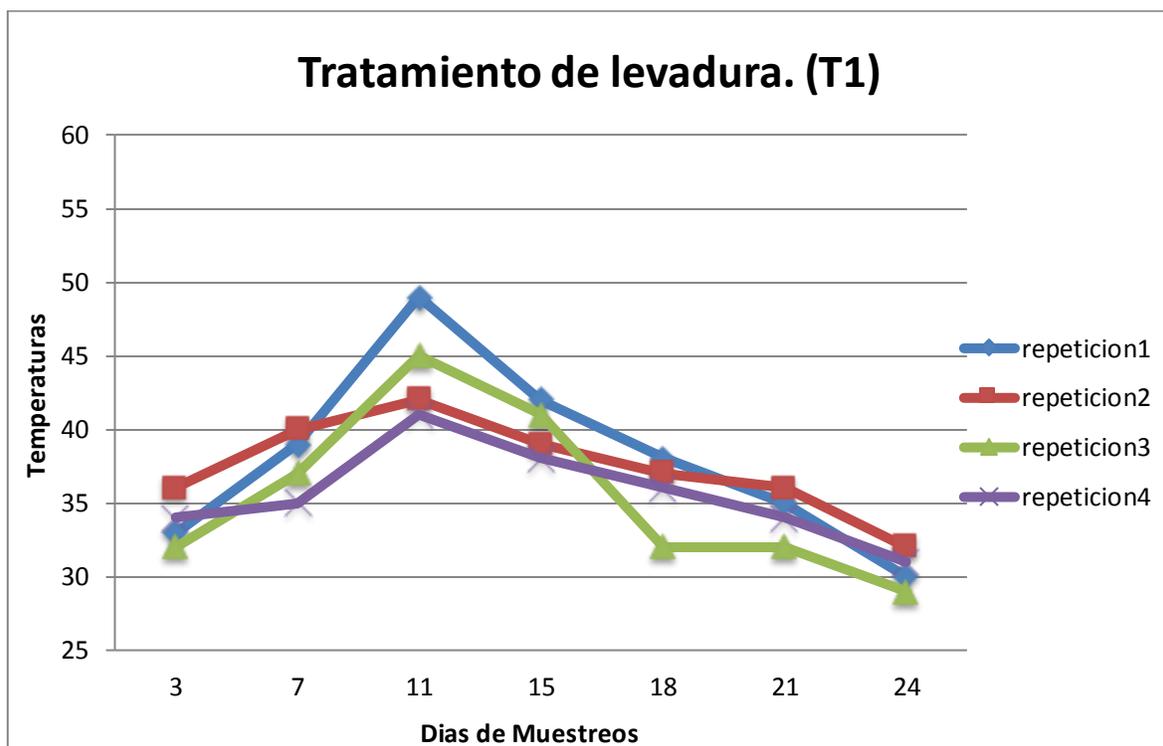
Figura 1. Fases del proceso de compostaje.

## 4.2 Temperatura

Thivierge y Seito (2005), mencionan que la fase pasteurización ocurre cuando las pilas alcanzan las temperaturas de 45° a 55° centígrados. Dichas elevaciones de temperatura son consecuencia de la actividad de los microorganismos que degradan el material orgánico en presencia del oxígeno.

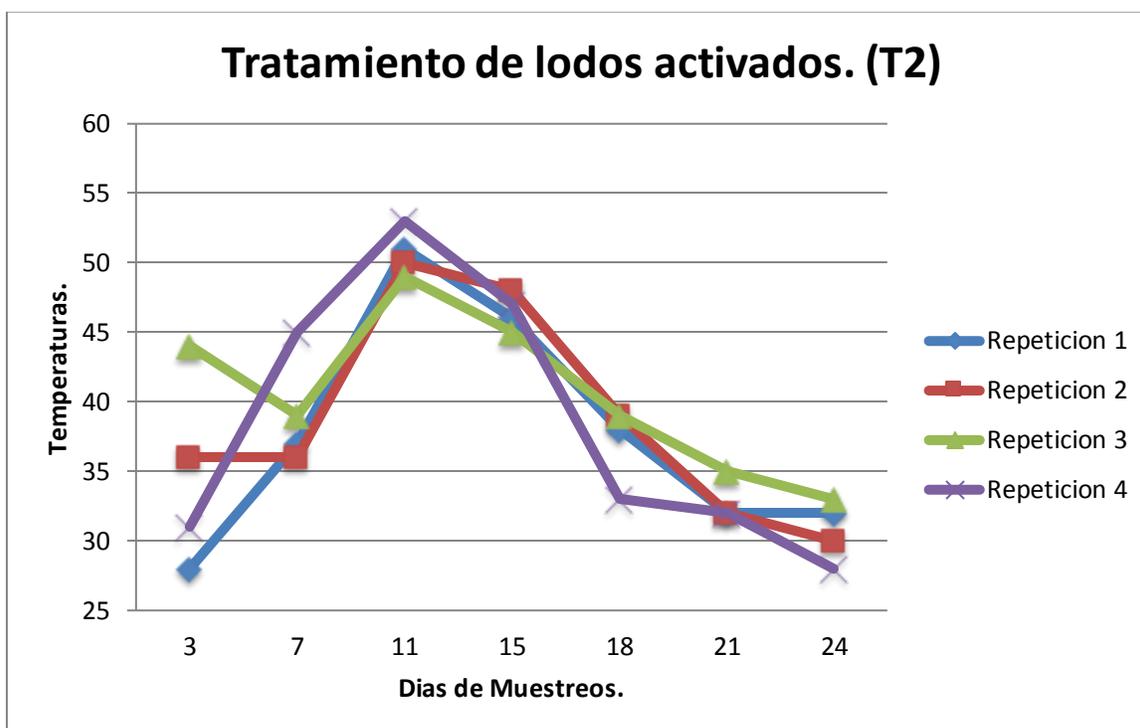
Restrepo y Rodríguez (2002) afirman que las temperaturas de las pilas pueden llegar a alcanzar 80° centígrados.

A partir de la evaluación realizada se observó que a la cuarta toma de datos el tratamiento empezó a disminuir sus valores con respecto a la variable de temperatura Figura 2.



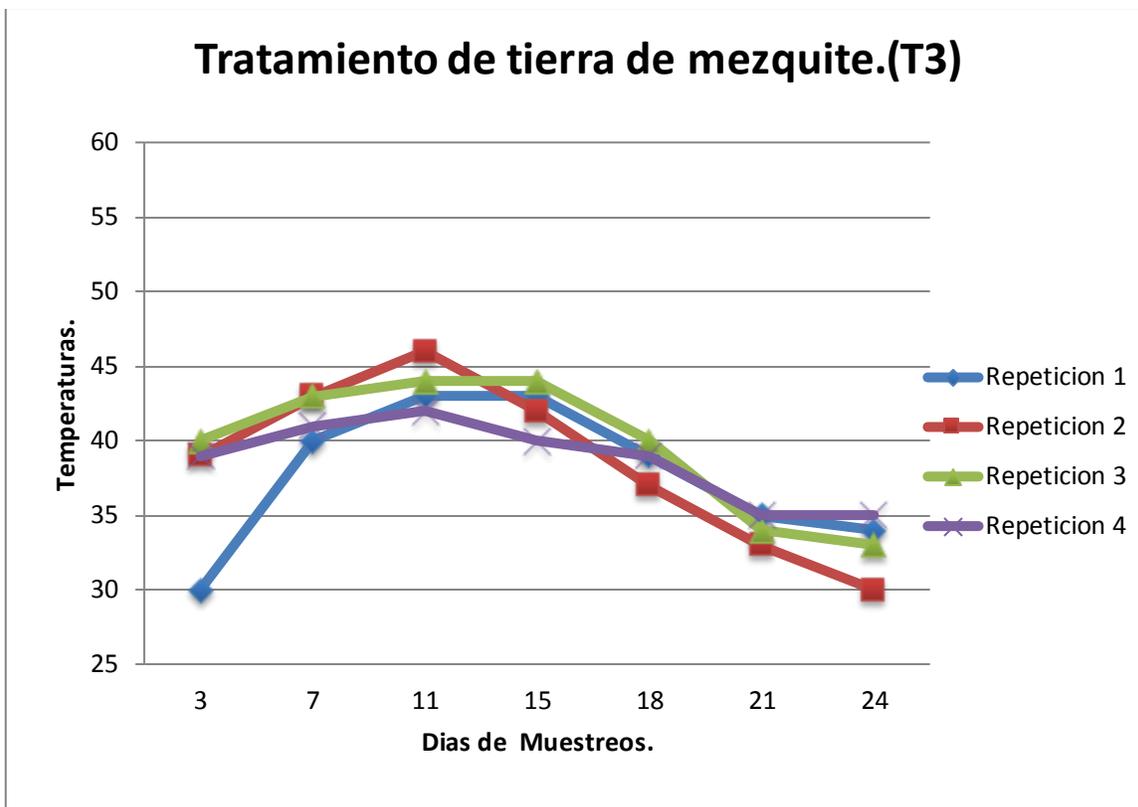
**Figura2.** Resultados de muestreos de temperaturas realizados en las diferentes repeticiones del tratamiento de levadura.

Como se muestra en la Figura 3 la pila de estiércol tratada con lodos activados, en la cuarta toma de temperatura, sus valores empiezan a disminuir considerablemente esto debido a que en los montones con las diferentes mezclas iba disminuyendo su volumen, lográndose así una eficiencia en la descomposición de los materiales orgánicos.



**Figura 3.** Resultados de muestreos realizados en las diferentes repeticiones del tratamiento de lodos activados.

Finalmente de acuerdo con lo señalado por Restrepo y Rodríguez (2002) quienes expresan que después de la etapa de pasteurización las temperaturas comienzan a descender, se puede observar que todos los tratamientos comenzaron a disminuir sus valores en la cuarta toma de datos como se puede apreciar en la Figura 4.



**Figura 4.** Resultados de muestreos de temperatura realizados en diferentes repeticiones del tratamiento a base de tierra de mezquite.

La temperatura en las pilas va a variar en dependencia de las condiciones ambientales y del volumen de la pila. En este experimento las pilas eran pequeñas, lo que incidió en que la mayoría (tres tratamientos, doce repeticiones) no se alcanzaran valores de 60° C. Las altas temperaturas alcanzadas durante todo el proceso de descomposición indican que la pila pasó a través de las etapas de calentamiento gradual, temperatura máxima, enfriamiento y maduración. Estas etapas son explicadas en otros trabajos de investigación (Dalzellet *al*, 1991).

La variable de temperatura en el ANAVA indica que no existe diferencia significativa entre las diferentes mezclas y entre las diferentes fechas que se

realizaron la toma de datos (Anexo 1), esto demuestra que los diferentes materiales utilizados no influyen en la temperatura de la abonera.

### **4.3 Análisis físico-químico**

La importancia del compost como materia orgánica, está dada por la formación de humus que se considera esencial para el mejoramiento de las propiedades del suelo, siendo estos beneficiados en las labores de maquinaria, aireación de las raíces, solubilidad de elementos, el aumento de posibilidad de intercambio cationico y el aporte de micro-nutrientes, son factores que se combinan para obtener mayores rendimientos de los cultivos y mantener la fertilidad de los suelos (Jiménez, 1994).

#### **4.3.1 pH.**

Los resultados de pH de los abonos orgánicos se presentan en el Cuadro 4, donde se puede observar que todos los tratamientos tuvieron un promedio de 8 a 8.5. A este respecto algunos autores han encontrado valores de 7.6 para estiércol de gallinaza (Pascual, 2006), y de 6.2 a 8 para estiércol de ganado bovino (Madrid y Castellano, 1998; Zambrano, (2005). En términos generales un abono orgánico puede considerarse estable en un rango de pH de 7.0 a 8.0 (Deboszet. al., 2002). Desde el punto de vista los materiales evaluados pueden considerarse ligeramente estables según (Guerra *et al.*, 2001) quien señala que el aumento del pH es a causa de de la formación de amoníaco durante el proceso de compostaje. Al someterse al análisis estadístico de varianza (Anexo 2) se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**Cuadro 4.** Características de pH de los abonos orgánicos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
Levadura	8.4125	0.0607
Lodos	8.2425	0.0286
Tierra de mezquite	8.1375	0.0087

#### 4.3.2 Conductividad Eléctrica.

La concentración de sales en un sustrato se mide mediante la CE ya que es la medida de capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica, el valor será más alto cuando más fácil se mueve la corriente a través del mismo (Deboszet. *al.*, 2002). Como se puede apreciar el Cuadro 5 los valores de los tratamientos son superiores a lo establecido por Saviozzi y colaboradores (1997), quien cita que al final de un proceso de compostaje la CE debe oscilar entre 5 y 8 dS/m, sin embargo los valores de los materiales van a depender del origen del material y del tipo de alimentación sobre todo cuando se trata de estiércoles. Sin embargo los valores obtenidos en los tres tratamientos son inferiores al límite máximo de 55 dS/m, valor máximo señalado por Vendonck y Pennik (2001) quienes señalan que estando por debajo de ese rango, es inofensivo para las plantas. Al realizar el análisis de varianza correspondiente se pudo determinar que no existe diferencia significativa en ninguno de los tratamientos.

**Cuadro 5.**Características de CE de los abonos orgánicos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio(mS/cm)</b>	<b>Varianza</b>
Levadura	20.9375	4.5523
Lodos	20.655	0.8574
Tierra de Mezquite	20.55	0.09

### 4.3.3 Materia Orgánica

Soliva y López (2004) mencionan que al plantear las características finales óptimas de un compost es difícil establecer niveles para MO, ya que depende mucho de los materiales empleados, en la mayoría de las normativas o legislaciones, frecuentemente solo se fijan en los contenidos de metales pesados, siendo poco exigentes en los parámetros más agronómicos.

Al realizar análisis de varianza (Anexo 3) al porcentaje de materia orgánica se encontró que existe diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 6), los promedios de los resultados obtenidos (Cuadro 7) comparativamente son diferentes (Cuadro 8). El T1 es el que más se aproxima al 20%, rango establecido como adecuado por Zucconi y De Bertoldi (2000), quienes señalan que el contenido de materia orgánica en una composta debe oscilar entre 20 y 45% sobre peso seco y esto va depender de los materiales de partida.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	2	127.7682	63.8841	* 4.4091	7.21	3.982
Error	9	130.4037	14.4893			
Total	11	258.172				

\* Existe diferencia Significativa Ft 0.05 =3.982

**Cuadro 7.** Porcentaje de materia orgánica en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Promedio (%)	Varianza
Levadura	17.7275	26.4444
Lodos	12.6175	15.4227
Tierra de Mezquite	9.85	1.6009

Encontrada la diferencia significativa, se realiza una comparación de medias mediante el método de Tukey. Se encontró que el tratamiento a base de levadura es estadísticamente igual pero diferente del tratamiento tratado con tierra de mezquite que a su vez es igual al tratamiento de lodos activados (Cuadro 8). No obstante, se considera el tratamiento 1 como el mejor debido a que presenta mayor contenido de materia orgánica.

**Cuadro 8.** Comparativa de los tratamientos.

17.7275 A †
12.6175 B ††
9.8500 C †

#### 4.3.4 Nitrógeno Total

Según el análisis de varianza realizado al porcentaje de Nitrógeno Total no se encontró diferencia estadísticas significativas entre los tratamientos (Anexo 4). Los rangos obtenidos de N en los tres tratamientos están por debajo del 2% que según Méndez y Soto (2003) un compost comercialmente aceptable debe contener más del 2% de nitrógeno. Los porcentajes obtenidos de nitrógeno por los tres tratamientos varían entre 0.5 y 1.07 %. El tratamiento 1 es el que presentó un valor promedio más alto de nitrógeno (Cuadro 9).

La mayor o menor cantidad de nitrógeno es posiblemente un factor determinante para una mayor o menor población microbiana, responsable de la descomposición los residuos, según García y Monge (2003). Mismos que señalan que el exceso de nitrógeno despide olores desagradables, que es indicativo que el proceso de compostaje anda mal.

**Cuadro 9.** Porcentaje de Nitrógeno total en los diferentes tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio%</b>	<b>Varianza</b>
Levadura	1.07	0.318
Lodos	0.749	0.0056
Tierra de Mezquite	0.525	0.0045

### 4.3.5 Contenidos de macro-elementos en los abonos orgánicos

#### 4.3.5.1 Fosforo

En la Cuadro 10 se permite apreciar los valores promedios de los tres tratamientos analizados, que sometidos al método de varianza ANAVA (Anexo 5) resultaron sin diferencia significativa. A diferencia de este estudio, Romero (1997), reporto un valor de 10 000 ppm de fosforo en estiércol bovino vermicompostado, en un trabajo realizado con estiércoles y biosolidos. Las concentraciones de fosforo obtenidas en las tres tratamientos fueron menores a las reportadas por Ducasal (2002) y Barbado (2003) en un trabajo realizado en diferentes estiércoles, por lo cual las concentraciones obtenidas en los tratamientos no se consideran de calidad para la agronomía ya que sus concentraciones son menores a 9600 ppm de acuerdo a lo establecido por Cardoso-Vigueros (s/f).

**Cuadro 10.**Concentración de Fosforo en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Promedio (ppm)	Varianza
Levadura	298.7575	11523.7576
Lodos	366.385	1183.44
Tierra de Mezquite	369.7475	3260.1349

#### 4.3.5.2 Calcio.

De acuerdo a los resultados presentados en el Cuadro 11, se puede apreciar las concentraciones de calcio en los tratamientos, que sometidos al análisis de varianza correspondiente (Anexo 6), se determinó que no existe diferencia significativa en ninguno de los tratamientos.

Las concentraciones de calcio encontradas en los tratamientos son inferiores a lo señalado por Ducasal (2002) quien señala que las concentraciones de calcio en las compostas debe de tener un mínimo de 3.8% (30800 ppm).

**Cuadro 11.** Concentración de Calcio en los diferentes tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio (ppm)</b>	<b>Varianza</b>
Levadura	54.421	288.6486
Lodos	36.0675	64.2402
Tierra de Mezquite	52.097	449.6442

#### 4.3.5.3 Magnesio.

Los resultados obtenidos en análisis de varianza para Mg (Anexo 7) se obtuvo que existe diferencia significativa para los tratamientos (Cuadro 12), los promedios obtenidos (Cuadro 13) de los tratamientos Magnesio, comparativamente son diferentes (Cuadro 14), de acuerdo con los resultados analizados el tratamiento 1 es que dispone de una mayor cantidad de Magnesio, mas sin embargo de acuerdo a lo señalado por Stoffell&Kahn (2005), está por

debajo del rango de 35 a 45% señalado como óptimo para la fertilización con cualquier tipo de compostas.

**Cuadro 12.** Análisis de varianza.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	2	1854.9673	927.4837	*4.5585	7.21	3.982
Error	9	1831.1485	203.4609			
Total	11	3686.1158				

\* Existe diferencia Significativa Ft 0.05 =3.982

**Cuadro 13.** Concentración de Magnesio en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Promedio (ppm)	Varianza
Levadura	49.8218	273.6658
Lodos	32.8075	226.4922
Tierra de Mezquite	19.44	110.2248

Una vez encontrada la diferencia significativa, se realizó la comparación de medias mediante el método Tukey, donde se encontró que el tratamiento compuesto con levadura es, estadísticamente igual que el tratado con lodos activados, pero diferente del tratamiento a base de tierra de mezquite. No obstante se considera que ninguno de los tratamientos contiene el porcentaje de fósforo requerido para los fertilizantes orgánicos.

**Cuadro 14.**Comparativa de los tratamientos.

---

49.8218 A †

32.8075 B ††

19.4400 C †

---

**4.3.5.4 Sodio.**

Las principales sales que afectan a las plantas y que se encuentran en el suelo corresponden a cloruros y sulfatos de sodio, calcio, magnesio y potasio (Munnset *al.*, 2005), en el caso del contenido de sodio en los tratamientos presentaron mayores valores (Cuadro 15), el cual puede reflejarse en los promedios altos de conductividad eléctrica discutida con anterioridad y que puede manifestarse como problemas fitotóxicos (Pascual 1997). Tendencias similares encontró Zambrano (2005) para estiércoles (0.60%).

La legislación Europea (2006), establece como contenido de sodio 30 000 ppm (3%), aun cuando los contenidos de sodio en el presente estudio son inferiores, los contenidos de sodio en los tratamientos determinan la necesidad de una evaluación posterior a su aplicación para determinar una posible contaminación potencial en los suelos agrícolas al utilizar este tipo de abono. Los promedios obtenidos como resultado se sometieron al análisis de varianza correspondiente (Anexo 8) estableciendo que no existe diferencia significativa para ninguno de los tratamientos.

**Cuadro 15.**Concentración de sodio en los diferentes tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio (ppm)</b>	<b>Varianza</b>
Levadura	2325.875	61115.9425
Lodos	2322.425	13255.3825
Tierra de Mezquite	2313.775	736.6158

#### 4.3.5.5 Cloro

Según (García, 2001) el cloruro es un micronutriente esencial y todos los cultivos requieren de cloruro en pequeñas proporciones, sin embargo a menudo es asociado con el daño de salinidad y toxicidad. Como se puede apreciar (Cuadro 16) los promedios obtenidos para el cloro están dentro del rango establecido por (Castillo 2002), quien expresa que un abono orgánico debe de contener menos de 70 ppm de cloro, de lo contrario al aplicar un abono con grandes proporciones de cloro puede causar graves daños a los cultivos.

Según la variante estadística ANAVA no se encontró diferencia significativa (Anexo 9) en ninguno de los tratamientos, esto demuestra que los diferentes materiales utilizados en el compostaje no afectaron la cantidad de cloro en el producto final.

**Cuadro 16.**Concentraciones de cloro en los diferentes tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio (ppm)</b>	<b>Varianza</b>
Levadura	55.025	46.2092
Lodos	55.025	121.8242
Tierra de Mezquite	52.3625	36.7573

#### **4.3.5.6 Bicarbonatos**

Los resultados de la concentración de bicarbonatos en los tratamientos (Cuadro 17) se puede apreciar que los valores promedios de los tratamientos estuvieron en el rango de 11 a 32 ppm. En cuanto a estos valores se pude determinar que los resultados obtenidos están dentro del rango de 20 a 40 ppm citados por (Varnero et al, 2006) como óptimos para cualquier fertilizante orgánico, <https://www.lenntech.es> cita que estos valores son necesarios para determinar la calidad de cualquier compost, de lo contrario una mayor cantidad de bicarbonatos, provoca la alcalinización y el aumento del pH.

Los promedios obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (Anexo 10), la cual determino que no hay diferencia significativa en los resultados obtenidos en todos los tratamientos.

**Cuadro 17.** Concentraciones de bicarbonatos en los diferentes tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio (ppm)</b>	<b>Varianza</b>
Levadura	25.6225	5.9364
Lodos	29.005	7.4756
Tierra de Mezquite	21.755	55.8175

#### **4.3.5.7 Calcio y Magnesio.**

Según el análisis de varianza ANAVA (Anexo 11) en los resultados obtenidos para Ca y Mg se demostró que existe una diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 18), es decir, que los promedios obtenidos (cuadro 19) al realizar la comparación se determinó que los resultados son diferentes (Cuadro 20). El tratamiento 1 y tratamiento 2 son los que más se aproximan a lo establecido por Kelling y Schultedel Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Wisconsin, quienes señalan que el contenido Ca y Mg para la fertilización debe ser con contenidos menores a 70 ppm.

**Cuadro 18.** Análisis de varianza.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	2	4143.7867	2071.8933	*6.5269	7.21	3.982
Error	9	2856.95	317.44			
Total	11	7000.7467				

\* Existe diferencia Significativa Ft 0.05 =3.982

**Cuadro 19.** Concentraciones de calcio y magnesio en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Promedio (ppm)	Varianza
Levadura	108.8	518.8267
Lodos	72	283.3067
Tierra de Mezquite	67.2	150.1867

Una vez que se encontró la diferencia significativa entre los tratamientos, los resultados se sometieron a una comparación de medias mediante el método Tukey, donde se encontró que el tratamiento a base de levadura es diferente al tratamiento a base de lodos activados y al de tierra de mezquite, que a su vez estos dos últimos estadísticamente son iguales por lo que se considera que estos tratamientos son los que aportan una concentración óptima de calcio y magnesio para considerarse un abono orgánico estable.

**Cuadro 20.** Comparativa de los tratamientos.

---

108.8000 A

72.0000 B †

67.2000 C †

---

## V. CONCLUSIONES

Las técnicas agroecológicas aplicadas al estiércol de ganado bovino, permitió obtener resultados satisfactorios utilizando los mismos recursos del estable los Tres Romero SPR de RL, cumpliendo así los objetivos planteados. Lo que permite reducir costos de producción en cultivos forrajeros. Debido a un evento meteorológico atípico, granizada, no fue posible medir el efecto del abono obtenido en los diferentes cultivos.

Aun que el experimento no pudo ser concluido en la evaluación de los efectos del abono en cultivo, se acepta la hipótesis debido a que las agroecotecnologías empleadas contribuyeron para reducir el impacto económico en el esquema de producción, quedando una laguna en torno al análisis de sustentabilidad de la actividad productiva. No obstante, la participación del productor y el convencimiento por las técnicas empleadas permiten aceptar el planteamiento inicial.

Del trabajo realizado se puede recomendar al productor la levadura como microorganismos descomponedores ya que se consideró como el mejor tratamiento al presentar mejores parámetros según los análisis realizados, su costo para la implementación no representa problema para la economía del productor, sino que reduce significativamente la utilización de otros productos agroquímicos.

Por otro lado, para quien desee darle continuidad a al trabajo de investigación, se sugiere poner atención en las pilas composteadoras y los niveles

de humedad que pueden ser factor para la maduración y propiedades de los abonos orgánicos.

## VI. LITERATURA CITADA.

- Brock, T.D; Smith, D.W; Madigan M.T.1987.Microbiología. Cuarta edición. México, México. Pp. 737.
- Castillo, A; Eresue, M; Rodríguez, L; Rugama, J, A. 2002. Manejo integrado de la fertilidad de los suelos en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 130 pp.
- Dalzell, H., A. Biddlestone, K. Gray y T. Thurairajan, 1991.Manejo del suelo: producción y uso del composteo en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín de suelos FAO (56), Roma. Italia. 177 pp.
- Fernández, R. M; Gómez, J. M y Estrada, I.B. (2004) Compost legislation: sanitation vs Biological quality. I International Conference Soil and Compost Eco-Biology. Pp. 167-183.
- García, C, L.2001.Fertilización de suelos y fertilización de cultivos. Texto básico. Managua, Nicaragua. Pp 104.
- García, J; Monge, N, J. 1999. Agricultura orgánica. Primera edición. Editorial Universidad Nacional a Distancia. San José, Costa Rica. 457pp
- INITER, 2005. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Registro de datos meteorológicos. Managua, Nicaragua.
- Labrador, J., 1996. La materia orgánica en los agrosistemas. Ministerio Agricultura y Pesca, ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. Pp115-129
- Meléndez, G y Soto, G. 2003. Taller de abonos orgánicos. CATIE. Managua, Nicaragua. 86 pp.
- Núñez, O. 1993. Desarrollo sostenible y economía campesina. CIPRES. Managua, Nicaragua. Pp. 25.

- Osorio, D. 2005. Volvamos al campo. Primera edición. Editorial grupo latino, LTDA. Bogotá, Colombia. 36 pp.
- Restrepo, J y Rodríguez, J. 2002. El suelo, la vida y los abonos orgánicos, editorial enlace, Managua, Nicaragua. 84 pp.
- Rivero de Trinca. 1999. Materia orgánica del suelo. Maracay, Venezuela. 270 pp.
- Romero F., E. 1989. Efecto de los estiércoles sobre la calidad del agua y del suelo. Seminarios Técnicos 6(12): 270. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Gómez Palacio, Durango, México.
- Romero L., María del R., A. Trinidad S., R. García E. y R. Ferrara C. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia 34: 261-269.
- Rubio M., D. 1977. La utilización del estiércol en la agricultura y su uso potencial en la Comarca Lagunera. Seminarios Técnicos 4 (5): 22. Centro de Investigación Agrícola del Noreste-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Torreón, Coahuila, México.
- Rubio M., D. 1974. Evaluación de residuos orgánicos estabilizados (compost) obtenidos en el basurero de Monterrey, N.L desde el punto de vista de su utilización agrícola. Seminarios Técnicos 1(1): 13. Centro de Investigación Agrícola del Noreste-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Torreón, Coahuila, México.

- Soto, M. G. 2003. Abonos orgánicos: El proceso de compostaje. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 27 pp.
- Stoffell, P.J. y Kahn, B.A. 2005. Utilización del compost en los sistemas de cultivo hortícola. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona. Pp. 26.
- Thivierge.C & Seito. M. 2005. Nuevas Tecnologías de vivero en Nicaragua, bandejas y sustratos mejorados-compost. Primera edición. Managua, Nicaragua. Pp. 23-43.
- Varnero, M.M; Rojas, A.C y Orellana, R.R. 2006. Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje.R.C. Suelo Nutr. Veg., 2007, vol.7, no.1, p.28-37. ISSN 0718-2791.

## VII. ANEXOS

### ANEXO 1. Análisis de temperatura en los diferentes tratamientos.

#### DATOS LEIDOS:

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Tratamiento 1:	38	37.714	37.714	36
Tratamiento 2:	38.714	38.571	35.428	40.571
Tratamiento 3:	39.714	35.571	38.428	38.714

Tratamiento	Total	Promedio	Varianza
1	149.428	37.357	0.8366
2	153.284	38.321	4.5496
3	152.427	38.1068	3.1617

#### ANALISIS DE VARIANZA.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	2	2.0498	1.0249	0.3597	7.21	3.982
Error	9	25.6429	2.8493			
Total	11	27.6937				

### ANEXO 2. Determinación de pH.

#### ANAVA Ph

#### DATOS LEIDOS:

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Levadura:	8.55	8.36	8.09	8.65
Lodos:	8.2	8.49	8.17	8.11
Tierra: 8	8.19	8.16	8.2	

Tratamiento	Total	Promedio	Varianza
Levadura	33.65	8.4125	0.0607
Lodos	32.97	8.2425	0.0286
Tierra de mezquite	32.55	8.1375	0.0087

**ANALISIS DE VARIANZA.**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	2	0.1541	0.077	2.358	7.21	3.982
Error	9	0.294	0.0327			
Total	11	0.4481				

**ANEXO 3. Determinación de Materia Orgánica.****ANAVA % MO**

DATOS LEIDOS:

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Levadura: 21.1 23.1 12.7 14.01

Lodos: 17.92 11.72 12.37 8.46

Tierra : 8.46 11.08 10.75 9.11

Tratamiento	Total	Promedio	Varianza
		%	
levadura	70.91	17.7275	26.4444
Lodos	50.47	12.6175	15.4227
Tierra de Mezquite	39.4	9.85	1.6009

**ANALISIS DE VARIANZA.**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	2	127.7682	63.8841	* 4.4091	7.21	3.982
Error	9	130.4037	14.4893			
Total	11	258.172				

\* Existe diferencia Significativa Ft 0.05 =3.982

### Comparación de medias Tukey

DATOS LEIDOS:

Nº de Tratamientos = 3

Promedios de Tratamientos:

17.7275 12.6175 9.8500

Nombres de tratamientos asignados por el Programa:

A B C

Valor Tabular = 3.82

C.M. Error = 14.4893; Nº efectivo de replicación = 4

Comparación	Diferencia	1º_Promedio	2º_Promedio	DMS	Conclusión
A-C	7.8775	17.7275	9.85	7.2704	<i>Sig.</i>
A-B	5.11	17.7275	12.6175	7.2704	<i>No sig.</i>
B-C	2.7675	12.6175	9.85	7.2704	<i>No Sig.</i>

Sub grupos de tratamientos con promedios que tienen Diferencias no significativas entre ellos: (AB) (BC)

Nota: sig. y No sig. Indican una diferencia significativa y no significativa respectivamente. DMS es la diferencia mínima significativa para el método de Tukey. DMS = error estándar de promedio de tratamiento x valor tabular.

La figura gráfica también se puede reordenar y exhibir en forma horizontal

Con las líneas sólidas en lugar de las líneas intermitentes tal como se

Acostumbra en una publicación técnica.

-----  
17.7275 A |

12.6175 B ||

9.8500 C

### ANEXO 4. Determinación de Nitrógeno Total.

#### ANAVA NITROGRNO TOTAL (%)

DATOS LEIDOS:

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Levadura: 0.924 1.9 0.798 0.658

Lodos: 0.84 0.756 0.742 0.658

Tierra: 0.476 0.56 0.602 0.462

Tratamiento	Total	Promedio	Varianza
		%	
Levadura	4.28	1.07	0.318
Lodos	2.996	0.749	0.0056
Tierra de Mezquite	2.1	0.525	0.0045

#### ANALISIS DE VARIANZA.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	0.01	0.05
Tratamientos	2	0.6003	0.3002	2.745	7.21	3.982
Error	9	0.9841	0.1093			
Total	11	1.5845				

#### Anexo 5. Determinación de fosforo.

##### ANAVA FOSFORO

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Levadura:	391.35	145.67	348.14	309.87
Lodos:	366.66	406.17	370.49	322.22
Tierra:	417.28	323.45	317.28	420.98

Tratamiento	Total	Promedio	Varianza
		ppm	
Levadura	1195.03	298.7575	11523.7576
Lodos	1465.54	366.385	1183.44
Tierra de Mezquite	1478.99	369.7475	3260.1349

**ANALISIS DE VARIANZA.**

<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F</b>	<b>Ft</b>	
					<b>0.01</b>	<b>0.05</b>
Tratamientos	2	12832.487	6416.2435	1.2055	7.21	3.982
Error	9	47901.9975	5322.4442			
Total	11	60734.4845				

**ANEXO 6. Determinación de Calcio.****ANAVA Ca**

DATOS LEIDOS:

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Levadura: 40.078 73.404 64.124 40.078

Lodos: 32.06 48.09 32.06 32.06

Tierra: 80.15 40.078 32.06 56.1

<b>Tratamiento</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>
		<b>ppm</b>	
Levadura	217.684	54.421	288.6486
Lodos	144.27	36.0675	64.2402
Tierra de Mezquite	208.388	52.097	449.6442

**ANALISIS DE VARIANZA**

<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F</b>	<b>Ft</b>	
					<b>0.01</b>	<b>0.05</b>
Tratamientos	2	798.9291	399.4645	1.4933	7.21	3.982
Error	9	2407.599	267.511			
Total	11	3206.5281				

## ANEXO 7. Determinación de magnesio.

### ANAVA Mg

DATOS LEIDOS:

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Levadura:	34.027	48.61	43.74	72.91
Lodos:	53.47	19.44	34.02	24.3
Tierra:	14.58	19.44	34.02	9.72

Tratamiento	Total	Promedio	Varianza
		ppm	
Levadura	199.287	49.8218	273.6658
Lodos	131.23	32.8075	226.4922
Tierra de Mezquite	77.76	19.44	110.2248

### ANALISIS DE VARIANZA.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	2	1854.9673	927.4837	*4.5585	7.21	3.982
Error	9	1831.1485	203.4609			
Total	11	3686.1158				

\* Existe diferencia Significativa Ft 0.05 =3.982

### Comparación de medias Tukey

DATOS LEIDOS:

Nº de Tratamientos = 3

Promedios de Tratamientos:

49.8218 32.8075 19.4400

Nombres de tratamientos asignados por el Programa:

A B C

Valor Tabular = 3.82

C.M. Error = 203.4609 ; Nº efectivo de replicación = 4

Comparación	Diferencia	1°_Promedio	2°_Promedio	DMS	Conclusión
A-C	30.3818	49.8218	19.4400	27.2442	sig.
A-B	17.0143	49.8218	32.8075	27.2442	No sig.
B-C	13.3675	32.8075	19.4400	27.2442	No sig.

Sub grupos de tratamientos con promedios que tienen diferencias no significativas entre ellos:

(AB) (BC)

Nota: sig. y No sig. Indican una diferencia significativa y no significativa Respectivamente. DMS es la diferencia mínima significativa para el método de Tukey. DMS = error estándar de promedio de tratamiento x valor tabular. La figura gráfica también se puede reordenar y exhibir en forma horizontal con las líneas sólidas en lugar de las líneas intermitentes tal como se acostumbra en una publicación técnica.

49.8218 A †  
32.8075 B ††  
19.4400 C †

## Anexo 8. Determinación de sodio.

### ANAVA SODIO

DATOS LEIDOS:

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Levadura:	2278.2	2000	2462.1	2563.2
Lodos:	2229.9	2413.8	2216.1	2429.9
Tierra:	2331	2303.4	2340.2	2280.5

Tratamiento	Total	Promedio	Varianza
		ppm	
Levadura	9303.5	2325.875	61115.9425
Lodos	9289.7	2322.425	13255.3825
Tierra de Mezquite	9255.1	2313.775	736.6158

**ANALISIS DE VARIANZA.**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	2	310.8467	155.4233	0.0062	7.21	3.982
Error	9	225323.8225	25035.9803			
Total	11	225634.6692				

**ANEXO 9. Determinación de cloro.****ANAVA CLORO**

DATOS LEIDOS:

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Levadura: 49.7 56.8 49.7 63.9

Lodos: 53.25 49.7 46.15 71

Tierra: 46.15 49.7 53.25 60.35

Tratamiento	Total	Promedio	Varianza
		ppm	
Levadura	220.1	55.025	46.2092
Lodos	220.1	55.025	121.8242
Tierra de Mezquite	209.45	52.3625	36.7573

**ANALISIS DE VARIANZA.**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	2	18.9037	9.4519	0.1385	7.21	3.982
Error	9	614.3719	68.2635			
Total	11	633.2756				

**ANEXO 10. Determinación de bicarbonatos.****ANAVA HCO<sub>3</sub>**

DATOS LEIDOS:

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Levadura: 25.14 23.2 29.01 25.14

Lodos: 27.07 29.01 27.07 32.87

Tierra: 11.621.27 29.01 25.14

Tratamiento	Total	Promedio	Varianza
		ppm	
Levadura	102.49	25.6225	5.9364
Lodos	116.02	29.005	7.4756
Tierra de Mezquite	87.02	21.755	55.8175

**ANALISIS DE VARIANZA.**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	Ft	
					0.01	0.05
Tratamientos	2	105.2818	52.6409	2.2811	7.21	3.982
Error	9	207.6885	23.0765			
Total	11	312.9703				

**ANEXO 11. Determinación de calcio y magnesio.****ANAVA Ca+Mg**

DATOS LEIDOS:

Número de Tratamientos = 3 y Número de Replicaciones = 4

Levadura: 76.8 121.6 108.8 128

Lodos: 96 64 70.4 57.6

Tierra: 83.2 57.6 70.4 57.6

Tratamiento	Total	Promedio	Varianza
		ppm	
Levadura	435.2	108.8	518.8267
Lodos	288	72	283.3067
Tierra de Mezquite	268.8	67.2	150.1867

### ANALISIS DE VARIANZA.

					Ft	
F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	0.01	0.05
Tratamientos	2	4143.7867	2071.8933	*6.5269	7.21	3.982
Error	9	2856.95	317.44			
Total	11	7000.7467				

\* Existe diferencia Significativa Ft 0.05 =3.982

### Comparación de medias Tukey

DATOS LEIDOS:

Nº de Tratamientos = 3

Promedios de Tratamientos:

108.8000 72.0000 67.2000

Nombres de tratamientos asignados por el Programa:

A B C

Valor Tabular = 3.82

C.M. Error = 317.4400 ; Nº efectivo de replicación = 4

Comparación Diferencia	1º_Promedio	2º_Promedio	DMS	Conclusión
A-C	41.6000	108.8000	67.2000	34.0302 sig.
A-B	36.8000	108.8000	72.0000	34.0302 sig.
B-C	4.8000	72.0000	67.2000	34.0302 No sig.

Sub grupos de tratamientos con promedios que tienen  
Diferencias no significativas entre ellos:

(BC)

Nota: sig. y No sig. indican una diferencia significativa y no significativa respectivamente. DMS es la diferencia mínima significativa para el método de

Tukey. DMS = error estándar de promedio de tratamiento x valor tabular.  
La figura gráfica también se puede reordenar y exhibir en forma horizontal con las líneas sólidas en lugar de las líneas intermitentes tal como se acostumbra en una publicación técnica.

---

108.8000 A

72.0000 B †

67.2000 C †

---