

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**VARIACIÓN DE LA DENSIDAD DE POBLACIONES DE LOMBRICES DE  
TIERRA (*Eisenia foetida*) Y CALIDAD DE LA VERMICOMPOSTA EN  
ESTIÉRCOL CAPRINO**

**POR**

**ISIDRO MIGUEL CRUZ**

**T E S I S**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DEL 2008**

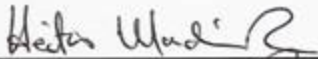
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**


**VARIACIÓN DE LA DENSIDAD DE POBLACIONES DE LOMBRICES DE  
TIERRA (*Eisenia foetida*) Y CALIDAD DE LA VERMICOMPOSTA EN  
ESTIÉRCOL CAPRINO**

TESIS DEL C. **ISIDRO MIGUEL CRUZ** QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y  
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**APROBADA POR:**

ASESOR PRINCIPAL:   
**DR. HECTOR MADINAVEITIA RIOS**

COASESOR:   
**ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ**

COASESOR:   
**MC ELENO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ**

COASESOR:   
**MC. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ**

  
**MC. VICTOR MARTÍNEZ CUETO**  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



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

**VARIACIÓN DE LA DENSIDAD DE POBLACIONES DE LOMBRICES DE  
TIERRA (*Eisenia foetida*) Y CALIDAD DE LA VERMICOMPOSTA EN  
ESTIÉRCOL CAPRINO**

TESIS DEL C. ISIDRO MIGUEL CRUZ QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y  
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**APROBADA POR:**

PRESIDENTE:   
**DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS**

VOCAL:   
**ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ**

VOCAL:   
**MC. ELENO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ**

VOCAL SUPLENTE:   
**MC. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ**

  
**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

**TORREÓN COAHUILA MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2008**

## **Agradecimientos**

### **A mi Dios.**

Por darme la vida, la mejor familia del mundo, salud y sobre todo, inteligencia, capacidad y sabiduría para terminar mis estudios de licenciatura.

### **A mis Abuelos.**

El señor Abundio Cruz Santiago y a la señora Andrea Osorio Victoria, por permitirme seguir estudiando y alcanzar otra meta más, por el gran sacrificio que hicieron para que yo sea un hombre preparado y todos sus consejos, que son los mejores del mundo.

### **A mi Madre.**

La señora Luisa Cruz Osorio por darme siempre todo su apoyo, para poder prepararme en la vida, gracias por todo.

### **A mi Tío.**

El joven Felipe Cruz Osorio, por darme todo su apoyo moral y económico, para poder estudiar mi carrera.

### **A mi Alma Terra Mater.**

Por darme la oportunidad de realizar mis estudios en sus instalaciones y las facilidades que durante el transcurso de mi preparación me brindaron.

### **A mis Maestros.**

Al ingeniero Rolando Loza Rodríguez, por todo su apoyo que me brindó durante toda mi carrera, al Dr. Héctor Madinaveitia Ríos por asesorarme en mi tesis, al M.C. Eleno Hernández Martínez, M.C Edgardo Cervantes Álvarez, y a todos aquellos catedráticos que de manera directa o indirecta me brindaron incondicionalmente su confianza y amistad durante mi carrera.

### **A mis Amigos.**

A los compañeros: Julio Marín León, Johnny Rusi Mejía, Jonatán Roblero Salas, José Pérez López, Gladys Gabriela Medina, Leonel Bernal, Ismael Murillo, Mildon López, Oriel Borrallas, Marco Polo

Quintero, y demás compañeros de grupo; que compartimos el aula y formamos un gran equipo de trabajo, y doy gracias a Dios, hemos alcanzado una profesión en la vida; quien de nosotros depende conservarla y desarrollarla para nuestro propio bien y de la sociedad; poniendo en alto siempre el honor y nombre de nuestra Universidad.

A todas las personas de la región del cañón de Jimulco que me brindaron su atención y confianza durante toda mi carrera la cual compartí con ellos grandes experiencias.

A mis compañeros y amigos de las diferentes carreras de la universidad, Carlos Miguel Ramos, Enrique Miguel, Javier Soriano, Gladys Cruz Caballero, Araceli y Carolina Sánchez, Selene Berenice González, Karla Fernanda Segundo, Marcelo Ruiz, Víctor García, Leonel Hernández, Lorenzo García, Mireya López, Yazmin Osorio, Jerardo García, Olga Reyes, René Marín, Alfonzo Santiago, Juan Bacho, Fernando y Herminio Hernández, Ulises Santiago, Armando Edgar Hernández, Tomás Acevedo, Tirso Pedro Mendoza y a todos los amigos que conocí en el transcurso de mi carrera.

A todos y cada uno de los compañeros y mis amigos (a); que me permitieron convivir durante mi estancia en la universidad y en esta ciudad.

## **Dedicatorias**

### **A mis queridos Abuelos.**

Abundio Cruz Santiago  
Andrea Osorio Victoria

Con mucho cariño, aprecio y amor, por tenerme paciencia y confianza, haberme educado por un camino recto; pero sobre todo porque me dieron todo su apoyo en la vida y el sustento para que hoy llegara a una de las metas trazadas en la vida. A ellos siempre mis respetos y agradecimientos por toda la vida.

### **A mi Hermano.**

Alberto Miguel Cruz. Por todo el apoyo moral e incondicional que me ha dado siempre, gracias por todo tu apoyo.

### **A mis familiares.**

El señor Isaías Osorio Victoria, y la señora María Pilar por todo su apoyo que me dieron siempre para realizar mis estudios, a mis primas Margarita, Erika, Eduardo, por darme su apoyo y entusiasmo para terminar mis estudios.

A todos mis amigos y familiares que siempre me fortalecieron para superarme en la vida.

Por otra parte quiero agradecer al ingeniero Rolando Loza Rodríguez por haberme brindado la oportunidad de trabajar en el proyecto de desarrollo rural del cual es responsable y porque me brindó su confianza, apoyo y un amigo en quien confiar.

Al Doctor Héctor Madinaveitia Ríos por darme la oportunidad de realizar la investigación de mi tesis en su proyecto de desarrollo en la región de Nazas Durango, por su tiempo y dedicación, el cual le doy mi más sincero agradecimiento.

A la Bióloga María Isabel Blanco Cervantes por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de mi tesis.

**A mi Alma Terra Mater.**

Por darme la oportunidad de realizar mis estudios en sus instalaciones y las facilidades que durante el transcurso de mi preparación me brindaron, gracias UAAAN- UL.

## ÍNDICE GENERAL

	PÁG.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	4
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
IV.1. Desarrollo de la lombricultura.....	5
IV.2. Requerimientos óptimos para el crecimiento de las lombrices de tierra.....	7
IV.3. Ciclo vital de las lombrices de tierra.....	8
IV.3.1. Etapa embrionaria.....	9
IV.3.2. Etapa posembrionaria.....	9
IV.3.3. Fase posnatal.....	10
IV.3.4. Fase juvenil.....	10
IV.3.5. Fase clitelada.....	10
IV.3.6. Fase senescente.....	11
IV. 4. Clasificación taxonómica de las lombrices de tierra.....	11
IV. 5. Principales especies empleadas en la lombricultura.....	12
IV.5.1. <i>Eisenia foetida</i> .....	12
IV.5.2. <i>Eisenia andrei</i> .....	13
IV.5.3. <i>Lumbricus rubellus</i> .....	13
IV.5.4. <i>Perionys excavatus</i> .....	13
IV.5.5. <i>Eudrilus eugeniae</i> .....	13
IV. 6. Efectos de la actividad de lombrices de tierra en sustratos.....	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
V.1. Características ecológicas de la región de Nazas Durango.....	17
V.1.1. Clima y vegetación.....	17
V.1.2. Agua superficial y de bombeo.....	18
V.1.3. Actividades agropecuarias.....	18



V.2. Metodología.....	19
V.2.1. Preparación del estiércol de cabra.....	19
V.2.2. Establecimiento de las lombrices de tierra.....	20
V.2.3. Muestreo de lombrices de tierra.....	20
V.3. Determinación de la densidad de poblaciones de lombrices.....	21
V.4. Parámetros para evaluar la calidad De la vermicomposta.....	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
VI.1. Densidad de lombrices por muestreo.....	23
VI.2. Densidad de lombrices de tierra obtenidas por muestras en 2 fechas de muestreo.....	25
VI.3. Densidad de lombrices totales calculadas.....	27
VI.4. Precipitación pluvial en la región.....	29
VI.5. Parámetros evaluados en la determinación de la calidad de la vermicomposta.....	30
VII. CONCLUSIONES.....	36
VIII. RECOMENDACIONES.....	37
IX. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	38

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		PÁGINA
1	DENSIDAD DE LOMBRICES DE TIERRA ROJA CALIFORNIANA ( <i>Eisenia foetida</i> ). POBLACIÓN INICIAL Y LA OBTENIDA EN 2 FECHAS DE MUESTREO. EJIDO EMILIANO CARRANZA, MUNICIPIO DE NAZAS, DURANGO. NOVIEMBRE DE 2008.....	24
2	DENSIDAD TOTAL CALCULADA DE LOMBRICES DE TIERRA ( <i>Eisenia foetida</i> ) EN DOS FECHAS DE MUESTREO. EJIDO EMILIANO CARRANZA, MUNICIPIO DE NAZAS, DURANGO. NOVIEMBRE DE 2008.....	29
3	VALORES DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL REGISTRADOS EN LA REGIÓN DE NAZAS, DURANGO, HASTA NOVIEMBRE DE 2008.....	30
4	PARÁMETROS EVALUADOS EN LA VERMICOMPOSTA OBTENIDA A PARTIR DE LOMBRICES DE TIERRA ROJA CALIFORNIANA ( <i>Eisenia foetida</i> ). EJIDO EMILIANO CARRANZA, MUNICIPIO DE NAZAS, DURANGO. NOVIEMBRE DE 2008.....	35

FIGURA	PÁGINA
1 Densidad de lombrices de tierra ( <i>Eisenia foetida</i> ) encontradas en dos fechas de muestreo. Ejido Emiliano Carranza, Municipio de Nazas, Durango. Noviembre de 2008.....	26

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la variación de la densidad de poblaciones de lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) y medir la calidad de vermicomposta producida por estiércol caprino. La metodología usada fue: en agosto de 2007, se precomposteo el estiércol de cabra. El 6 de octubre de 2007 se introdujeron las lombrices en el estiércol de cabra precompostado. La cantidad inicial de lombrices fue de 122 que fueron colocadas en una cama de estiércol precompostado y húmedo con las dimensiones de 143 cm de largo y 100 cm de ancho con una altura de 15cm., fueron 69 huevecillos a partir de los cuales se comenzó la producción de vermicomposta. Se efectuaron dos muestreos: El primer muestreo fue el 15 de junio de 2008, se ubicaron en la vermicomposta al azar 15 cuadrados de 20x20x10.42 cm, por lo que cada punto de muestreo fue de 4168 cm<sup>3</sup>. con el propósito de determinar la calidad de la vermicomposta, se colectaron 2 muestras de 1 kg cada una aproximadamente, para su posterior análisis de laboratorio. El segundo muestreo se efectuó el 4 de octubre de 2008, se siguió el mismo procedimiento, se emplearon cuadrados de 20x20x13cm, por lo que cada punto de muestreo fue de 5200 cm<sup>3</sup>. La cantidad de lombrices obtenidas en cada muestreo ocuparon un área de 4168 cm<sup>3</sup> el primero, y de 5200 cm<sup>3</sup> el segundo. Estas cantidades y el área que ocuparon las lombrices, fueron extrapoladas a través de una conversión de regla de tres simple:

Cantidad de área muestreada-----total de lombrices encontradas

Área de vermicomposta efectiva-----X (población total).

Para el primer muestreo se consideró un área de vermicomposta de 143 796 cm<sup>3</sup> y para el segundo fue de 410 280 cm<sup>3</sup>. Las muestras de vermicomposta fueron trasladadas al laboratorio de suelos de la UAAAN UL, en donde se hizo la determinación de los siguientes parámetros: humedad, pH, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica, carbono orgánico, ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, sodio, cobre, hierro, manganeso. Los resultados obtenidos fueron medidos en % de elementos por 100 g de peso seco de humus de lombriz. En los resultados obtenidos la cantidad de lombrices inicial es muy semejante con respecto a la cantidad de lombrices detectadas en el primer muestreo, aparentemente desde la fecha inicial del establecimiento hasta la fecha del primer muestreo (en el que transcurrieron prácticamente 8 meses) fue poco significativo el incremento en la densidad. En la segunda fecha de muestreo, fue muy superior la densidad encontrada al de la primera y la diferencia en cuanto al tiempo transcurrido fue de 4 meses, esto posiblemente se deba a que en estas lapso de tiempo hubo un incremento extraordinario de lluvias, lo que también favoreció la humedad y las temperaturas

adecuadas para que hubiera un buen incremento en la densidad de poblaciones. Además cabe mencionar que cada punto de muestreo en la segunda fecha tuvo una dimensión mayor a la de la primera fecha (hubo una diferencia de  $1032 \text{ cm}^3$ ), en total la diferencia fue de  $15480 \text{ cm}^3$  mayor en la segunda fecha de muestreo. Esta diferencia repercutió en la densidad que finalmente se calculó. La densidad calculada para la primera fecha de muestreo (15 de junio de 2008) fue de 4485 lombrices, mientras que para la segunda fecha (04 de octubre de 2008) fue de 163 559 lombrices. El estiércol de cabra, composteado generó una buena densidad de lombrices de tierra, por lo tanto este tipo de estiércol se considera como apropiado para el establecimiento de lombriciarios. Las condiciones ambientales influyeron determinadamente en el desarrollo de las lombrices: cuando las condiciones fueron adversas (temperaturas bajas y nula precipitación pluvial), las lombrices tuvieron un crecimiento lento en su densidad. Cuando las condiciones fueron favorables (temperaturas y lluvias adecuadas), las lombrices tuvieron un crecimiento rápido en su densidad. La calidad de la vermicomposta obtenida es buena, ya que la mayoría de los nutrientes están presentes en concentraciones adecuadas para el desarrollo óptimo de las plantas, en caso de que se usara (la vermicomposta como fertilizante), aunque cabe mencionar que la concentración de fósforo es demasiado elevada y pudiera ocasionar exceso de acumulación de este nutriente en las plantas.

**Palabras claves:** Lombrices de tierra, *Eisenia foetida*, vermicomposta, densidad de población, nutrientes

## I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, está ubicada en una zona árida, en la cual los estudiantes de esta universidad cumplimos un papel muy importante en conjunto con los profesores: apoyar a los campesinos por medio de proyectos de desarrollo rural que son de gran ayuda para ellos, ya que de esta forma, se trata de mejorar las condiciones en que viven y el arraigo en sus comunidades.

Los desechos son un gran problema que lleva mucho tiempo afectando a las grandes ciudades debido a los enormes volúmenes que se producen.

Actualmente en el sector rural también se está presentando este problema, sobre todo por las formas de producción intensivas que generan una gran cantidad de residuos, como ejemplo tenemos la generación de estiércol del ganado estabulado.

En este trabajo de investigación se llevaron a cabo muestreos para determinar la variación de la densidad de poblaciones de lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) y calidad de la vermicomposta en estiércol caprino. Asimismo se mencionan brevemente las actividades realizadas en este interesante proyecto de agricultura orgánica. La importancia de los abonos orgánicos surge de la imperiosa necesidad que se tiene de mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que redundará en el aumento de su fertilidad, así como de reducir la aplicación de fertilizantes y plaguicidas sintetizados artificialmente, cuyo uso frecuente o excesivo ocasiona problemas graves de contaminación.

La "lombricomposta" es la descomposición controlada de materia orgánica utilizando lombrices de tierra. La lombriz de tierra se alimenta del terreno que excava y según avanza en este deposita sus desechos en el terreno, convirtiéndolo en uno extremadamente fértil, mucho mejor que el que podría lograrse usando abonos artificiales. Los excrementos de la lombriz contienen 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 5 veces más potasio y 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron. Por estas razones la "lombricomposta" ofrece una excelente alternativa para la conservación del terreno, ya que le saca provecho a la mayoría de los desperdicios orgánicos que son generados en una finca. Además, esta práctica ayuda a reducir la utilización de abonos y fertilizantes químicos que contaminan nuestros cuerpos de agua. Las lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) desempeñan un importante papel en la ecología del suelo. Al ser removido y aireado, por la acción de las lombrices de tierra, el suelo se vuelve más fértil. Las lombrices de tierra son también una fuente de alimento para muchos animales e incluso hasta esencial en la alimentación humana.

La agricultura orgánica es una forma de producción, basada en el respeto al entorno, para producir alimentos sanos de la máxima calidad y en cantidad suficiente, utilizando como modelo a la misma naturaleza, apoyándose en los conocimientos científicos y técnicos vigentes. El desarrollo de la agricultura orgánica busca la recuperación permanente de los recursos naturales afectados, para el beneficio de la humanidad.

Una alternativa de solución para aprovechar todos los residuos orgánicos, es producir abonos orgánicos mediante el composteo y lombricomposteo.

## **II. OBJETIVO**

Determinar la variación de la densidad de poblaciones de lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) y calidad de la vermicomposta en estiércol caprino.

## **III. HIPÓTESIS**

El estiércol de cabra es una buena fuente de alimentación para el aumento de variación de la densidad de poblaciones de lombrices de tierra y calidad de la vermicomposta producida.



## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### IV.1. Desarrollo de la lombricultura

El efecto benéfico de las lombrices de tierra no constituye un descubrimiento reciente, era conocida desde la antigüedad. Los egipcios, los filósofos griegos, reconocieron el valor de las lombrices. El naturalista inglés Gilbert White, en 1789 señaló que “la tierra sin lombrices se vuelve rápidamente fría, dura, sin fermentación y en consecuencia estéril”. También el biólogo Charles Darwin, padre de la teoría de la evolución de las especies, dedicó más de 10 años al estudio sobre la estructura, alimentación y vida de las lombrices de tierra y el primero en demostrar la función que estas desempeñan en la naturaleza mediante su libro *la transformación de los detritus vegetales por la acción de las lombrices*, en 1881. Se le adjudicó a Thomas Barret (1948) la paternidad de la cría de las lombrices en cautiverio, por haber sido el primero en demostrar la viabilidad de criarlas a gran escala; en consecuencia, no es sino hasta mediados del siglo XX cuando se comenzó a utilizar a las lombrices para la producción de abonos orgánicos y harina para alimentación animal a gran escala (Barret 1948).

Como resultado de la acumulación de diversos trabajos y del conocimiento en este sentido, en la década de los cuarenta, los Estados Unidos de América se convirtieron en el primer país en promover la cría masiva de lombrices con intereses comerciales,

moviendo millones de dólares anualmente. Hugo Cartes fue el gran empresario precursor que promovió esta actividad para la pesca deportiva. En 1976 se trasladó un pie de cría a Italia, donde se desarrolló esta actividad al punto de exportar humus a los países árabes. Entre otros, son países criadores Canadá, Inglaterra, Alemania, Japón, Australia y Filipinas. En Cuba la lombricultura se desarrolló más recientemente. Los primeros trabajos se desarrollaron en la facultad de biología de la universidad de la Habana. En 1981 se introdujo la especie asiática *Perionyx excavatus* y en 1985 *Eisenia andrei*, sin embargo, ya para entonces había avances notables en la cría de la especie local *Eudrilus augeniae*. Debido a la importancia otorgada a las lombrices de tierra por la comunidad científica mundial y a la acumulación del conocimiento científico, se han ido desarrollando y produciendo numerosos eventos internacionales para aplicarlos como una alternativa futura aplicada en la agricultura orgánica y ayudar al procesamiento de residuos que el ser humano produce diariamente en el transcurso de la vida cotidiana. (Castillo 1987).

Existen multitud de tipos de lombrices, pero la más utilizada para vermicompostaje es la conocida como lombriz roja de California (*Eisenia foetida*). De color rojo púrpura, con la cola algo achatada y levemente amarilla. Una lombriz que mide de 5 a 9 cm, con 3-5 mm de diámetro tiene un peso de un gramo aproximadamente. Un gran número de residuos orgánicos generados pueden ser utilizados en procesos de vermicompostaje. Aunque en general, la mezcla de varios residuos facilita que el proceso sea más rápido y el producto de mayor calidad. Como ya mencionamos, las materias primas para el vermicompostaje básicamente son las mismas que para el compostaje. (Bravo 1996).

## **IV.2. Requerimientos óptimos para el crecimiento de las lombrices de tierra**

Para mantener en condiciones óptimas a las lombrices y conseguir una buena vermicomposta, según Klocke (1999). Se requiere:

1. Ausencia de luz: las lombrices viven debajo de la superficie del suelo, no toleran bien la luz, por lo que deben de estar en un recipiente tapado.
2. Humedad: la presencia de cutícula permeable hace que pierda agua fácilmente, no les conviene que baje drásticamente la humedad, por que no sólo paraliza la actividad sino que puede reducirnos la población.
3. Temperatura: el óptimo debe oscilar entre los 20 °C, aunque resisten temperaturas entre los 4-30 °C. Así cuando la temperatura es inferior a 7 °C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.
4. pH, no soportan valores inferiores a 4.5, la acidez les resulta desagradable, aunque algo leve pueden tolerarla.

5. Alimentación. Prefieren los restos vegetales algo descompuestos con una relación C/N relativamente baja, esto hace que presenten una fuerte selectividad con respecto a la vegetación que existe sobre el suelo. Los restos de verduras y frutas de cocina son de su agrado en cuanto a la relación C/N.

6. Ausencia de interferencias bióticas.

### **IV.3. Ciclo vital de las lombrices de tierra**

La lombriz roja alcanza su madurez sexual a los 3 meses de edad. Una vez cumplido este periodo ya está en condiciones de aparearse. Se reproduce con un periodo de 7 días, durante el cual pueden permanecer inmóviles hasta 10-15 minutos que dura el apareamiento.

De cada cocón (huevo) depositado salen como media entre 2 y 20 lombrices, que son totalmente independientes, de un tamaño de 1 mm, presentan un color blanco transparente que se vuelve rosado a los 5 ó 6 días, y que pasa definitivamente a rojo oscuro a los 15-20 días.

Morales (1997) afirma que son muy prolíficas, por lo que una sola lombriz adulta puede reproducirse unas 36 veces al año y cada una producir 0,3 g diarios de humus. En el ciclo de vida de las lombrices de tierra existen periodos transitorios entre un estado y otro y es difícil diferenciarlos. Se determina las siguientes etapas y fases:

Etapa:

1. embrionaria
2. postembrionaria
3. fase postnatal
4. juvenil
5. clitelada
6. en crecimiento
7. en decrecimiento
8. senescente

#### **IV.3.1. Etapa embrionaria**

Transcurre en el interior del capullo, el cual es depositado por el adulto en el suelo, los capullos son amarillo limón en algunas especies, generalmente se vuelven más oscuros según envejecen, la forma también varia, los hay desde redondos o con una proyección en los extremos. Los capullos pueden contener un número variable de embriones que fluctúan según las condiciones ambientales. La fertilidad depende en primera instancia de las especies. También la viabilidad de los embriones depende de los factores externos, así como el periodo de incubación de estos.

#### **IV.3.2. Etapa posembrionaria**

Abarca el resto del ciclo de las lombrices, es decir, desde que nacen hasta que mueren.

### **IV.3.3. Fase posnatal**

Comienza con la emersión de la lombriz y se caracteriza por la escasez de pigmentos en el tegumento, por lo que se observan a través de éste algunos órganos internos como el tubo digestivo y el sistema circulatorio. Durante aproximadamente 10 días, aunque su culminación no es posible definirla exactamente.

### **IV.3.4. Fase juvenil**

Se extiende a partir de la fase anterior y concluye con la aparición del clitelo. Se caracteriza por una gran actividad y dinamismo mostrado por los individuos y un elevado crecimiento en tamaño y peso. La duración depende de la especie y las condiciones ambientales.

### **IV.3.5. Fase clitelada**

Comienza con la aparición del clitelo y se caracteriza por la presencia de esta estructura, así como por la puesta de capullos, en esta fase se observan 2 periodos,

uno en el que los animales continúan creciendo y otro más largo o de mesetas donde el animal se estabiliza o pierde peso y tamaño.

#### **IV.3.6. Fase senescente**

Se caracteriza por la pérdida de color por lo general se vuelven más oscuros o pardas (Morales, 1997).

#### **IV. 4. Clasificación taxonómica de las lombrices de tierra**

Paoletti (1999) identificó a la lombriz de tierra, y efectuó su clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reino: Animal.

Subreino: Metazoos.

Phylum: Protostomia

Grupo: Annelida

Orden: Oligochaeta

Familia: Lumbricidae

Especies: *Lumbricus terrestris*, *L. Lumbricus rebellus*, *Eisenia foetida*, *Eisenia andrei*

#### **IV. 5. Principales especies empleadas en la lombricultura**

Eastman (1999), menciona a las siguientes especies de lombrices utilizadas en la lombricultura:

##### ***IV.5.1. Eisenia foetida***

Pertenece a la familia Lumbricidae, de origen europeo, tal vez sea la más difundida en las prácticas de la lombricultura. Es llamada lombriz de estiércol, híbrido rojo californiano, lombriz tigre o lombriz cebra, ya que presentan bandas amarillas que alternan con rojo; en la década de 1940 fue la precursora de la lombriz norteamericana. Se emplea en los Estados Unidos, España, Italia, Japón, y algunos países latinoamericanos. Es una de las mejores especies mas utilizadas en la lombricultura y por lo tanto las mejor estudiada como procesadora de materia orgánica y como fuente proteica.



#### **IV.5.2. *Eisenia andrei***

Pertenece a la familia Lumbricidae, de origen europeo. Hace poco tiempo se separó, como especie de *E. foetida*, la cual no presenta las evidentes bandas amarillas.

#### **IV.5.3. *Lumbricus rubellus***

Pertenece a la familia Lumbricidae, de origen europeo. Es conocida también como híbrido rojo californiano, lombriz roja, roja inglesa, etc.

#### **IV.5.4. *Perionys excavatus***

Pertenece a la familia Megascolecidae, de origen asiático. Conocida como lombriz roja de Taiwán, se utiliza en Filipinas y Asia como especie de cría.

#### **IV.5.5. *Eudrilus eugeniae***

Pertenece a la familia Eudrilidae, de origen africano. Tiene una distribución proporcional, conocida como rastrera nocturna africana, lombriz africana, gigante

roja, lombriz azul. Es de mayor tamaño y presenta tonalidades azules o violetas sobre su color rojo vino. Tiene altas tasas de reproducción, de crecimiento y conversión. Las lombrices actúan ellas mismas como descomponedoras, aunque no se puedan aislar de las acciones de los microorganismos ya que algunos de estos viven tanto en el suelo como en su tracto digestivo.

Altieri (2000), menciona que se calcula que la producción media de nitrógeno de algunas especies de lombrices es de de 460 kg de nitrógeno por año y en el cual existirá una tonelada de lombriz anéxicas. El nitrógeno es excretado por las lombrices en forma de amoniaco y urea, fácilmente asimilables por la planta. Así la cantidad de nitrógeno que producen las lombrices es de la misma magnitud que la aportada por abonos químicos en los cultivos que en promedio es de 200 kg/ha/año. Además las lombrices constituyen por si mismo una importante reserva de nitrógeno movilizable cuando mueren. Es por esto que es muy importante tomar en cuenta las poblaciones de lombrices para determinar las cantidades de abonos nitrogenados que se van a utilizar.

#### **IV. Efectos de la actividad de lombrices de tierra en sustratos**

Andrade (2004) dice que la actividad de las lombrices de tierra sobre el sustrato se puede resumir en la siguiente forma:

- 1.- Morfología: constituyen redes de galerías que facilitan la aireación y drenaje del suelo.
- 2.- Porosidad: la aumentan de 30 a 40 % a 60 -70%.
- 3.- Erosión: en los suelos planos disminuye la erosión por capas y su excreta frena la erosión superficial.
- 4.- Textura: pulverizan o agregan algunos elementos minerales del suelo; Formación de macro y micro agregados.
- 5.- Retención de agua: aumenta esta capacidad al actuar sobre la estructura del suelo y formar complejos coloidales.
- 6.- Nitrógeno: favorece la nitrificación de la materia orgánica y aumenta el nitrógeno disponible en el suelo.
- 7.- Calcio: segregan  $\text{CaCO}_3$  en forma de pequeñas concentraciones de calcitas.
- 8.- Enzimas: aumentan el potencial enzimático del suelo.
- 9.- Micro flora: la aumentan cualitativa y cuantitativamente.
- 10.- Humificación: la favorecen al mezclar los desechos vegetales del suelo, deyecciones y sus propios cadáveres.

Toda esta actividad guarda una relación estrecha con el papel funcional de la lombriz en el suelo, que depende en gran parte de su estrategia adaptativa, fundamentalmente asociada a la alimentación y a la reproducción.

Las lombrices aseguran su supervivencia a través de la reproducción, manteniendo altas densidades de población que garanticen la supervivencia mediante una elevada longevidad y al mismo consumir grandes cantidades de alimento.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

Este trabajo se realizó en el ejido Emilio Carranza ubicado en el municipio de Nazas, Durango.

### **V.1. Características ecológicas de la región de Nazas Durango**

#### **V.1.1. Clima y vegetación**

Su clima de verano va desde semicálido a cálido seco y en invierno desde semifrío a frío. Los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre. El resto del año se considera seco con temperatura media anual de 21°C y precipitación media anual de 224.6 mm. Koeppen lo califica dentro del tipo desértico y Thornthwaite lo califica como árido (Santibañez, 1992).

Las condiciones climáticas determinan que los tipos de vegetación predominantes sean de matorral xerófilo con todas sus variantes (Rzedowski 1978). Los índices de evaporación son elevados, por lo que la vegetación natural existente solo es apropiada para la recolección forestal no maderable y para el pastoreo de ganado de diversa utilidad. Otro tipo de vegetación que predomina en la región es la vegetación de galería caracterizada por la presencia de sabinos, álamos y sauces.

### **V.1.2. Agua superficial y de bombeo**

La utilización del agua de los ríos en la agricultura, es el sistema más antiguo en la región. El agua proviene del río Nazas, que actualmente cuenta con una compleja infraestructura hidráulica para su aprovechamiento, misma que cuenta con dos presas: la Lázaro Cárdenas (que es almacenadora) y la Francisco Zarco (que es reguladora), y una amplia red de canales principales y secundarios revestidos de cemento, derivadoras, drenes, etc.

El agua de bombeo, es una fuente de agua principalmente es explotada por pequeños propietarios que cuentan con cultivos perennes como la alfalfa. Cabe mencionar que las áreas de cultivo cercanas al río, muchas tienen mantos freáticos poco profundos pueden ser tan superficiales como de 30 a 50 cm de profundidad.

### **V.1.3. Actividades agropecuarias**

La principal actividad socioeconómica de la región es la agricultura, los principales cultivos son: el nogal, para la producción de nuez, la alfalfa para la producción de forraje, cacahuate, cultivos básicos como el maíz y el frijol, chile, algunas otras hortalizas como jitomate, calabazas, etc.

## **V.2. Metodología**

La metodología usada fue:

### **V.2.1. Preparación del estiércol de cabra**

En el mes de agosto de 2007, se inició este trabajo. Con el propósito de proporcionarle un alimento fácil de digerir a las lombrices de tierra, se precompostó el estiércol de cabra, de acuerdo a lo recomendado: manteniendo el estiércol bajo las siguientes condiciones:

**Temperatura:** la temperatura óptima osciló entre los 20 °C aunque resiste temperaturas desde 4 °C hasta los 30 °C, cuando la temperatura es inferior de 7 °C, la lombriz no se reproduce, pero sigue produciendo abono, aunque en menor cantidad.

**Humedad:** La presencia de cutículas permeables hace que pierda agua fácilmente, no conviene bajar drásticamente la humedad, porque no solo paraliza la actividad, si no que puede reducirnos la población.

**Ausencia de luz:** la lombriz vive debajo la superficie del suelo, no tolera bien la luz.

### **V.2.2. Establecimiento de las lombrices de tierra**

El 6 de octubre de 2007 se introdujeron las lombrices en el estiércol de cabra precompostado, se consideró como adecuado para la adaptación de las lombrices. La cantidad inicial de lombrices fue de 122 que fueron colocadas en una cama de estiércol precompostado y húmedo con las dimensiones de 143 cm de largo y 100 cm de ancho con una altura de 15 cm., fueron 69 huevecillos a partir de los cuales se comenzó la producción de vermicomposta.

### **V.2.3. Muestreo de lombrices de tierra**

Se efectuaron dos muestreos:

El primer muestreo fue el 15 de junio de 2008, se ubicaron en la vermicomposta al azar 15 muestreos de 20x20 x 10.42 cm de altura, por lo que cada punto de muestreo fue de 4168 cm<sup>3</sup>., con el propósito de determinar la calidad de la vermicomposta, se colectaron 2 muestras de 1 kg cada una aproximadamente, para su posterior análisis de laboratorio.

El segundo muestreo se efectuó el 04 de octubre de 2008, se siguió el mismo procedimiento, se emplearon muestreos de 20x20x13cm de altura, por lo que cada punto de muestreo fue de 5200 cm<sup>3</sup>.



### **V.3. Determinación de la densidad de poblaciones de lombrices**

La cantidad de lombrices obtenidas en cada muestreo ocuparon un área de 4168 cm<sup>3</sup> el primero, y de 5200 cm<sup>3</sup> el segundo. Estas cantidades y el área que ocuparon las lombrices, fueron extrapoladas con el objetivo de calcular la población total a través de una conversión de regla de tres simple:

Cantidad de área muestreada-----total de lombrices encontradas

Área de vermicomposta efectiva-----X (población total)

Para el primer muestreo se consideró un volumen total de vermicomposta de 143 796 cm<sup>3</sup> y para el segundo fue de 410 280 cm<sup>3</sup>.

### **V.4. Parámetros de calidad evaluados en la vermicomposta**

Las muestras de vermicomposta fueron trasladadas al laboratorio de suelos de la UAAAN UL, en donde se hizo la determinación de los siguientes parámetros:

Humedad, pH, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica, carbono orgánico, ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, sodio, cobre, hierro, manganeso.

Los resultados obtenidos fueron medidos en % de elementos por 100 g de peso seco de humus de lombriz.

Los resultados obtenidos tanto de densidad de poblaciones de lombriz como de la calidad de la vermicomposta fueron analizados cuantitativamente.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### VI.1. Densidad de lombrices por muestreo

En el Cuadro 1, se observa que la cantidad de lombrices inicial es muy semejante con respecto a la cantidad de lombrices detectadas en el primer muestreo, aparentemente desde la fecha inicial del establecimiento hasta la fecha del primer muestreo (en el que transcurrieron prácticamente 8 meses) fue poco significativo el incremento en la densidad. Esto posiblemente se deba a que las lombrices fueron transplantadas en época de otoño, además hasta junio casi no había llovido. En la segunda fecha de muestreo, fue muy superior la densidad encontrada al de la primera y la diferencia en cuanto al tiempo transcurrido fue de 4 meses, esto posiblemente se deba a que en este lapso de tiempo hubo un incremento extraordinario de lluvias, lo que también favoreció la humedad y las temperaturas adecuadas para que hubiera un buen incremento en la densidad de poblaciones. Además cabe mencionar que cada punto de muestreo en la segunda fecha tuvo una dimensión mayor a la de la primera fecha (hubo una diferencia de  $1032 \text{ cm}^3$ ), en total la diferencia fue de  $15480 \text{ cm}^3$  mayor en la segunda fecha de muestreo. Esta diferencia repercutió en la densidad que finalmente se calculó.

Según Peñaranda (1998), las lombrices de tierra consumen residuos animales y vegetales en proceso de descomposición, es decir pre-digeridos por microorganismos

especializados: bacterias, hongos y otros. Estos degradan las proteínas y la celulosa transformándolas en sustancias más simples y de fácil asimilación (por ejemplo los aminoácidos, resultantes de la digestión aeróbica de las proteínas). También se nutren con diminutos hongos y por supuesto, los antibióticos que se encuentran en ellos que le sirven al animal para inmunizarse y crecer. Cuando la lombriz elimina mediante la excreción las moléculas de estos antibióticos, dejará una masa bacteriana antibiotizada, compuestos bioestimulantes que estaban contenidos en el citoplasma de los hongos y microorganismos fúngicos en disminución. El mismo investigador calculó la presencia de 2 billones de bacterias por gramo de vermicomposta. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y patógenos como también la resistencia a las heladas.

CUADRO 1. DENSIDAD DE LOMBRICES DE TIERRA ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*). POBLACIÓN INICIAL Y LA OBTENIDA EN 2 FECHAS DE MUESTREO. EJIDO EMILIANO CARRANZA, MUNICIPIO DE NAZAS, DURANGO. NOVIEMBRE DE 2008.

Fecha de muestreo	media	desviación estándar	Número de lombrices
06 de octubre de 2007 (población inicial)			122
15 de junio de 2008	8.66	7.73	130
04 de octubre de 2008	138.2	30.32	2073

## **VI.2. Densidad de lombrices de tierra obtenidas por muestra en 2 fechas de muestreo**

En la Figura 1, se puede ver que la cantidad de lombrices contabilizadas en la segunda fecha de muestreo fue muy superior a la de la primera fecha, a pesar de que el lapso de tiempo fue corto. La razón por la cual se debió esta situación muy probablemente fue por las mejores condiciones de humedad y temperatura que hubo en ese tiempo. Además se observa que hubo una mejor atención en el cuidado del lombriciario. Otra razón es lo que se mencionó anteriormente, el punto de muestreo fue mayor en la segunda fecha.

Morales (1997) afirma que la lombriz roja alcanza su madurez sexual a los 3 meses de edad. Una vez cumplido este periodo ya está en condiciones de aparearse. Sin embargo como la población inicial de lombrices se introdujo en octubre de 2007, las temperaturas no favorecieron la maduración de las lombrices, ya que en tiempo de frío estos animales entran a un estado de inactividad, con lo que se reduce su capacidad de reproducción. En parte esto explica el hecho de que haya poca proliferación de lombrices cuando se efectuó el primer muestreo.

El mismo investigador menciona que normalmente, cuando las condiciones son favorables, las lombrices se reproducen en un periodo de 7 días, durante el cual pueden permanecer inmóviles hasta 10-15 minutos que dura el apareamiento. De cada cocón (huevo) depositado salen como media entre 2 y 20 lombrices, que son totalmente independientes, de un tamaño de 1 mm, presentan un color blanco

transparente que se vuelve rosado a los 5 ó 6 días, y que pasa definitivamente a rojo oscuro a los 15-20 días. Si las condiciones son favorables, las lombrices son muy prolíficas, por lo que una sola lombriz adulta puede reproducirse unas 36 veces al año y cada una producir 0,3 g diarios de humus.

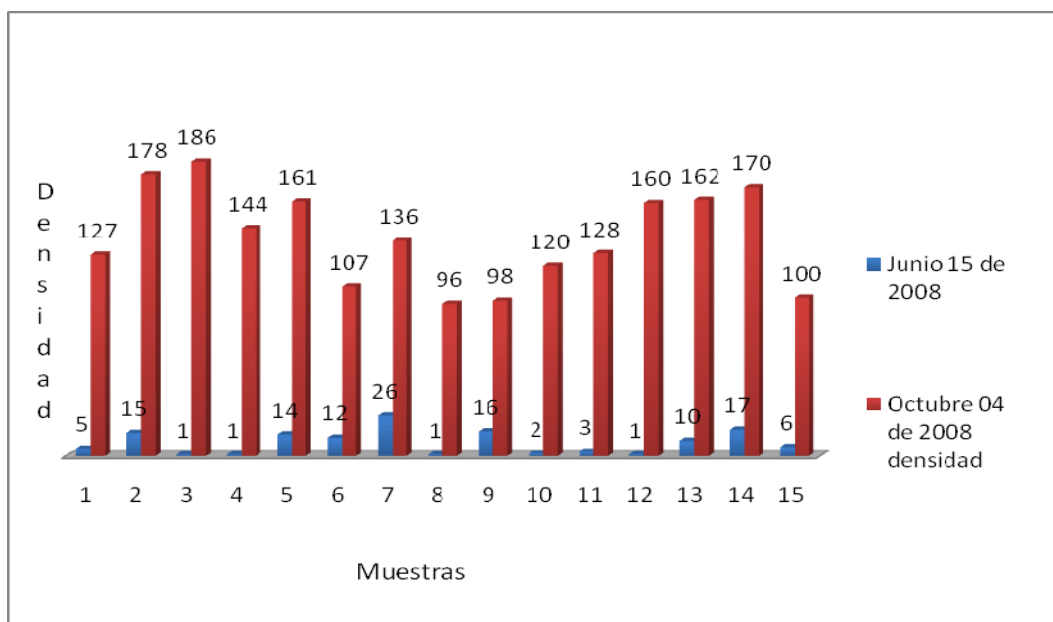


Figura 1. Densidad de lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) encontradas en dos fechas de muestreo. Ejido Emiliano Carranza, Municipio de Nazas, Durango. Noviembre de 2008.

### **VI.3. Densidad de lombrices totales calculadas**

Para la primera fecha de muestreo (el 15 de junio de 2008) se calculó una densidad de 4485 lombrices dentro de un área de 143 796 cm<sup>3</sup>. Mientras que en la segunda fecha de muestreo (el 04 de octubre de 2008) hubo un incremento bastante considerable de 163, 559 lombrices dentro de un área de 410 280 cm<sup>3</sup> (Cuadro 2).

Las condiciones ambientales dadas durante los meses de julio hasta octubre de 2008, fueron favorables para se diera un incremento sustantivo en la densidad. Según Klocke (1999) para que las lombrices de tierra se desarrollen óptimamente se requiere:

Que las lombrices estén debajo de la superficie del suelo, por lo que deben de estar en un recipiente tapado, de hecho el área de vermicomposta siempre se ha mantenido con una malla sombra que impide la entrada de luz solar.

La presencia de lluvias abundantes que ocurrieron a partir de julio hasta octubre debieron de haber favorecido, que la cutícula de estos animales se mantuvieran permeables, lo cual hace que pierdan agua fácilmente, pero que también la recuperen en base a una buena irrigación y condiciones de humedad relativa adecuadas, no es conveniente que baje drásticamente la humedad, por que no sólo paraliza la actividad sino que puede reducirnos la población, aparentemente esto

no sucedió debido a las buenas condiciones microclimáticas que hubo en la vermicomposta.

La presencia de una buena humedad, muy probablemente hizo que la temperatura que hubo dentro de la vermicomposta a partir de julio hay sido la óptima que se recomienda y que es de 20 °C, aunque cabe mencionar que resisten temperaturas entre los 4-30 °C. De hecho las temperaturas extremas (tanto frías como calientes) afectan el metabolismo de estos animales, ya que al igual que la mayoría de los animales, las lombrices son poiquilotérmicas o de sangre fría (lo que hace que no puedan controlar su temperatura corporal). Cuando la temperatura es inferior a 7 °C, como ocurre en la región durante una considerable cantidad de días de otoño e invierno, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.

Cuando se introdujo la población inicial de lombrices de tierra el pH, que tenía el estiércol precompostado era ligeramente alcalino, lo que es lógico porque los suelos de la región son alcalinos, esto también de algún modo redujo la velocidad de adaptación de las lombrices, y esta es otra razón por la cual en la primera fecha de muestreo fue menor la densidad de lombrices.



CUADRO 2. DENSIDAD TOTAL CALCULADA DE LOMBRICES DE TIERRA (*Eisenia foetida*) EN DOS FECHAS DE MUESTREO. EJIDO EMILIANO CARRANZA, MUNICIPIO DE NAZAS, DURANGO. NOVIEMBRE DE 2008

Fecha de muestreo	Densidad total
15 de junio de 2008	4485
04 de octubre de 2008	163 559

#### VI.4. Precipitación pluvial en la región

Según datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA 2008), a partir del julio hasta octubre del año actual se presentaron lluvias abundantes en la región, esta abundancia de lluvias coincidió con el mayor crecimiento poblacional de las lombrices de tierra, lo cual aunque no se tienen datos sobre la temperatura y la humedad relativa, con estas lluvias, debieron de verse presentado valores adecuados de estos parámetros, lo que seguramente favoreció el buen crecimiento poblacional que se obtuvo en base a los muestreos (Cuadro 3).

**CUADRO 3. VALORES DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL REGISTRADOS EN LA REGIÓN DE NAZAS DURANGO, HASTA NOVIEMBRE DE 2008.**

Mes	Precipitación pluvial
<u>1/</u>	(mm)
Enero	0
Febrero	0
Marzo	0
Abril	1.0
Mayo	3.0
Junio	1.2
Julio	78.2
Agosto	105.5
Septiembre	70.5
Octubre	15.0
Noviembre	0
Suma	274.4

1/ Datos obtenidos a través de la CONAGUA (2008).

#### **VI.5. Parámetros evaluados en la determinación de la calidad de la vermicomposta**

En el Cuadro 4 se observa que la humedad de la vermicomposta varió de 30 a 60 %, mientras que el pH tuvo una ligera variación de 6.8 a 7.2, estos valores indican, según Taiz y Zeiger (1998) que la humedad es buena para mejorar la solubilidad de

los nutrimentos, mientras que el pH como es neutro o muy cercano a neutro, también podría favorecer la asimilación de nutrimentos por las raíces de las plantas (Salisbury y Ross 1994).

El nitrógeno presentó una concentración buena ya que los suelos de las zonas áridas de una manera natural presentan concentraciones menores al 1 %, mientras que en la vermicomposta fue de 1 a 2.6 %, siendo buena esta concentración Cuadro 4), ya que el nitrógeno es un macronutriente que normalmente es requerido a concentraciones de 1.5 % (Taiz y Zeiger 1998). Se puede aprovechar en forma iónica por la raíz, ya sea en nitrato ( $\text{NO}_3^+$ ) o en amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Como la mayor parte del N del suelo está en forma orgánica es necesaria una actividad microbiológica que lo convierta en amonio o nitrato *Nitrosomas* y *Nitrobacter* son las bacterias más comunes en esta tarea (Atlas y Bartha 2000). Si la planta absorbe nitrato tiene que reducirlo a forma amoniacal antes de que pase a formar parte de los compuestos orgánicos. El amonio no se acumula sino que se incorpora directamente a compuestos como la glutamina, procedentes del ciclo de Krebs (Zeiger y Taiz 1998).

En relación al fósforo, la concentración obtenida es buena (2.0 a 8.0 %) (Cuadro 4), ya que normalmente su concentración en suelos es baja, y al igual que el nitrógeno generalmente son factores limitantes de productividad por su escasez, este nutriente realiza una función importante en la plantas, ya que las plantas necesitan de este elemento principalmente formando los enlaces de alta energía biológica (ATP) y estructuralmente forman parte de la membrana plasmática (como fosfolípidos) ya además permiten el desarrollo de su potencial genético ya que forman parte del ADN

(Tiaz y Zeiger 1998). Este elemento generalmente no se encuentra disponible en el suelo y las plantas lo requieren a concentraciones de 0.2 % generalmente, y es por eso que la vermicomposta es una alternativa para producir fósforo asimilable, sin embargo se debe tener cuidado por un probable exceso de fósforo que pudiera tener la vermicoposta.

La vermicomposta también es una buena fuente de potasio, su concentración varió de 1 a 2.5 %, está a una menor concentración que el fósforo y prácticamente igual que el nitrógeno (Cuadro 4). Sin embargo generalmente la concentración a la que es requerido es menor en comparación con el nitrógeno y es más requerido que el fósforo (Salisbury y Ross 1994). En el suelo el potasio está en forma de catión, las plantas absorben el potasio iónico, por vía radicular, por el mecanismo de de difusión esto es debido a su baja carga y pequeño radio iónico. Según Salisbury y Ross (1994), después de la deficiencia de nitrógeno y fósforo, el potasio es el que sigue en cuanto a deficiencia en los suelos. El potasio es un activador de muchas enzimas que son esenciales en el proceso de la fotosíntesis y respiración, además de que activa enzimas necesarias para la formación de almidón y proteínas, contribuye además de manera importante en el potencial osmótico de las células (Tiaz y Zeiger 1998).

El elemento calcio se clasifica como un macronutriente, aunque de una manera natural los suelos presentan suficiente calcio, la vermicomposta también es una buena fuente ya que se encontró a una concentración de 2 a 8 % (Cuadro 4), mientras que la cantidad que normalmente requieren las plantas es de 0.5 % (en tejido seco). El calcio cumple diversas funciones en las plantas, forma parte de la laminilla media de las

paredes celulares a través de polisacáridos llamados pectatos. Gran parte del calcio en el citosol se une de una manera irreversible a una pequeña proteína llamada calmodulina, lo cual cambia la estructura de la calmodulina activando varias enzimas (Taiz y Zeiger 1998).

El magnesio se encontró en la vermicomposta en una concentración que varió de 1 a 2.5 % (Cuadro 4), lo cual significa que es una excelente concentración, ya que normalmente la concentración en la que es requerido este elemento es de 0.2 % generalmente. Normalmente este elemento casi nunca es un factor limitante del suelo para el crecimiento vegetal. El magnesio forma parte esencial de la clorofila fundamental para la fotosíntesis, se combina con el ATP, permitiendo que ocurran reacciones metabólicas y además activa muchas enzimas necesarias en fotosíntesis, respiración, y formación de DNA y RNA (Salisbury y Ross 1994).

Los valores obtenidos de estos parámetros presentados en el Cuadro 4 coinciden con los obtenidos por Manuel (2008) (en consulta efectuada en Internet en fecha 15 de octubre de 2008)

Según Manuel (2008) otras ventajas de la vermicomposta:

Aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo de la microflora y microfauna del suelo.

Favorece la absorción radicular.

Transmite hormonas directamente del sustrato a la planta, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.

Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.

Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.

Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos, etc.).

Evita y combate la clorosis férrica.

Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.

Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvico mejora las características químicas del suelo.

**CUADRO 4. PARÁMETROS EVALUADOS EN LA VERMICOMPOSTA OBTENIDA A PARTIR DE LOMBRICES DE TIERRA ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*). EJIDO EMILANO CARRANZA, MUNICIPIO DE NAZAS, DURANGO. NOVIEMBRE DE 2008.**

Humedad%	<b>30-60</b>
pH	<b>6.8-7.2</b>
Nitrógeno%	<b>1.0-2.6</b>
Fósforo	<b>2.0-8.0</b>
Potasio	<b>1.0-2.5</b>
Calcio%	<b>2.0-8.0</b>
Magnesio %	<b>1.0-2.5</b>
Materia Orgánica %	<b>30-70</b>
Carbono Orgánico %	<b>14-30</b>
Ácidos Fúlvicos %	<b>14-30</b>
Ácidos Húmicos %	<b>2.5-5.3</b>
Sodio %	<b>.02</b>
Cobre %	<b>.05</b>
Hierro %	<b>.02</b>
Manganeso %	<b>.006</b>

## VII. CONCLUSIONES

La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), bajo las condiciones que imperaron en el área de la vermicomposta ubicada en el ejido Emilio Carranza.

El estiércol de cabra, composteado genera una buena densidad de lombrices de tierra, por lo tanto este tipo de estiércol se considera como apropiado para el establecimiento de lombriciarios.

Las condiciones ambientales influyeron determinadamente en el desarrollo de las lombrices:

Cuando las condiciones fueron adversas (temperaturas bajas y nula precipitación pluvial), las lombrices tuvieron un crecimiento lento en su densidad. Cuando las condiciones fueron favorables (temperaturas y lluvias adecuadas), las lombrices tuvieron un crecimiento rápido en su densidad.

La calidad de la vermicomposta obtenida es buena, ya que la mayoría de los nutrientes están presentes en concentraciones adecuadas para el desarrollo óptimo de las plantas, en caso de que se usara (la vermicomposta como fertilizante), aunque cabe mencionar que la concentración de fósforo es demasiado elevada y pudiera ocasionar exceso de acumulación de este nutriente en las plantas.



## VIII RECOMENDACIONES

Es importante que se lleven a cabo todos los cuidados, como dar un seguimiento constante, requerido en esta actividad para que se logren los objetivos de obtener un buen fertilizante orgánico, una buena calidad de harina de lombrices y un buen humus líquido.

Hacer un análisis de la calidad del estiércol antes de establecer la vermicomposta.

Analizar tanto el agua de riego empleada en el mantenimiento, como la vermicomposta, principalmente con el objetivo de detectar la ausencia de contaminantes (como metales pesados o nitratos).

Hacer un análisis microbiológico de la vermicomposta, con el objetivo de detectar la no presencia de patógenos, o microorganismos que pudieran ocasionar algún daño potencial tanto a las plantas como a otros integrantes de los ecosistemas.

## IX. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Andrade- Prado, H. 2004. Elaboración de compostas con Residuos Orgánicos de la región. Diálogos. Consejo de ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco. 8-14pp. Disponible en: <http://www.ccytet.gob.mx/frames/SITIO%202004/DI%C3%81LOGOS%2014-01.pdf>. Fecha de consulta: 13 de junio del 2008.
- Altieri, M. A. y Uphoff, N. 2000. Alternativas a la agricultura moderna convencional para enfrentar las necesidades de alimentos en el próximo siglo. In: Conferencia sobre la Agricultura sostenible: Evaluación de nuevos paradigmas y modelos tradicionales de producción. Bellagio, Italia. 13 p. Disponible en: [http://www.uady.mx/sitios/veterina/ofacad/curso\\_protropico/material/articulos/2Paradigmas/Coc/alternativas res. Pdf](http://www.uady.mx/sitios/veterina/ofacad/curso_protropico/material/articulos/2Paradigmas/Coc/alternativas%20res.pdf). Fecha de consulta: 20 de junio del 2008.
- Atlas, M. R. y R. Bartha. 2002. Ecología Microbiana y Microbiología. 4ª. Edición. Addison –Wesley. Impreso en España. 677 p. Fecha de consulta: 22 de septiembre del 2008.
- Barret, J.T., Harnessing the Earthworm, 2ª. ed., Boston, Bruce Humphries, 1948. Fecha de consulta: 28 de agosto del 2008.
- Bravo, V., A. 1996. Técnicas de aplicaciones del cultivo de lombriz roja californiana. (*E. foetida*). Facultad de Humanidades Yacambu. 6 p. Disponible en <http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/8317/eisenia.html>. Fecha de consulta: 23 de agosto del 2008.
- Castillo, A.E., S.H. Quarín, and M.C. Iglesias 1987. Caracterización química y físicas de compost de lombrices elaboradas a partir de residuos orgánicos puros y combinados. Agric. Tec. (Chile). 60: 74- 79. Fecha de consulta: 2 de Julio del 2008.

- CONAGUA. 2008. datos climatológicos de Nazas, Durango. Delegación Torreón Coahuila. Fecha de consulta: 10 de diciembre del 2008.
- Eastman, R. 1999. Achieving pathogen stabilization using vermicomposting. BioCycle.62-64. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/windle/refrence/nov99.htm>. Fecha de consulta: 15 de agosto del 2008.
- Klocke, N.L., D.G. Watts, J.P. Schneekloth, D.R. Davison, R.W. Todd, and A.M. Parkhurst.1999. Nitrate leaching in irrigated corn and soybean in a semiarid climate. Transaction of the ASAE vol. 42(6): 1621-1630. Fecha de consulta: 30 de septiembre del 2008.
- Manuel, 2008. Tabla de valores del humus de la lombriz de tierra. [http://www.donmanuel.s5.com/tabla de valores del humus del 1.htm](http://www.donmanuel.s5.com/tabla_de_valores_del_humus_del_1.htm). Fecha de consulta: 15 de octubre de 2008.
- Morales E. 1997. El pH y los Materiales Orgánicos. Monografía: UAAAN, Buenavista, Saltillo Coahuila. Fecha de consulta: 5 de septiembre del 2008.
- Paoletti, M. G. 1999. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. Agric. Ecosyst. Environ. 74: 137-155. Fecha de consulta: 12 de septiembre del 2008.
- Peñaranda, C. G.1998. Curso Teórico-Practico de lombricultura. Academia de Ciencia de Ucrania, Kiev, Ucrania. Fecha de consulta: 13 de de octubre del 2008.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D. F. 431 p. Fecha de consulta: 15 de octubre del 2008.
- Salisbury, B. F. y C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamericana S.A. de C. V. México D.F. 759 p. Fecha de consulta: 14 de octubre de 2008.

Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera. Monografía. Torreón Coah. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2008.

Taiz, L. y E. Zeiger. 1998. Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc. P. O. Box 407. 23 Plumtree Road, Sunderland, MA, 01375 U.S.A. 792 p. Fecha de consulta: 22 de octubre de 2008.