

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGÍA RURAL**



**Lombricultura rústica como alternativa para el aprovechamiento de los
desechos agropecuarios en los Ejidos Boquillas del Refugio y La Constancia,
del municipio de Parras de la Fuente, Coahuila**

POR:

SANTIAGO MAZARIEGOZ ÁLVAREZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN DESARROLLO RURAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2018

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGÍA RURAL**



**Lombricultura rústica como alternativa para el aprovechamiento de los
desechos agropecuarios en los Ejidos Boquillas del Refugio y La Constancia,
del municipio de Parras de la Fuente, Coahuila**

POR:

SANTIAGO MAZARIEGOZ ÁLVAREZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN DESARROLLO RURAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS

Lombricultura rústica como alternativa para el aprovechamiento de los
desechos agropecuarios en los Ejidos Boquillas del Refugio y La Constancia,
del municipio de Parras de la Fuente, Coahuila.

POR:

SANTIAGO MAZARIEGOZ ÁLVAREZ

TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN DESARROLLO RURAL

Aprobada por:



Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa
Asesor Principal



Ing. Carmen Leticia Ayala López
Coasesor



Lic. Norma Eugenia Sánchez García
Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro
Coasesor



Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa
Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas



AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por haberme dado la vida y protegerme durante todo el camino recorrido, permitirme lograr mi sueño y una de mis principales metas anheladas.

A mi Alma Terra Mater

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Por haberme dado la oportunidad de formarme como profesionista, ser mi segunda casa de aprendizaje y todas las oportunidades que me brindo porque además es una institución noble con los hijos de campesinos, ahora la llevo tatuada en mi corazón.

A mis asesores

Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa: Por creer en mí, su confianza brindada, y por compartir sus valiosos conocimientos, experiencias, y tiempo para la realización y terminación de este trabajo de investigación, por compartir sus sueños para dejar un mundo mejor para las futuras generaciones.

Ing. Carmen Leticia Ayala López: Por su tiempo dedicado y arduo trabajo para la revisión, ajustes y recomendaciones en el presente trabajo, mi reconocimiento por ser una persona dedicada y comprometida con su profesión.

Lic. Norma Eugenia Sánchez García: Por sus observaciones en mi persona y haber contribuido al desarrollo y crecimiento de mis sueños, proyectos y metas profesionales.

M.C. José Heber de León Monzón y M.C. Noel Cabrera Cigarroa: Dos grandes amigos y mentores en la preparación media superior, además de ser quienes me impulsaron en adquirir la pasión por la lombricultura.

A mis maestros de la Universidad

De toda la vida, por contribuir en mi persona con sus conocimientos y experiencias especialmente a los que me formaron dentro y fuera de mi gran casa de estudios, sus enseñanzas me sirvieron para conocer y poder enfrentar los retos de la vida.

A mis amigos de la carrera de Desarrollo Rural

Por vivir tantas alegrías, además de haber compartido sueños, durante esta etapa universitaria deseándoles éxito a todos y que Dios los bendiga en el sendero por recorrer.

A los participantes de Boquillas del Refugio y La Constancia

Por su colaboración para lograr juntos los objetivos de este trabajo.

DEDICATORIA

Con cariño y amor a mis abuelos y padres

Santos Mazariagoz González (+) y Cenovia Álvarez Chávez

Por el amor, confianza, cariño, comprensión, sabios consejos que como abuelos me brindaron para ser un hombre de bien, enseñarme a soñar con humildad y respeto, darme las herramientas necesarias y poder seguir labrando el camino de la vida, abuelos este logro es también de ustedes, gracias por lo que hemos logrado.

Julio Mazariagoz Álvarez y Flor López Pérez

Quienes me trajeron a este mundo maravilloso

A mis padrinos

Vidaul Vázquez López y Elvia Mazariagos Escobar: Por su amor

Nelvi Pérez

Por su amor y apoyo durante este camino recorrido un logro para los dos.

A mis hermanos, hermanas, tías, tíos: Por su amor y respaldo durante esta etapa de mi vida.

A la familia Reyes Cajas: Por su aprecio y apoyo

TABLA DE CONTENIDO

Índice de Cuadros	4
Índice de Figuras	5
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I.....	5
METODOLOGÍA.....	5
1.1 Problemática	5
1.2 Antecedentes	6
1.3 Justificación.....	7
1.4 Objetivo general	7
1.5 Objetivos específicos	8
1.6 Supuestos del trabajo.....	8
1.7 Método	9
2.1 Historia de la lombricultura.....	13
2.2 Lombriz Roja Californiana.....	15
2.2.1 Clasificación taxonómica y principales características de la lombriz (<i>Eisenia foetida</i>).....	16
2.2.2 Características morfológicas de la lombriz <i>Eisenia foetida</i>	17
2.2.2.1 Aparato Digestivo.....	19
2.2.2.2 Aparato neurosensorial.....	20
2.2.2.3 Sistema excretor	20
2.2.2.4 Sistema circulatorio.....	20
2.2.2.5 Sistema respiratorio	21
2.2.2.6 Reproducción.....	22
2.2.2.7 Ciclo de vida de la lombriz	23
2.2.2.8 Patologías de las lombrices	24
2.2.2.9 Enemigos de las lombrices	25
2.3 La lombricultura.....	26
2.3.1 La lombricomposta.....	27
2.3.2 Características de la lombricomposta	27
2.3.3 Compostaje	32

2.3.4 Principios de compostaje	32
2.3.5 La relación C/N ideal para comenzar el compostaje	33
2.4 Principales factores que participan en el compostaje.....	34
2.4.1 Microorganismos.....	34
2.4.2 Humedad	35
2.4.3 Aireación	36
2.4.4 Temperatura.....	37
2.4.5 Relación Carbono/Nitrógeno	38
2.4.6 Tamaño de partículas	40
2.4.7 PH.....	40
2.5 Características de las excretas usadas como alimento.....	41
2.5.1 Trabajos periódicos en las áreas de composteo	44
2.5.2 Condiciones ambientales para el desarrollo	45
2.6 Beneficios de la lombricultura.....	47
2.7 Importancia de las lombrices en la naturaleza	48
2.8 Tipos de criaderos de la lombriz roja californiana	49
2.8.1 Cría doméstica	50
2.8.2 Cría en cajones	51
2.8.3 Cría en tolvas	52
2.8.4 Cría intensiva	53
2.9 Manejo de la lombricultura	54
2.10 Cosecha de la lombricomposta	55
2.11 Uso de la lombricomposta.....	56
2.12 Aplicación.....	57
III CONTEXTO.....	61
3.1 Marco regional.....	61
3.1.1 Historia.....	62
3.1.2 Actividades Económicas	66
3.1.3 Educación	67
3.1.4 Servicios	67
3.2 Ubicación del ejido Boquillas del Refugio.....	69
3.3 Ubicación del ejido La Constancia	70

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	71
4.1 Resultados	71
4.2 Impacto social	75
4.3 Impacto ambiental	76
V DISCUSIÓN	79
VI CONCLUSIONES	82
VII RECOMENDACIONES	84
VIII BIBLIOGRAFÍA	85
IX Anexos	88
Evaluación final	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica	16
Cuadro 2. Composición de la lombricomposta	30
Cuadro 3. Microflora contenida en el abono de lombrices.....	31
Cuadro 4. Contenido de fitohormonas en el abono de lombrices	31
Cuadro 5. Valores de utilización de lombricomposta.....	60
Cuadro 6. Calificaciones inicial y final	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tercio anterior (vista ventral) de un lumbricido (<i>modificado de Kaestner, 1965</i>).....	18
Figura 2. Corte transversal de <i>Eisenia foetida</i>	18
Figura. 3. Vista general de una lombriz adulta (corte long.) y tercio anterior (corte long.).....	19
Figura 4. Sistema circulatorio de <i>Esenia foetida</i>	21
Figura 5. Ciclo de vida de la lombriz <i>Eisenia foetida</i>	23
Figura 6. Curva de temperatura.....	38
Figura 7. Fases de compostaje	39
Figura 8. Estiércol fresco con paja	42
Figura 9. Estiércol maduro.....	42
Figura 10. Estiércol viejo	43
Figura 11. Cría doméstica	50
Figura 12. Ejemplo de lombricultura en cajones.....	52
Figura 13. Cría en tolvas	53
Figura 14. Lombricultura intensiva.....	54
Figura 15. Trampas de alimento para cosecha de lombrices	55
Figura 16. Cosecha de la lombricomposta	57
Figura 17. Aplicación de lombricomposta en huertos urbanos	58
Figura 18. Aplicación de lombricomposta en plantas aromáticas	58
Figura 19. Aplicación de lombricomposta en frutales	59
Figura 20. Aplicación de lombricomposta en siembras de tomates	59
Figura.21. Estado de Coahuila	61
Figura 21. Representación de los resultados de la evaluación	74

RESUMEN

La lombricultura, considerada recientemente como una biotecnología, es el cultivo o crianza de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con el fin de transformar los residuos orgánicos generados en las actividades agrícolas, pecuarias, agroindustriales y domésticas, en un fertilizante orgánico de buena calidad. Esta tecnología, al no agredir al ambiente, se ubica dentro de las llamadas ecotecnologías, y día a día se incrementa su uso obteniéndose resultados satisfactorios.

Entre las ventajas que ofrece la práctica de la lombricultura se encuentra la eliminación de los desechos orgánicos como fuentes de contaminación. De estos desechos, al ser procesados por la lombriz, se obtiene tanto el lixiviado como el humus sólido. Estos productos, al aplicarse en el terreno, son capaces de recuperar suelos degradados, aumentan su fertilidad, mejorando su estructura. Por otra parte, la lombriz suele emplearse como suplemento en la alimentación para la crianza de diferentes animales.

En el presente trabajo titulado “Lombricultura rústica como alternativa para el aprovechamiento de los desechos agropecuarios en los ejidos Boquillas del Refugio y La Constancia, del municipio de Parras de la Fuente, Coahuila”. Se planteó validar la propuesta de producción de lombricomposta para el adecuado manejo de los desechos generados en la localidad.

Para lograr los objetivos se inició con visitas a las comunidades donde se les planteo el desarrollo e implementación de poner en práctica el cultivo de las lombrices, para obtener la lombricomposta que les serviría como abono para los huertos familiares y mejoramiento del suelo.

Con esta propuesta se logró el desarrollo de capacidades y habilidades en más de 50 personas y una producción de 2 t. por comunidad la cual fue destinada para abonar los huertos, aumentando la producción.

Por lo que se concluye, se logró establecer el proceso formativo para la implementación de la lombricultura rústica aprovechando los desechos agropecuarios, disminuyendo los desechos acumulados en los ejidos Boquillas del Refugio y La Constancia, con la participación de 50 personas incluyendo niños, jóvenes y adultos.

Con la lombricomposta cosechada se mejoraron los huertos familiares aumentando la producción, ya que contiene macros, micros nutrientes y microorganismos para todo tipo de plantas convirtiéndola en un excelente mejorador del suelo, asegurando una mejor producción sana para la salud y el ambiente.

Palabras claves: Desechos agropecuarios, lombricultura, composteo, ***Eisenia foetida.***

INTRODUCCIÓN

La civilización de los sumerios conocidos por sus adelantos agrícolas y ser uno de los primeros pueblos en dejar de ser nómadas y que le dieron importancia a las lombrices, hace más de tres mil años a.C. ellos ya establecían la calidad de los suelos de cultivo sobre la densidad de lombrices que encontraban al excavar un hoyo, desde entonces a la fecha se ha visto la importancia que tienen las lombrices en el suelo y el papel que juegan en la agricultura actual.

La lombricultura, considerada recientemente como una biotecnología, es el cultivo o crianza de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con el fin de transformar los residuos orgánicos generados en las actividades agrícolas, pecuarias, agroindustriales y domésticas, en un fertilizante orgánico de buena calidad. Esta tecnología, al no agredir el ambiente, se ubica dentro de las ecotecnologías, y día a día se incrementa su uso obteniéndose resultados satisfactorios.

Entre las ventajas que ofrece la práctica de la lombricultura se encuentra la eliminación de los desechos orgánicos como fuentes de contaminación. De estos desechos, al ser procesados por la lombriz, se obtiene tanto el lixiviado como el humus sólido. Estos productos, al aplicarse en el terreno, son capaces de recuperar suelos degradados, aumentan su fertilidad, y mejorando su estructura. Por otra parte, la lombriz suele emplearse como suplemento en la alimentación para la crianza de diferentes animales.

Son estos beneficios los que hacen una alternativa para aumentar la calidad de vida de las personas, además de que no contamina el suelo, incrementa la calidad de los cultivos y su rendimiento, y consecuentemente el ingreso económico familiar, entonces toma un rol importante en la agricultura sustentable.

Por lo que el presente trabajo consistió en evaluar los resultados de un proceso de lombricomposteo para disminuir los desechos generados en los ejidos en cuestión.

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA

1.1 Problemática

La contaminación por desechos agropecuarios, es un problema que menor interés ha tenido por parte de los gobiernos de nuestro país; sin embargo, este problema sigue desarrollándose en muchos lugares de México sin dar alternativas y/o propuestas para minimizar o controlar la contaminación generada por los desechos antes mencionados.

Los desechos agropecuarios en las comunidades rurales es un problema que no ha sido debidamente atendido, y continúa afectando en muchos lugares de México, y entre las alternativas que se proponen para minimizar o controlar esta problemática se encuentra la utilización de la lombricultura.

La práctica de la lombricultura es incipiente en los ejidos de la zona árida y semiárida del municipio de Parras de la Fuente, Coahuila, en donde las condiciones del deterioro del suelo no permiten que haya una buena producción de los diferentes cultivos; ésta es la razón por la que en el presente estudio se plantea la utilización de la lombricultura en los ejidos de Boquillas del Refugio y La Constancia, ubicados en el municipio ya referido, como alternativa para el aprovechamiento de los residuos agropecuarios, transformándolos en lombricomposta con la finalidad de abonar el suelo para aumentar su producción a largo plazo.

1.2 Antecedentes

En México, la lombricultura es una práctica nueva en la agricultura, aunque recientemente se conoce poco el procedimiento, no ha sido aprovechada y más que nada no difundida entre los agricultores como técnica de aprovechamiento para los residuos agropecuarios.

La lombricultura se concibe como una biotecnología, basada en la cría intensiva y controlada de lombrices seleccionadas para la producción de abonos orgánicos, tanto líquidos (lixiviados de lombriz) como sólidos (humus de lombriz), y el aprovechamiento de la lombriz como rica fuente de proteína.

El cultivo de lombrices se puede utilizar para diferentes objetivos:

1. Para la biodegradación de todo tipo de materia orgánica
2. Para la producción intensiva de humus de lombriz
3. Para la producción intensiva de lombrices

La ***Eisenia foetida*** comúnmente conocida como lombriz roja californiana, es la especie de mayor popularidad en la técnica de la lombricultura, debido a su habilidad para digerir residuos orgánicos en condiciones de cautiverio y producir humus. La lombriz roja californiana puede consumir entre 50% y 100% de su peso diario y duplicar su población en 90 días.

Entre los beneficios sociales y ambientales de la lombricultura se encuentran:

- Permite procesar recursos que, de otro modo, serían arrojados a la basura.
- Al evitar que los residuos orgánicos se acumulen en los basureros, se evita la producción de gases tóxicos y líquidos que pueden contaminar el subsuelo.
- La lombricomposta o humus es un fertilizante de alto porcentaje en nitrógeno,

potasio, fósforo y magnesio, además de minerales y micronutrientes necesarios para los cultivos.

- La lombricomposta también contiene hormonas de crecimiento para los cultivos, así como enzimas y una alta población microbológica benéfica y libre de patógenos.

Por esta razón, la ecotecnia de la lombricultura se convierte en una alternativa para el desarrollo sustentable en las zonas rurales encaminada a minimizar el uso de fertilizantes químicos, aprovechando los desechos agropecuarios para generar abono orgánico incrementando y mejorando la producción a largo plazo.

1.3 Justificación

En la presente investigación se pretende dar a conocer esta ecotecnia, para generar capacidades y habilidades en las personas a quienes les interese aprender esta técnica con el fin de obtener lombricomposta como alternativa para dar respuesta a las demandas de abono orgánico en el campo agrícola, mediante la utilización de residuos agropecuarios de la región.

1.4 Objetivo general

Validar una propuesta de producción de lombricomposta rústica en los ejidos Boquillas del Refugio y La Constancia, como alternativa para el manejo de los desechos generados en el hogar y en la unidad de producción.

1.5 Objetivos específicos

- Identificar, describir y analizar diferentes propuestas para la elaboración de lombricomposta rústica.
- Establecer un proceso formativo por habitantes del medio rural sobre la producción de lombricomposta, con el fin de despertar el interés y generar un ambiente innovador entre los habitantes, que favorezca el desarrollo de la propuesta y que los participantes contribuyan a generar mejoras.
- Diseñar una propuesta de producción de lombricomposta rústica con los productores participantes, instalando una unidad demostrativa en cada localidad.
- Documentar el seguimiento y evolución de la propuesta de producción de lombricomposta.
- Evaluar los resultados obtenidos con la aplicación de la propuesta, incluyendo los resultados del proceso formativo a partir de un instrumento.
- Contribuir a la generación de abono orgánico para aplicarlo en los huertos familiares.

1.6 Supuestos del trabajo

Es viable el diseño de una propuesta de lombricultura rústica con los habitantes del medio rural, que aproveche los materiales disponibles y los desechos que tienen a su alcance, como resultado de favorecer un ambiente de participación, diálogo e involucramiento que contribuya al despliegue de innovaciones.

¿La lombricultura es una estrategia para promover la sustentabilidad en la producción de alimentos?

¿La lombricultura se ha convertido de gran importancia para nuestro planeta?

¿Es una estrategia más para promover la sustentabilidad en la producción de alimentos sanos?

¿La producción de lombricomposta puede realizarse a través de métodos intensivos y rústicos?

¿La producción de lombricomposta rústica no compromete la calidad de la misma?

1.7 Método

La presente investigación es de tipo cualitativo.

Pita, S. y Pértegas, S. (2002) mencionan que en las investigaciones cualitativas se hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación y las entrevistas no estructuradas, además de tratar de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones y su estructura dinámica. Por lo cual este trabajo se llevó a cabo con dicha metodología, ya que se realizaron entrevistas, observaciones e intercambios de experiencias para determinar los conocimientos sobre lombricultura, así como la sistematización de las experiencias realizadas.

Por lo que este trabajo se ejecutó en dos fases siendo una de ellas en gabinete y la otra en campo.

En gabinete: el trabajo consistió en revisar material bibliográfico sobre diferentes diseños implementados de lombricultura y rentabilidad del mismo, experiencias de éxitos en comunidades rurales, logros obtenidos aplicando este

cultivo, obteniendo dicha información principalmente en libros, revistas tecnológicas, videos y artículos científicos.

En campo: Para poder lograr el trabajo en campo fue necesario iniciar con las visitas a las comunidades rurales donde se encontraba la problemática de los desechos agropecuarios, realizando la primera visita protocolaria en el mes de marzo del año 2015 para presentar la propuesta de llevar la actividad de lombricultura tipo curso-taller participativo, una vez aceptada por los habitantes, se inició con la capacitación de manera curso-taller teórica- práctica, efectuando cuatro cursos, donde se aplicó una evaluación inicial con preguntas básicas a los participantes para determinar los conocimientos sobre el tema, los cuales los resultados obtenidos nos dieron la referencia e indicaron que tenían poco conocimiento del tema, tomando la decisión de profundizar conceptos básicos iniciando, con la historia de la lombriz, tipos de lombrices, características morfológicas y biológicas, enemigos de las lombrices: Planaria, topos, ratones, tlacuache, ciempiés, hormigas, gallinas y pájaros, características físicas y químicas de la lombricomposta, tipos de alimentación, riego, prueba del puño, beneficios económicos y ambientales, tipos de criaderos, manejo del pre-composteo y aplicación en campo. Una vez que los participantes ya contaban con dicha información descrita anteriormente se prosiguió a realizar las actividades prácticas donde se organizaron para generar ideas y propuestas para empezar a diseñar la cama de lombricultura rústica y el espacio para su implementación.

Se prosiguió llevar a la práctica los conocimientos obtenidos del proceso teórico.

Paso uno: después del curso-taller teórico se identificaron los desechos adecuados del ejido para la elaboración del pre-composteo, realizando una mezcla homogénea de los residuos acumulados, teniendo una cantidad considerada se le agregó agua cuidando que la humedad no pasara del 80% se determinó con la prueba del puño, esta consiste en agarrar una cantidad del alimento de las lombrices en una mano, posteriormente se le aplica la fuerza, lo normal de un brazo, y si salen

de tres a cuatro gotas es que la humedad del sustrato es la adecuada, una vez la mezcla homogénizada y con la humedad óptima se cubrió con un nylon negro para acelerar la fermentación del producto, cada dos veces por semana se removía para agilizar la fermentación y verificar la humedad correcta, esta actividad de remover se realizó cinco veces para poder lograr una buena fermentación.

Para determinar la temperatura los participantes tocaron los diferentes estados de calentamiento del material, empezando con temperatura ambiente la cual es con la que inicia el pre-composteo, después de pocos días incluso en horas inicia la fase mesófila, el material comienza a elevar la temperatura hasta los 45 °C, transcurrido 6 días empieza la fase termófila la cual alcanza temperaturas mayores a 75 °C esta última fase tarda 7 días más, terminado ese tiempo entra en estado de enfriamiento donde el material ya está listo para alimentar a las lombrices.

Paso dos: mientras transcurrían los días para que la pre-composta estuviera lista, junto con los participantes se empezó a construir los canteros o camas para la implementación de la lombricultura rústica, aprovechando los materiales de la región, los canteros se diseñaron cerca de una fuente de agua y bajo la sombra de los árboles, con medidas de 1.20 m de ancho y 5.0 m de largo, los materiales utilizados fueron nylon negro para cubrir el suelo, estacas y rafia para delimitar la cama, además de reutilizar refrigeradores viejos, hielera y rejas aguacateras.

Paso tres: después de 15 días cuando el pre-composteo tenía la temperatura ambiente y los canteros ya estaban diseñados, los participantes incorporaron la mezcla del estiércol con paja a los canteros como alimento para las lombrices, se realizó la prueba de supervivencia que consisten en poner 100 lombrices y esperar 24 horas, después de este tiempo se observa si no se murieron es un indicador que el alimento ya está en condiciones para ser procesados por las lombrices, obteniendo resultados positivos se sembraron 10 kilos los cuales fueron obsequiados a los ejidos, explicando que las lombrices tienen enemigos naturales como son: pájaros, ratones, hormigas, gallinas y planaria.

Para evitar los ataques por los depredadores se dieron las recomendaciones adecuadas para el control:

Pájaros y gallinas: se controla poniendo una malla mosquitera sobre la cama de las lombrices.

Hormigas, ratones y planaria: se controla si la humedad de la cama se encuentra al 80%.

Si en las camas o canteros encontramos estos enemigos de las lombrices es un indicador que la humedad esta baja.

Se dieron visitas cada 15 días durante tres meses con la finalidad resolver dudas y documentar la evolución del cultivo.

Paso cuatro: después de tres meses el material ya tenía apariencia de tierra negra y no generaba ningún mal olor lo cual indicaba que ya era hora de cosechar, a los participantes se les enseñó diferentes tipos de trampas para recuperar las lombrices antes de cosechar la lombricomposta, lo cual una de ellas consiste en utilizar una arpillera y hacer montoncitos de material fresco poniéndolo arriba de la cama, después de una semana se retiró la trampa y con facilidad se cosechó el producto.

Se desarrollaron habilidades en la aplicación del abono en sus huertos familiares, siendo un producto que puede aplicarse a cualquier tipo de cultivo y así mejorar la estructura y fertilidad del suelo.

En el mes de junio del año 2015 se verificaron los avances en la familiarización del curso- taller el cual consistió en la aplicación de la evaluación final, la cual contiene las mismas preguntas que la inicial, con la finalidad de conocer el grado de conocimiento adquirido durante el proceso, se aplicó una encuesta por cada participante la cual consistía en 12 preguntas relacionado a la importancia del tema.

Por último se les pidió que contestaran un instrumento para evaluar al capacitador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia de la lombricultura

El rol de las lombrices en el mejoramiento de los terrenos de cultivos era bien conocido en el Antiguo Egipto. Una gran parte de la fertilidad del valle del Nilo dependía de estos animales. Por eso los faraones tenían previstos castigos muy severos a quienes los dañaran o contrabandearan. El gran filósofo griego Aristóteles las definió certeramente como "los intestinos de la tierra". Los romanos también supieron apreciar a las lombrices, aunque recién en el siglo XIX se explicó científicamente cuál era su verdadera función en el ecosistema. En su último libro, Charles Darwin demostró que en el transcurso de cuatro a cinco años las lombrices hacían pasar por su intestino la mayor parte de la capa arable del suelo. Para hacerse una idea de la magnitud de esta tarea vale el siguiente dato: Una hectárea de campo puede contener una tonelada de lombrices que procesan 250 toneladas de tierra por año. Se puede comprender mejor este prodigio si se tiene en cuenta que puede haber más de diez millones de lombrices por hectárea, equivalente a dos toneladas de biomasa. (De Sanzo y Rubén, 1999).

Schuldt, 2006, menciona que los comienzos de la lombricultura se remontan a la década de los años 40 en EE.UU., donde se sientan las bases para el cultivo intensivo de las lombrices rojas de California. Tras expandirse en EE.UU., esta técnica arriba a Europa, alcanzando relevancia en Italia a fines de los años 70, siendo notable la dimensión que alcanzan algunos establecimientos. La década de los 80 marca el inicio de un nuevo auge de la lombricultura, con miras al aprovechamiento de los residuos. En España constituye una práctica habitual desde hace más de un decenio, relacionándose su desarrollo con la expansión de su

mercado frutihortícola. En Brasil existen grupos empresarios que comercializan el humus producido por varias especies de lombriz. Un pionero de la lombricultura Argentina es Alberto Roth (Misiones, década del 50). Se desconoce cuál especie cultivaba, pero probablemente no era *E. foetida*. Kim Gagliardi figura como el introductor de *E. foetida* en el año 1984, pero sobre la base de datos de Righi, ya en 1979 se hallaba salvaje en las provincias de Santa Fe y Buenos Aires.

En México la lombricultura como actividad económica inicia en 1990, la primera empresa en establecerse lo hizo en el estado de México. La superficie en México destinada a esta práctica es muy reducida comparada con la cantidad de desechos orgánicos que se son liberados diariamente al medio ambiente, además de que existe el problema que los desechos domésticos, rastros municipales, etc. Son depositados en ríos o barrancas, provocando que se tenga mayor contaminación.

Existen más de 8.000 especies conocidas de lombrices en la tierra, de las cuales solamente 2.500 han sido clasificadas y tan solo tres de ellas han podido ser domesticadas.

Barbado, J.L. (2004) Indica que desde el punto de vista ecológico se las clasifica en:

EPIGEAS: viven sobre la superficie del suelo, se alimentan de materia orgánica y producen humus.

ENDÓGENAS: son las más conocidas, viven dentro del suelo, cavan galerías horizontales y comen y defecan tierra.

ANÉCICAS: viven dentro del suelo, cavan galerías verticales y durante la noche suben a la superficie del suelo para alimentarse de materia orgánica

2.2 Lombriz Roja Californiana

La lombriz roja californiana (*E. foetida*) es la lombriz más conocida y empleada en el 80% de los criaderos del mundo. Se le conoce como “lombriz roja Californiana” porque durante la década de 1950 en el estado de California (EE.UU.) se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y se instalaron los primeros criaderos. (Barbado, J.L., 2004, pag.19).

Se han clasificado en dos grupos de acuerdo con sus características: lombrices silvestres o comunes y las lombrices domésticas.

Dentro del segundo grupo, destaca la lombriz *E. foetida* o comúnmente llamada lombriz roja californiana, se le conoce con este nombre porque fue ahí donde comenzó a reproducirse de manera intensiva y se le detectaron las grandes bondades como un organismo capaz de generar un abono orgánico de excelente calidad. (González, G., *et al*, 2012).

2.2.1 Clasificación taxonómica y principales características de la lombriz (*Eisenia foetida*)

Cuadro 1. Clasificación taxonómica

Reino	Animal
División	Anélidos
Clase	Clitelados
Orden	Oligoquetos
Familia	Lombrícidos
Género	Eisenia
Especie	Foetida.

Fuente: (Díaz, E., 2002)

Clasificación taxonómica de la Lombriz *Eisenia foetida*

En el orden de los oligoquetos hay aproximadamente 1800 especies agrupadas en cinco familias distribuidas en todo el mundo. La familia de los lombrícidos tiene unas 220 especies con tamaños que oscilan desde unos pocos milímetros hasta más de un metro, pero la mayoría están comprendidas entre dos y 20 cm. (Díaz, E., 2002)

De modo arbitrario podemos clasificar las lombrices más comunes en dos grupos.

1. Grupo pigmentado de rojo, donde se encuentran entre otros, la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*), y la lombriz del compost (***Eisenia foetida***).
2. Grupo de lombrices grises, incluye entre otras a la lombriz pálida (*Octolasion lacteum*), una de las removedoras de tierra más activas.

2.2.2 Características morfológicas de la lombriz *Eisenia foetida*

La longitud de la lombriz normalmente es de 2.5 a 3.0 cm creciendo hasta 6.0 a 7.0 cm, su diámetro oscila entre los 3.0 y 5.0 mm, normalmente tienen un peso de 0.25g, es de color rojo oscuro, respira a través de la piel y el abdomen es más pálido que el resto del animal (Schuldt et al. citado por Hernández, D., 2009)

Las lombrices de tierra poseen un cuerpo segmentado, revestido externamente por una cutícula quitinosa, que es secretada por un epitelio subyacente, que consiste en una única capa de células cilíndricas, por debajo de las cuales se hallan las fibras musculares lisas, constituyendo un saco músculo-cutáneo donde las fibras externas se orientan siguiendo el contorno del animal (circulares), mientras que las internas se disponen paralelamente a lo largo (longitudinales). Las fibras internas se hallan revestidas por un epitelio plano (celotel), que delimita una cavidad segmentada, el celoma llena de líquido, que proporciona turgencia al cuerpo (esqueleto hidrostático). El líquido celómico puede derramarse a voluntad sobre la piel, dado que existen poros en el dorso de cada segmento. Al fluido se le atribuyen funciones bacteri-fungicidas. (Fig. 1).

Las lombrices adultas, externamente, en el tercio anterior del cuerpo, exhiben un engrosamiento anular, el clitelo, cuyas glándulas proveen la secreción que en contacto con el aire se endurece, proporcionando la envoltura del cocón (o puesta, que resulta de la cúpula) y su contenido nutritivo (líquido, albuminoideo) para los embriones que alberga en su interior, y que surgen de huevos pobres en reservas. (Schuldt, 2004).

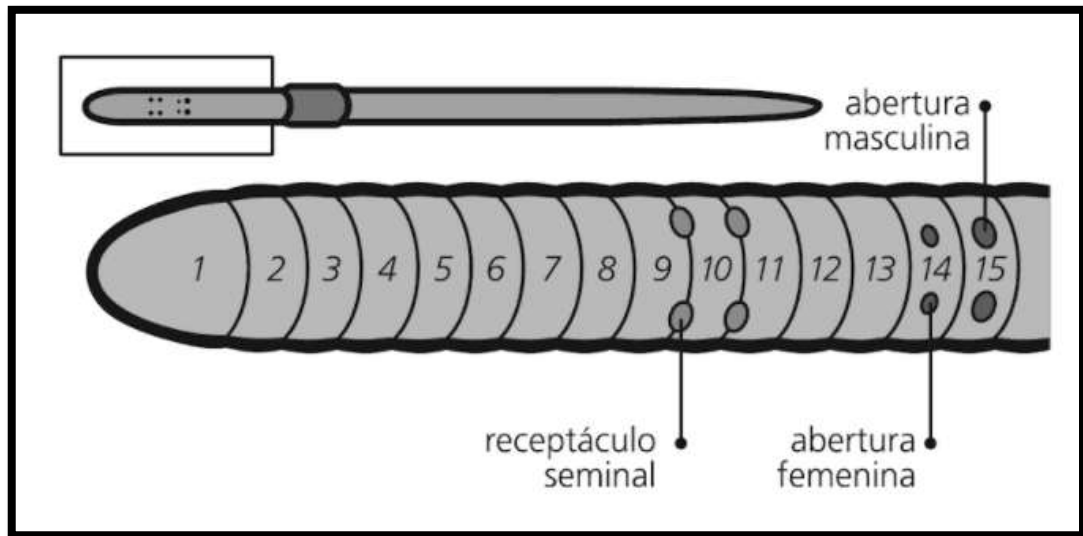


Figura 1. Tercio anterior (vista ventral) de un lumbricido (modificado de Kaestner, 1965).

Fuente: (Schuldt, 2004)

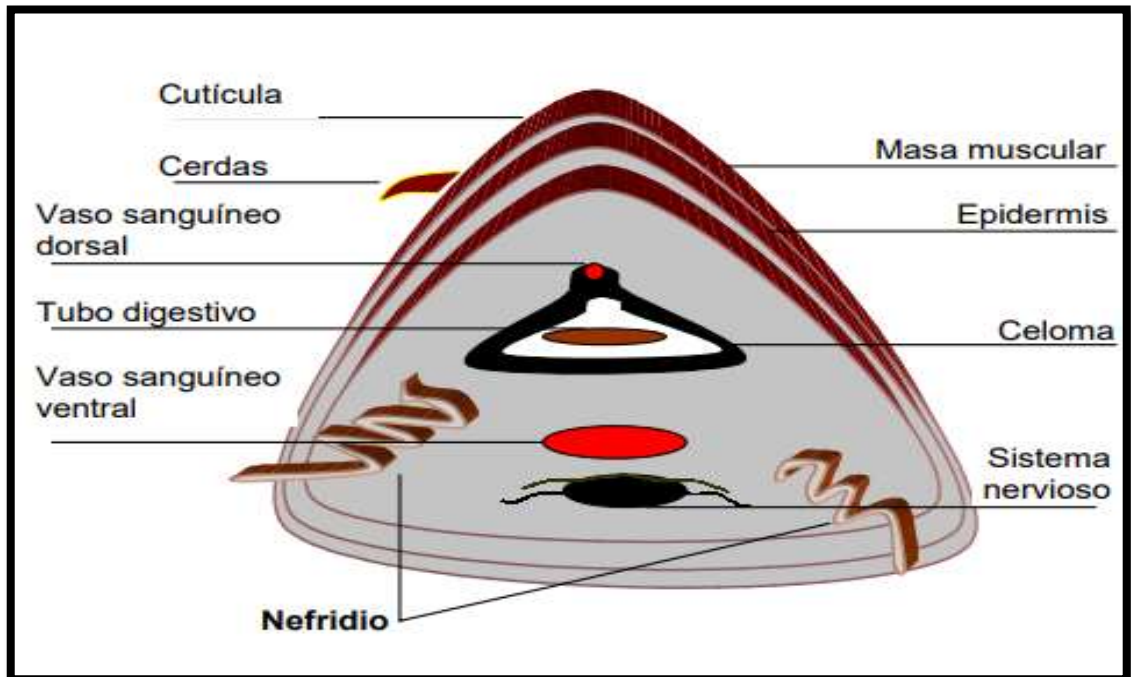


Figura 2. Corte transversal de Eisenia foetida.

Fuente: Díaz, E., 2002

2.2.2.1 Aparato Digestivo

El sistema digestivo de la lombriz inicia con la boca que se conecta a estructuras como la faringe, el buche, la molleja hasta llegar al intestino, el cual termina en el ano. Cada estructura cumple una función importante para poder llenar las necesidades alimenticias de las lombrices. Es importante mencionar que el alimento básico de la lombriz está compuesto por microorganismos, razón por la cual solo se alimentan de líquidos que los contienen. Al no tener la lombriz dientes ni mandíbulas obtienen su alimento por succión al presionar sobre la superficie una pequeña estructura presente en la boca que se conoce como prostomio o lengua. Como se muestra en la siguiente figura (Schuldt, 2004)

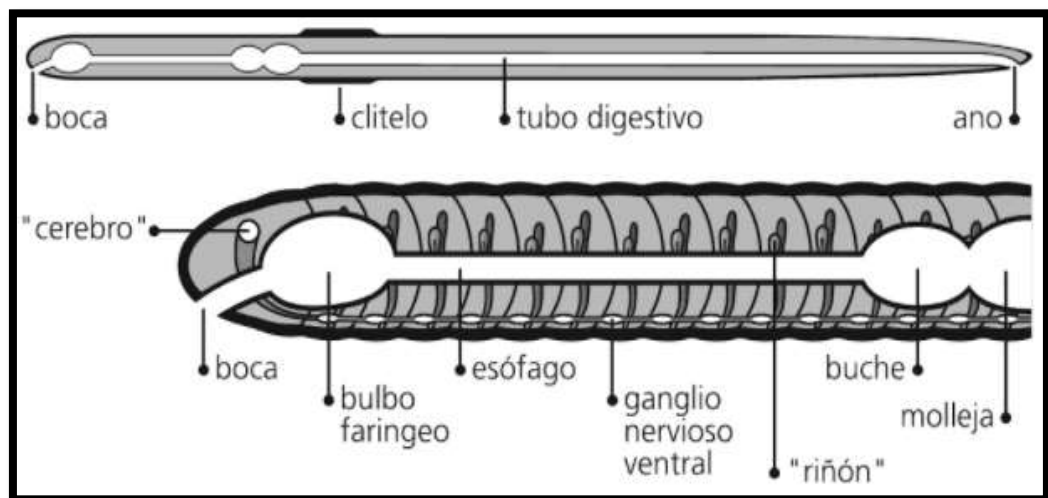


Figura. 3. Vista general de una lombriz adulta (corte long.) y tercio anterior (corte long.)

Fuente: (Schuldt, 2004)

Aparato digestivo, sistema nervioso y excretorio.

2.2.2.2 Aparato neurosensorial

La lombriz carece de ojos, posee en la piel células fotosensibles; es sensitiva a la luz y al estar expuesta mucho tiempo a ella, muere. El sentido del tacto se encuentra en la epidermis y éste es el centro de los nervios.

Las células neurosensoriales le permiten percibir vibraciones que le provocan estrés y la hacen reaccionar a la temperatura. A lo largo de la epidermis hay nervios especializados en responder al pH. También posee órganos gustativos que le permiten distinguir diferentes tipos de alimento (Pineda, J.A., 2006).

2.2.2.3 Sistema excretor

Los desechos líquidos lo realiza a través de una red de estructuras llamadas nefridios, éstos se encuentran de dos en dos en casi todos los segmentos del cuerpo; comprende un embudo ciliado, ubicado en la cavidad celómica anterior al vientre y comunica mediante un tubo con el exterior del cuerpo. Todo residuo es eliminado por la cavidad celómica y otra parte a través de la corriente sanguínea. (Pineda, J.A., 2006)

2.2.2.4 Sistema circulatorio

Es cerrado, la sangre circula por vasos sanguíneos. Los troncos principales del sistema consisten en un vaso que transcurre dorsalmente en la pared del tubo digestivo (sus contracciones conducen la sangre del extremo posterior al anterior) y otro ubicado ventralmente, entre el tubo digestivo y la cadena ganglionar (conduce la sangre hacia el extremo caudal). En los lumbrícidos el vaso dorsal y el ventral se

hallan unidos lateralmente, y en la región anterior del cuerpo suelen engrosarse conformando los denominados {{corazones}}. La sangre posee hemoglobina disuelta y escasos elementos celulares (Schuldt, 2004)

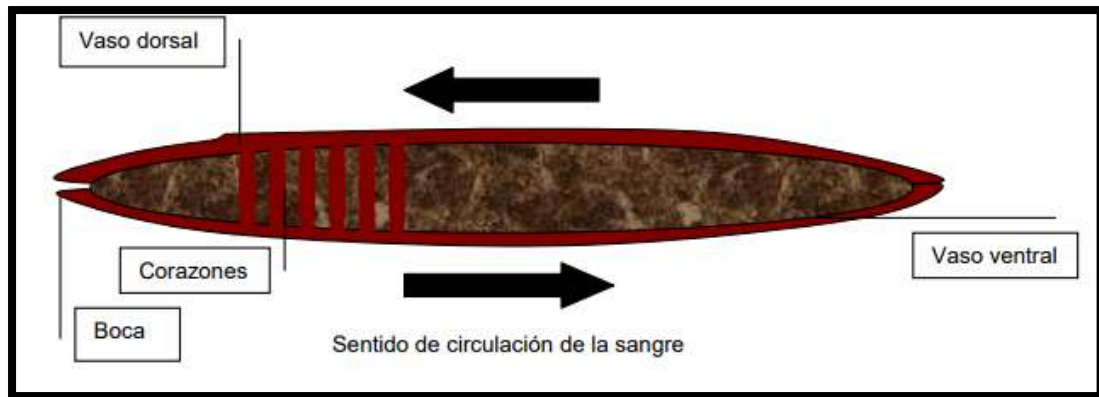


Figura 4. Sistema circulatorio de Eisenia foetida

Fuente: Fuente. Díaz, E., 2002

2.2.2.5 Sistema respiratorio

La función respiratoria se cumple a través de la epidermis. Es importante la humectación misma, cuando la humedad del medio es insuficiente, ya sea por secreción de mucus o efusión de líquido celómico, es necesaria dado que la quitina de la cutícula, cuando se halla seca, no permite la difusión de los gases. Las concentraciones elevadas de anhídrico carbónico (CO_2) no parecen limitar su actividad, si en cambio el no tener oxígeno. En este contexto es importante situar al agua como factor limitante en su justa dimensión, ya que existe la creencia de que las lombrices y Eisenia foetida en particular mueren tras pocos minutos de encharcamiento, cuando en experiencia a 20°C , vive varios días totalmente sumergida en agua, lo que no resulta sorprendente que conserva el aparato secretor de los antepasados acuáticos. En agua mueren cuando baja el tenor de oxígeno, lo que ocurre cuando se eleva la temperatura (la cantidad de oxígeno disuelto es función inversa de la temperatura) o bien cuando existe materia orgánica que

también consume el oxígeno, situación que impera en los cultivos, y que las lombrices contrarrestan ascendiendo en el sustrato hasta alcanzar la superficie; por ello es útil la cobertura con pasto, rastrojos o broza, que brinda albergue al grueso de la población de lombrices del cultivo.

2.2.2.6 Reproducción

Las lombrices como son hermafroditas incompletas no pueden auto fecundarse y deben realizar un acoplamiento con otras lombrices para poder reproducirse. Los sistemas masculinos y femeninos de las lombrices están localizados en la parte anterior; como resultado del acoplamiento de dos lombrices se producen huevos o capsulas uno por cada lombriz.

Durante la cópula cada lombriz recibe el espermatozoos de la otra y lo retiene en su espermateca hasta el momento de la reproducción. La madurez sexual se alcanza de un mes a mes y medio en la medida que la temperatura sobrepasa los 25 °C (Hernández *et al.*, 1996, citado por Díaz, D., *et al.*, 2008).

La fecundación se realiza a través del clitelo, cuyas glándulas producen el capullo o capsula de color amarillo y de 3.0 mm por 4.0 mm, estas capsulas se abren después de 12 a 21 días según la temperatura del medio donde se encuentre ubicadas, en cada huevo se albergan 2.0 o 20 pequeñas lombrices, la capsula contiene un líquido (albúmina) que constituye la fuente alimenticia de las pequeñas lombrices durante el periodo de incubación.

La actividad sexual de las lombrices esta disminuida en los meses calurosos, como también en los meses demasiados fríos y llega a su máxima capacidad de fecundación en los meses templados. Logra su madurez sexual a los tres meses y se considera adulta a esa misma edad. (Arango, J.F. y Díaz, D.M., 2010)

2.2.2.7 Ciclo de vida de la lombriz

Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos cinco o seis días se ponen rosas y a los 15 o 20 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse. (Inversanet citado por Tenecela, X., 2012).

Después de un periodo de incubación de 14 a 23 días. El tránsito pre madurez-madurez ocurre cuando adquieren un peso de 0.240 gramos (2.5-3 cm). Estas nuevas lombrices alcanzarán su madurez sexual a los dos meses de edad y se reproducirán cada siete días durante toda su vida (máximo: 4,5 años en condiciones de laboratorio y poco más de un año en campo). Estas recién nacidas alcanzan la madures sexual luego de seis a las diez semanas. Son inmunes a las enfermedades y tiene una increíble capacidad de regeneración. La longevidad de esta especie se estima en alrededor de 15 o 16 años. (Mendoza, L., 2008).

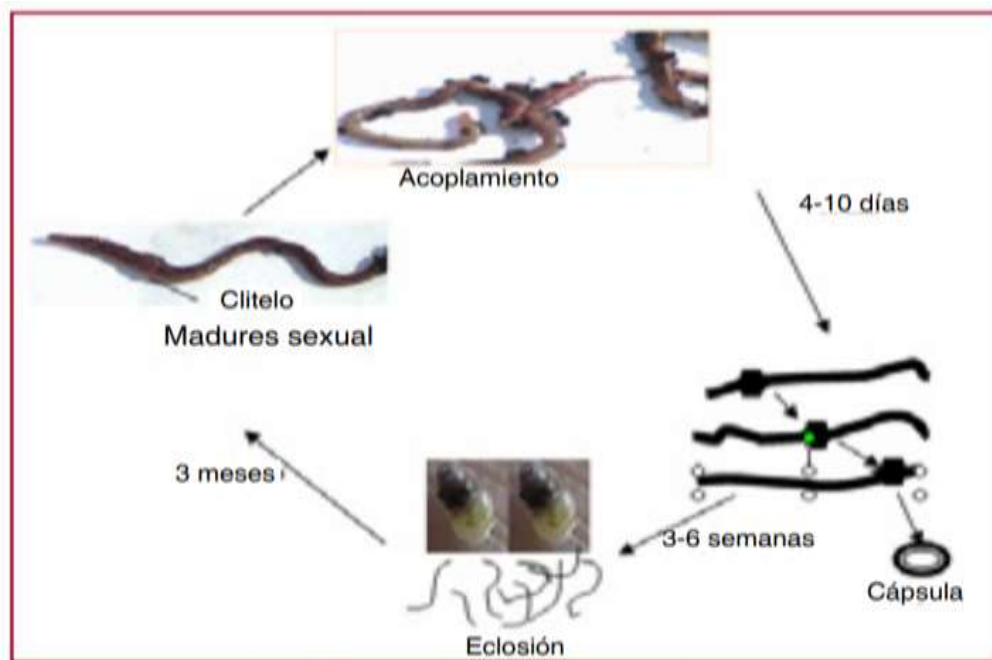


Figura 5. Ciclo de vida de la lombriz Eisenia foetida

Fuente: Pineda, J.A., 2006

2.2.2.8 Patologías de las lombrices

La lombriz californiana es un animal muy confiable dado que no sufre ni transmite enfermedades. Tampoco produce impacto ecológico ante una eventual fuga a un medio natural. En cambio, es común encontrar daños ocasionados por las condiciones de la cuna.

Puede ocurrir que el hábitat sea alterado por la acción de bacterias, aire, calor o frío, así como también escasez o abundancia de agua. Otras causas pueden ser:

La presencia de sustancias nocivas en la comida puede provocar una disminución de las lombrices y una pérdida de peso. En algunos casos afectan la musculatura de lombrices impidiendo su locomoción o el apareamiento.

Intoxicación proteica o "gozzo ácido". Este es un síndrome desencadenado por la presencia de un alto contenido de sustancias proteicas (no transformadas) en el alimento de las lombrices. Al ser atacadas estas proteínas por las enzimas digestivas de la lombriz, se produce amonio que inflama al animal y le provoca la muerte.

Le puede acompañar un proceso de descomposición debido a la proliferación de microorganismos cuya actividad genera gases y aumento de la acidez del medio. Las lombrices se ven entonces obligadas a ingerir alimentos con una elevada acidez que no alcanza a ser neutralizada por la limitada secreción de sus glándulas calcíferas. Por consiguiente, el proceso de fermentación continúa en el buche y en el ventrículo del animal agravando el estado inflamatorio. Los principales síntomas son: abultamiento anormal de la zona clitelar, que las lombrices se vuelvan rosadas o blancuzcas, que se queden en el fondo de la cuna y disminuyan su actividad o mueran, la aparición de ciertos ácaros acidificantes. Cuando pase esto es necesario controlar el pH de la cuna, removerla con suavidad para favorecer la oxigenación y suministrar abundante carbonato de calcio para regular las reacciones ácidas.

Para tener un buen criadero, es necesario tomar las siguientes normas de prevención:

1. Probar siempre el nuevo material, poniendo durante dos días algunas lombrices y controlando su estado de salud.
2. Controlar la temperatura y el agua.
3. Cuando se incorporen harinas comerciales o alimentos más fuertes, echarlos con precaución y en pequeñas cantidades (De Sanzo, C.A. y Ravera, A.R., 2000).

2.2.2.9 Enemigos de las lombrices

El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz. En estado silvestre, las daña con el uso de antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. En el criadero, los parásitos son un indicador de un manejo incorrecto por parte del lombricultor (por lo general baja humedad y lechos demasiado ácidos).

Los escarabajos, moscas, ácaros rosas, gorgojos, bichos bolita, babosas, compiten con las lombrices en el consumo del material alimenticio y alteran las condiciones del medio. No existen medios físicos eficaces para su control, salvo evitando que se instalen las colonias de parásitos mediante un buen manejo de las unidades de cría.

Cierto tipo de hormigas ingiere los azúcares de los alimentos destinados a las lombrices. Si se les molesta un poco humedeciendo la compostera terminan buscándose un sitio más tranquilo. También se puede disponer sobre el lecho cáscaras de papa, naranjas o melón para atraerlas y luego retirarlas.

Para eliminar los gorgojos se recomienda espolvorear la zona invadida con azufre o utilizar a modo de lanzallamas el quemador normal de gas, tipo "camping".

Entre los depredadores directos se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topos, ciempiés, milpiés, y algunos otros, que pueden causar serios daños en el criadero si no se colocan defensas apropiadas.

Los pájaros encuentran a las lombrices con facilidad, excavando la tierra con sus patas y pico, por lo que el lombricultor deberá cubrir el lecho con ramas o redes media sombra. De este modo se obtendrán dos beneficios: se protege al plantel del ataque de los pájaros y se evita la excesiva evaporación manteniendo regulada la humedad.

Las hormigas rojas y los ratones se comen a las lombrices, pero se los puede mantener alejados manteniendo una humedad del 80 % en los lechos de cría.

La planaria causa daños muy importantes en los criaderos comerciales. Se trata de un pequeño gusano platelminto, de cuerpo plano, de color oscuro con rayas a lo largo del cuerpo. Este parásito se adhiere a la lombriz y mediante un tubo absorbe sus líquidos corporales matándola.

Dado que las planarias se desarrollan y comienzan a depredar a las lombrices cuando el pH del medio desciende a menos de 7.5 (Meléndez y otros), es recomendable evitar estiércoles viejos (con más de 20 días de haber sido producidos) (De Sanzo, C.A. y Ravera, A.R., 2000).

2.3 La lombricultura

La lombricultura se define como una biotecnología que permite utilizar la lombriz de tierra con el propósito de reciclar desechos orgánicos de los cuales se alimenta (Duran citado por Ortiz, J.A., *et al.*, 2008).

Se define también como un método de reciclaje para el tratamiento de las deyecciones animales, como también de los desechos domiciliarios de tipo orgánico, ya que acelera el proceso de obtención de abonos de calidad, evitando contaminación en el ambiente. (Ortiz, J.A., *et al.*, 2008).

Schuldt, M., *et al.* (2007) de igual manera, lo define como una biotecnología limpia, de bajo costo, fácil de desarrollar y al alcance de cualquier familia o productor del ámbito agro-industrial que desee valorizar su residuo orgánico biodegradable, para convertirlo en humus.

2.3.1 La lombricomposta

La lombricomposta es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción. Es el resultado de la digestión de las lombrices que transforman en abono los residuos de cosechas como la paja del maíz y del frijol, la pulpa de café, el bagazo de la caña y el estiércol de ganado, al ingerir, titular, mezclar, movilizar y airear los residuos orgánicos, las lombrices favorecen el aumento y actividad de los microorganismos, por lo tanto, los desechos orgánicos se transforman en un material rico en nutrientes benéficos para el suelo. (Oscar, F., s/f).

2.3.2 Características de la Lombricomposta

Bardado, J.L. (2004) señala que la lombricomposta o vermicomposta llegan a presentar las siguientes características:

- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilados por las raíces. Por otra parte, impide que dichos nutrientes sean lavados por el agua de riego y así los mantiene por más tiempo en el suelo.
- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantines. La lombricomposta aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperaturas y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodo (plagas).
- Favorece la formación de micorrizas (organismos benéficos para las plantas).
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- Debido a su pH neutro y a otras cualidades favorables, aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo y diversificación de la microflora y microfauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los nitros del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana de la lombricomposta permite que las plantas

asimilen los minerales, como fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.

- Transmite hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras directamente del terreno a la planta.
- Protege el suelo de la erosión.
- Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro y los libera gradualmente, e intervienen en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- 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 consistencia a los arenosos.
- Aumenta la porosidad de los suelos aumentando la aireación.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos) debido a su capacidad de absorción.
- Evita y combate la clorosis férrica.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por sus altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, mejora las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.
- Aumenta la resistencia a las heladas.
- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos.

Por este motivo, además de sus propiedades como fertilizante, se emplea en canchas de golf para disminuir el alto consumo de agua que poseen estas instalaciones.

- Puede usarse en estado puro porque no presenta problemas de sobredosificación.

La lombricomposta, como todo abono orgánico, se usa en ambientes definidos con las estaciones en primavera y otoño. Se extienden sobre la superficie del terreno y se riega abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo.

Nunca debe de enterrarse porque sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la plantación, favorece el desarrollo radicular. Por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego.

La lombricomposta se puede almacenar por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad; la óptima es de 40 % (Barbado, J.L., 2004).

Cuadro 2. Composición de la lombricomposta

Humedad	30-60 %
PH	6,8-7,2
Nitrógeno	1-2,6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2,5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1-25%
Materia orgánica	30-70%
Carbón orgánico	14- 30 %
Ácidos fúlvicos	14-30%
Ácidos húmicos	2,8-5,8%
Sodio	0,02%
Cobre	0,05%
Hierro	0,02%

Fuente: Barbado, J.L., 2004

Cuadro 3. Microflora contenida en el abono de lombrices

Microorganismos	Nivel	µg equiv. / g seco
Bacterias del suelo	Alto	110 millones
Actinimorfos	Medio	3,100 millones
Hongos	Medio	10,700 millones

Población bacteriana específica para los ciclos de C, N, y P		
Bacterias celulolíticas	Células/gramo	45
Bacterias que degradan almidón	Células/gramo	8,450 millones
Bacterias amino-oxidantes	Células/gramo	1.40 millones
Bacterias nitrito-oxidantes	Células/gramo	1.40 millones
Bacterias nitro fijadoras libres	Células/gramo	45
Bacterias solubilizadoras de fósforo	Células/gramo	1,350

Fuente: (Velazco y Fernández, 1989) (Tomada de Ortegón, 2016)

Cuadro 4. Contenido de fitohormonas en el abono de lombrices

Fitohormonas	Nivel	µg equiv. / g seco
Citoquininas (IPA)	Medio	0.80 – 1.22
Giberelinas	Medio	1.80 – 2.75
Auxinas	Medio	1.80 – 3.80

Fuente: (Grappelli, Galli y Tomat, 1987) (Tomada de Ortegón, 2016)

2.3.3 Compostaje

El proceso de compostaje es la transformación biológica de los residuos orgánicos llevada a cabo por los microorganismos debido a la cual, elementos químicos como N, C, K, P, y S de compuestos complejos se liberan; sustancias como la celulosa y la proteína entre otras se degradan en otras más simples sin olor desagradable y así son ingeridas por las lombrices. (Díaz, E., 2002).

La descomposición en general se logra de 2 formas:

Aérobica o rápida, con liberación de CO_2 , H_2O y energía calorífica (1g De glucosa = 500 Kcal.)

Anaeróbica o lenta, libera SH_2 , CH_4 , NH_3 , poco CO_2 , menos energía (1g De glucosa = 26 Kcal.).

2.3.4 Principios de compostaje

La relación C/N: Es importante conocer las relaciones de C/N (Carbono/Nitrógeno) de todos los residuos para evitar demoras y controlar la calidad.

Con la relación C/N alta superior a 50/1 (mezclas con viruta) demora 5-6 meses y con relación baja de C/N de 10/1 (excremento de gallina) también se tarda, pues los macroorganismos no obtienen el carbono para iniciar el proceso que incorpora 1/3 a su cuerpo y elimina los 2/3 sobrantes en forma de dióxido de carbono.

El nitrógeno de las proteínas puede perderse en forma gaseosa (amoníaco). Para evitarlo debe mantenerse la masa húmeda (con agua en forma hidróxido de amonio reteniendo nitrógeno). También se puede usar sulfato de calcio (yeso)

formando sulfato de amonio (forma retenida de nitrógeno) y carbonato de calcio. Otra forma es emplear tierras arcillosas, como tierra diatomea (Díaz, E., 2002).

Es importante elevar la relación C/N con agregado de pajas (celulosa). Si trabajamos con estiércoles frescos (alto contenido de agua y celulosa), no mejoraremos ni química ni físicamente los suelos.

Si incorporamos estiércol sin compostaje previo, observaremos una baja inmediata de nitrógeno asimilable por las lombrices, ya que los microorganismos los utilizan para su reproducción (Díaz, E., 2002).

2.3.5 La relación C/N ideal para comenzar el compostaje

Del contenido total de carbono en el sustrato o mezcla de residuos orgánicos, 2/3 del carbono se elimina como sobrante por los microorganismos y el tercio restante se inmoviliza como parte del cuerpo microbiano dando una relación de 10/1, óptima para alimentar lombrices.

Un activador del compost es la cama de pollo: acelera la descomposición y evita la fermentación pútrida por ser una sustancia con acción microbiana intensa; hongos y elementos nutritivos y el sulfato de amonio: 300 g o superfosfato: 150 g cada 2 m² de pila de 0.70 m de altura (Díaz, E., 2002).

2.4 Principales factores que participan en el compostaje

2.4.1 Microorganismos

La conversión de la materia orgánica cruda biodegradable en materia orgánica humificada es un proceso microbiológico, llevado a cabo por microorganismos: Actinomicetos y hongos.

En el comienzo de la descomposición, en la fase mesófila aerobia, predominan bacterias y hongos productores de ácidos. Al aumentar la temperatura y pasar a la fase termófila predominan bacterias, actinomicetos y hongos termófilos y termotolerantes. Las poblaciones microbianas se ubicarán según el oxígeno disponible en la masa. Los microorganismos pueden protegerse encapsulándose o formando esporas pueden soportar temperaturas de hasta 75°C o más (Díaz, E., 2002).

Pasando la fase termófila, el compost va perdiendo calor retornando a la fase mesófila, generalmente más larga y efectiva que la primera, terminando en la fase criófila, cuando la temperatura es igual la del ambiente. En esta podemos observar una variada fauna saprófita: Hormigas, ciempiés, gusanos blancos, etc. todos éstos, indicadores de la finalización del compost.

Residuos muy pajosos y/o pobres en microorganismos, pueden compostarse si los impregnamos con algún inoculante (microorganismos) de estiércoles de animales, residuos domiciliarios, tortas oleaginosas. Entrando en degradación inmediata por el doble efecto que causa la inoculación y la regulación de la relación C/N (Díaz, E., 2002).

En condiciones que sean favorables, los microorganismos autóctonos se multiplican rápidamente, especialmente con buena aireación y humedad.

Los hongos y actinomicetos, menos exigentes en humedad, abundan entre los 5.0-15.0 cm. y se visualizan en forma de finos hilos de color blancuzco en forma de tela de araña.

Las bacterias generalmente se ubican en el centro de la pila, con temperaturas de 60-70°C, ocurriendo allí las mayores alteraciones de la materia orgánica.

Los hongos y actinomicetos descomponen los materiales más resistentes de la celulosa, hemicelulosa, lignina y quitina (material constituyente del esqueleto de los insectos) (Díaz, E., 2002).

2.4.2 Humedad

El agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, saturando una masa de materia orgánica, los espacios vacíos se inundarán con agua sin lugar para el aire. Inversamente, deshidratándola, todos los espacios vacíos serán ocupados por aire.

Cuanto más finas sean las partículas del compost, mayor será la retención del agua, así, por ejemplo, los estiércoles pueden retener de 79 a 80% de agua, las cáscaras, pajas y otros materiales fibrosos y groseros, retiene de 60 a 70% de agua. (Díaz, E., 2002).

La materia orgánica en compostaje tiene una humedad óptima cercana al 60%, (si un puñado de material se aprieta fuertemente y apenas gotea, la humedad es la correcta) siendo sus límites entre 40 y 70% (Díaz, E., 2002).

Materiales más gruesos y fibrosos pueden iniciar el proceso de descomposición aeróbico sin peligro de anaerobiosis con porcentajes de humedad superiores al 60%. Los materiales más finos tienen tendencia a compactarse necesitando que la humedad inicial para el compostaje sea inferior al 60% (Díaz, E., 2002).

Debajo del 12% de humedad, cesa prácticamente la actividad microbiológica tornándose el proceso de descomposición muy lento. Por ello es muy importante el control de la humedad. La acción del viento es más fuerte para la extracción de humedad que la acción del sol.

Se recomienda realizar el compostaje en terrenos altos que evite anegamientos en épocas de lluvias, sobre todo hacia el final del proceso (la granulometría es más fina y absorbe más agua) (Díaz, E., 2002).

2.4.3 Aireación

Se necesita que proliferen microorganismos aeróbicos que requieren oxígeno para efectuar su metabolismo. Si proliferan los anaeróbicos, tendremos sus productos metabólicos como metano, ácido sulfhídrico y amoníaco con su resultado de malos olores, moscas y sus larvas (Díaz, E., 2002).

El consumo de oxígeno depende de la temperatura, humedad, granulometría, composición química de la masa y de las remociones efectuadas en función de las temperaturas muy altas.

2.4.4 Temperatura

El metabolismo de los microorganismos aeróbicos es exotérmico, existiendo cierto grupo de microorganismos que tiene una franja de temperatura óptima de desenvolvimiento.

La actividad microbiana del material trabajado en grandes montones puede elevar la temperatura hasta los 80 °C. Estas temperaturas son deseables para destruir larvas, huevos, semillas de maleza y muchos organismos patógenos, aunque no es bueno tener muchos días de temperaturas de 75°C por la pérdida de nitrógeno, restricción del número de microorganismos, pueden insolubilizarse proteínas solubles en agua y provocar desprendimiento de amonio, sobre todo si la relación C/N es baja. En este caso se agrega material rico en carbono, como el material leñoso (Díaz, E., 2002).

El desenvolvimiento de la temperatura está relacionado con varios factores:

- Contenido de proteínas
- Relación C/N baja eleva más la temperatura
- Materiales molidos con granulometría fina, elevan menos la temperatura.

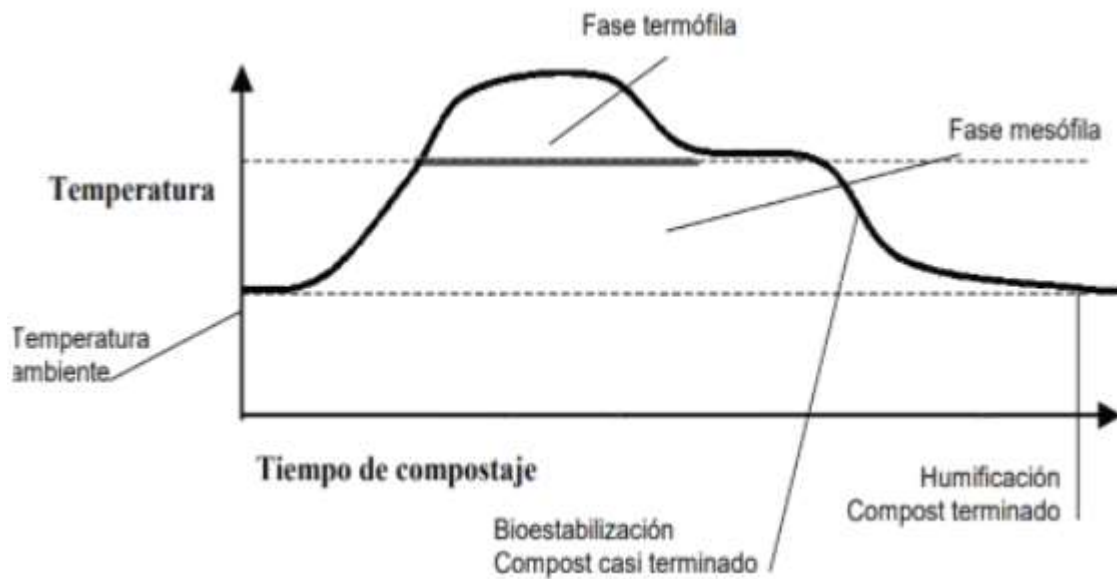


Figura 6. Curva de temperatura

Fuente: Díaz, E., 2002

La figura anterior muestra un patrón de temperatura que parte de la ambiental, pasa rápidamente a la fase mesófila, sube a termófila formando una meseta al mantenerse un tiempo más largo que la fase anterior. Prosiguiendo la descomposición sin déficit de humedad y oxígeno, la temperatura bajará a una nueva meseta de mayor periodo de tiempo que el anterior.

En un periodo de 15 a 20 días se llega a la total humificación de la materia orgánica, finalizando el período de compostaje donde la temperatura bajará aproximadamente a la del ambiente. (Díaz, E., 2002).

2.4.5 Relación Carbono/Nitrógeno

En términos generales, los microorganismos adsorben 30 partes de C por cada parte de N. El carbono se utiliza como fuente de energía siendo 10 partes incorporadas al protoplasma celular y 20 partes eliminadas como dióxido de carbono

(CO₂). Esta razón de 10:1 que tienen los microorganismos es la misma que tiene el humus (Díaz, E., 2002).

Un ejemplo ayudará a comprender: supongamos que 100 Kg de materia orgánica tengan aproximadamente 52% de carbono; los microorganismos asimilan 1/3 de él en sus protoplasmas, incorporando 17.3 Kg de carbono y eliminando 34.7 Kg.

Como para la incorporación es necesaria la relación 10:1, para asimilar 17.3 kg de carbono hace falta 1.73 kg de nitrógeno. Si existe exceso de C en relación al N (relación C/N alta), el carbono se consume o elimina en cuanto que el nitrógeno va siendo reciclado, pues los microorganismos que mueren cederán el nitrógeno de sus esqueletos. De este modo, un material con una relación 80/1, por descomposición va perdiendo carbono. A medida que el nitrógeno se recicla, baja la relación hasta llegar a 10/1, cuando se estabiliza en forma húmica (Díaz, E., 2002).

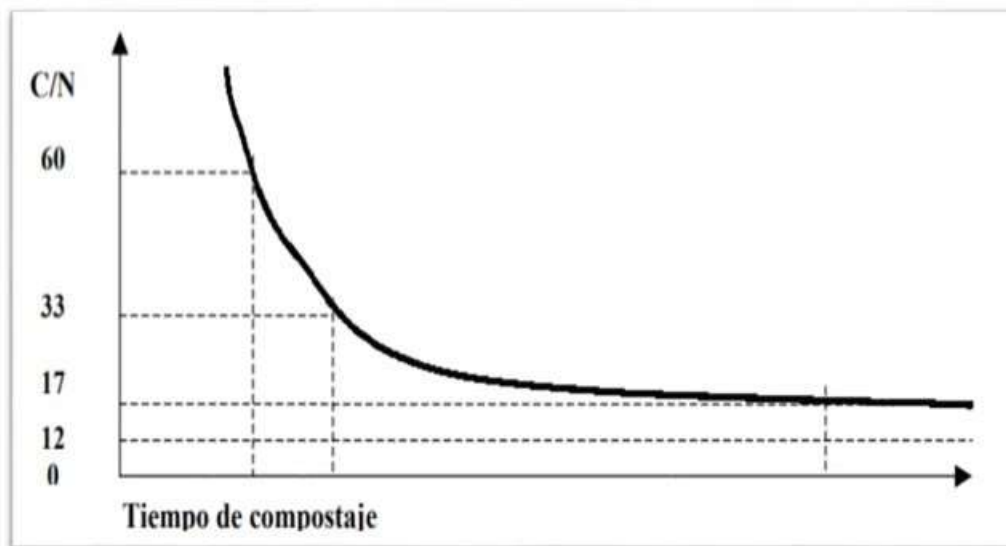


Figura 7. Fases de compostaje

Fuente: Díaz, E., 2002

2.4.6 Tamaño de partículas

La descomposición puede ser acelerada por la molienda de los materiales porque permite mayor superficie de contacto facilitando la invasión microbiana (Díaz, E., 2002).

2.4.7 PH

El pH inicial en las pilas de compost es ligeramente ácido (pH 6) como la savia y el líquido celular de muchas plantas. La producción de ácidos orgánicos causa su acidificación durante la etapa inicial de la maduración del compost, pero al aumentar la temperatura también aumenta el pH, estabilizándose en valores de 7.5 y 8.5 (Díaz, E., 2002).

Resumiendo, podemos encontrar cuatro etapas en el compostaje:

1. **Criófila:** hasta 35°C. Dura entre 4 o 5 días.
2. **Mesófila:** entre 35° y 45°C. Actúan hongos y bacterias mesófilas. El pH es de 7 o menos. Dura de 5 a 10 o 12 días más.
3. **Termófila óptima:** 70°C.

Cuando la temperatura es mayor a 70 °C los microorganismos se inactivan, acarrea pérdida de nitrógeno, libera oxígeno y los microorganismos mueren. Sostenida entre 50° y 70° se rompen las cadenas proteicas y se eliminan los microorganismos patógenos. A 70° hay fermentación y no hay oxidación, actúan bacterias y hongos como los actinomicetos que se presentan como ceniza. El pH es mayor de 7 hasta 8. Dura de 10 a 20 días (Díaz, E., 2002).

La última etapa es llamada bioestabilización: Luego que se voltea (a veces no se necesita más que un solo volteo) se reinician la segunda y tercera etapa hasta que la temperatura baja y al voltear nuevamente se estabiliza.

Bioestabilización: El pH es alrededor de 7 y la temperatura entre 10 y 20°C máximo.

2.5 Características de las excretas usadas como alimento

El alimento que se usa para las lombrices es materia orgánica, parcial o totalmente descompuesta, de origen diverso que pueden ser residuos de cosechas o agroindustriales, aserrín, basura y estiércol de animales. Se recomienda utilizar estiércol de ganado bovino o caprino, de acuerdo a la disponibilidad que se tenga en la región, para así facilitar el proceso y no tener que buscar otras fuentes.

No se recomienda usar estiércol fresco, ya que al colocarse en el lecho comienza a fermentarse debido a la presencia de microorganismos y materia orgánica predigerida, liberándose principalmente amoníaco y ácido sulfhídrico, los cuales son nocivos para las lombrices. Además, la fermentación puede aumentar las temperaturas por arriba de los 70° C, matando las lombrices. Tampoco es recomendable usar estiércol viejo, con más de 20 días de haber sido excretado, ya que ha perdido la mayor parte del nitrógeno y su pH puede ser altamente ácido, y contiene menos carbono y nitrógeno (Gómez, S., *et al.*, 2013).

El estiércol maduro es más recomendable para usarse como sustrato para las lombrices, ya que tiene entre 10-18 días de haber sido excretado por el animal, su olor es más soportable, el pH se encuentra estabilizado entre 7-8. El estiércol maduro o estabilizado se puede obtener de diferentes maneras. La forma más simple es dejarlo secar al sol durante un período mínimo de 18 días, esto produce un

material deshidratado que ha perdido parte del nitrógeno soluble. Antes de ofrecerlo a las lombrices se debe agregar agua para alcanzar una humedad entre 70-80%. Es importante también que el estiércol cumpla con una relación C:N de 30:1. Para lograr esto, se debe mezclar con materiales ricos en carbono como residuos de cosechas, recortes de pasto, viruta, aserrín, papel o cascarilla de arroz. (Gómez, S., *et al.*, 2013).



Figura 8. Estiércol fresco con paja
[Fotografía de Carlos Mazariegoz]. (Ciudad Hidalgo, Chiapas. 2009)
Realizando la mezcla para el pre-composteo



Figura 9. Estiércol maduro
[Fotografía de Santiago Mazariegoz]. (Ejido La Ventura, Saltillo, Coahuila.2015)



Figura 10. Estiércol viejo

[Fotografía de Nelvi Pérez]. (Ejido de San Sebastián, Saltillo, Coahuila. 2015)

La manera más recomendable para obtener estiércol estabilizado es a través de un pre-composteo. En este caso, el estiércol es manejado como en el composteo tradicional y su calidad es mayor como alimento para las lombrices en comparación con el estiércol madurado al sol. Para pre-compostear el estiércol se debe seguir las recomendaciones hechas en la sección de composteo. El pre-composteo consiste en someter a las excretas a la fase activa o bioxidativa, esto es, fase de calentamiento, fase termofílica y fase de enfriamiento. Una vez que la composta se enfría se debe usar como alimentación. En donde se llevará a cabo la humificación de la materia orgánica, de manera similar a lo que sucede en la fase de maduración tradicional (Gómez, S., et al., 2013).

Antes de usar la pre-composta como sustrato, se recomienda realizar una prueba de supervivencia de las lombrices para estar seguros de que la fermentación del sustrato se realizó adecuadamente y que se han estabilizado las condiciones de pH y temperatura. La prueba consiste en colocar en un recipiente (que puede ser una caja de plástico) una capa de 10 cm del sustrato y depositar en el centro 50

lombrices adultas. De preferencia, se debe tomar una muestra de sustrato de diferentes partes de la pre-composta, de cada uno de los lados y del centro. Si el sustrato es adecuado las lombrices se van introduciendo poco a poco para adaptarse al nuevo ambiente y empezar a consumir el alimento

Después de 24 horas se revisa el estado en que se encuentran las lombrices. Si se murieron más de cinco significa que las condiciones del sustrato no son las adecuadas. Por lo que será necesario revisar la humedad, el grado de aireación, la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica y el contenido de proteína para identificar el problema y hacer las correcciones necesarias. En condiciones normales, se pueden morir una o dos lombrices, aun a pesar de que el sustrato sea adecuado; pero lo más importante, es que el resto de las lombrices se distribuyan homogéneamente. Esto indica que el sustrato es apto para ser colocado en el lecho de las lombrices. También es importante asegurar la calidad, por lo que se recomienda realizar cuidadosamente todos los procedimientos que se requieren en la preparación del nuevo sustrato, al menos durante el primer año y hasta que se logren realizar de manera rutinaria (Gómez, S., *et al.*, 2013).

2.5.1 Trabajos periódicos en las áreas de composteo

Los aspectos importantes que se deben tomar en cuenta durante el pre-composteo (o compostaje para las lombrices) son: Aireación periódica del montículo y riego frecuente para lograr una humedad constante del 65 al 70% aproximadamente.

a) Riego:

- Por goteo: 3 horas cada 2 días.
- Por aspersión: 2 horas cada 3 días variable de acuerdo al caudal.
- Con manguera: 1 riego por semana hasta el final.

La atención al proceso será el mejor indicador sobre la periodicidad de los riegos, ya que de igual manera estos pueden variar según factores ambientales.

b) Remoción

- Dos veces por semana.

c) Controles sanitarios

- Ventilación
- Registro de temperatura
- Registro de pH
- Registro de humedad.

2.5.2 Condiciones ambientales para el desarrollo

La posibilidad de utilizar lombrices epigeas en la biodegradación de los residuos orgánicos, así como en la obtención del abono y proteína de lombriz, depende de una serie de factores que hay que tener en cuenta para el correcto desarrollo del proceso del pre-compostaje: La naturaleza, características y acondicionamientos de los residuos orgánicos o materiales dentro de unos límites adecuados para el crecimiento, reproducción de las lombrices y el correcto control del proceso. (Moreno y Moral, 2008).

Humedad

La exigencia de un medio ambiente húmedo para las lombrices está directamente relacionada con el mecanismo respiratorio de las mismas, ya que el intercambio gaseoso ocurre a través de la epidermis húmeda. Esto implica que durante el periodo de la producción la humedad se controle mediante riegos

periódicos para mantenerla cercana a los óptimos. Las lombrices implicadas en los procesos de obtención de humus, *E. foetida* y *E. andrei* pueden sobrevivir entre un 50 y 90% de humedad, encontrándose su óptimo alrededor del 85% (Domínguez y Edwards, 1997; Edwards, 1988 citados por Moreno y Moral, 2008).

Acidez o pH

Al igual que la temperatura el pH es sumamente importante; lo ideal es que se encuentre entre 6.5 y 7.5, un pH básico o ácido puede ocasionar serios problemas a las lombrices y llegar a ocasionar su muerte. El método más eficiente para medir el pH es utilizando la misma lombriz, ella indicará si el material estará listo para poder vivir en él. (SAGARPA).

Temperatura

La temperatura, junto con la humedad, es el factor que más afecta a la actividad metabólica, crecimiento y reproducción de las lombrices, deben llevarse a cabo en temperaturas comprendidas entre 10 y 35 °C. *E. foetida* se desarrolla óptimamente a 25 °C, aunque su carácter epígeo les permite sobrevivir entre 0 y 35 C (Domínguez, 2004 citado por Moreno y Moral, 2008).

Aireación

El sustrato orgánico debe tener condiciones de aireación óptimas para el desarrollo de las lombrices y funcionamiento del proceso de la lombricomposta. Este parámetro depende de las condiciones físicas del propio medio, aunque las lombrices con su propio desplazamiento a través de galerías y actividad contribuyen a la aireación. La cantidad de oxígeno necesaria puede verse reducida por un exceso de agua, compactación del material debido a una estructura demasiado densa y por exceso de peso. Concentraciones de oxígeno entre 55 y 65 % (Edwards y Bohlen, 1996 citado por Moreno y Moral, 2008).

Densidad de población

La densidad de población puede afectar al desarrollo adecuado del proceso del lombricomposteo, ya que una elevada densidad traería consigo una competencia entre los individuos volvería lento el proceso (Domínguez citado por Moreno y Moral, 2008).

En condiciones naturales, la colonización está controlada directamente por la temperatura, humedad y disponibilidad de alimento dando como resultado una producción baja de biomasa. En cambio, en condiciones artificiales, las lombrices presentan una dinámica poblacional diferente debido al gran aporte de alimento y a que las condiciones ambientales suelen estar controladas (Moreno y Moral, 2008).

Observaciones sobre el crecimiento y reproducción de *E. foetida* han puesto de manifiesto que existe un mecanismo de autorregulación, por el cual la abundancia total de las lombrices se estabiliza alrededor de un cierto número de individuos. A corto plazo se observa que el crecimiento y la tasa de reproductividad parecen estar asociados con la fase de colonización y, una vez finalizada esta fase, las literas tienden a superpoblarse. En este momento, disminuye la tasa productiva, apreciándose una disminución del tamaño de las lombrices, a pesar de la abundancia de alimento.

2.6 Beneficios de la lombricultura

Vásquez, J. e Iannacone. (2014) indican que la lombricultura presenta las siguientes ventajas:

- Favorece la ecología al reducir problemas de contaminación generados por desechos orgánicos sólidos.

- Transforma los desechos orgánicos en productos o coproductos de gran beneficio para el hombre.
- El abono de lombriz presenta una alta carga microbiana que le permite participar directamente en la regeneración de suelos.
- Los nutrimentos en el abono de la lombriz están en forma disponible para las plantas; su contenido respecto a ciertos elementos en particular varía en función del alimento que consume la lombriz
- El contenido de proteína presente en las lombrices permite que puedan utilizarse como complemento en la alimentación humana y animal.

El beneficio ecológico de la lombricultura radica principalmente en minimizar la contaminación de los residuos orgánicos, al reutilizarlos, además, en la producción de abono que se emplea en la recuperación y regeneración de suelos. La lombricomposta a diferencia de los fertilizantes químicos provee a las plantas de los nutrientes conforme estas lo necesitan (SAGARPA, 2009).

2.7 Importancia de las lombrices en la naturaleza

Se ha identificado que las lombrices de tierra viven permanentemente en el suelo o en acumulaciones orgánicas, representan del 60 al 80 % de la masa animal del suelo, la masa de las lombrices puede alcanzar de una a tres toneladas por hectárea, en los prados de las regiones templadas, son particularmente abundantes en los suelos húmedos, de alta productividad y pH neutro. (Motalib, *et al.* 1990 citado por Quintero, 2004)

Se ha observado que las galerías subterránea de las lombrices tienen un diámetro del orden de cuatro milímetros y alcanzan longitudes que varían de cien a más de ochocientos metros, con esto favorecen la penetración del agua, del aire y de las raíces, estas galerías aseguran el drenaje y ventilación del suelo. Existe una

relación muy estrecha entre la biomasa media de las lombrices anécicas (1t /h) asegura una circulación de 280 mm de agua por hora, con la cual es posible la filtración del agua a capas profundas, las lombrices limitan la escorrentía y la erosión del suelo.

La actividad mecánica de las lombrices también se traduce en el transporte y la mezcla de los componentes del suelo, así como en la formación de grumos de un gran interés agronómico. Al excavar sus galerías ingieren un volumen importante del suelo que transportan y luego vierten en el mismo suelo o en la superficie. La masa de residuos de las lombrices se ha evaluado en 300 t/h/año en zonas templadas, con una variabilidad según la especie, la estación y el tipo de suelo. En las zonas tropicales, donde la elevada temperatura aumenta la actividad de las lombrices, esta masa de residuos se estima entre 850 y 1,150 t/h/año, de las que 25 t son depositadas en la superficie. (Quintero, 2004)

En los ecosistemas forestales, las lombrices también desempeñan un papel esencial, por ejemplo, una biomasa de lombrices de 10 g/m² puede consumir anualmente 600 kilogramos de hojas acumuladas en un bosque templado, lo que corresponde al 20% de la cantidad total de hojas que caen en la superficie. Independientemente de su acción sobre el suelo, las lombrices ocupan un lugar importante en los ecosistemas, como fuente de alimento de numerosos animales fundamentalmente vertebrados, y también algunos invertebrados (Motalib, *et al.* 1990 citado por Quintero, 2004).

2.8 Tipos de criaderos de la lombriz roja californiana

Existen varias técnicas de cría que van desde las que se realizan al aire libre en pilas de desechos orgánicos, en cajones pequeños, hasta la producción industrial

que se realiza en fosas, bien sea en campos descubiertos o cubiertos y en lechos superficiales especialmente. (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2005)

2.8.1 Cría doméstica

La lombricultura familiar puede realizarse tanto en el interior como exterior de la vivienda (terrazas y jardines) este sistema de producción doméstica puede realizarse tanto en cajones, rejillas, botes, tinas y tolvas en espacios reducidos, el cual permite una producción intensiva. La lombricultura doméstica puede aprovechar una fracción importante de los residuos orgánicos transformándolos en un abono para las plantas del hogar.



Figura 11. Cría doméstica

[Fotografía de Lorenzo A. López]. (San Luis de la Paz, Guanajuato. 2016)

2.8.2 Cría en cajones

La cría doméstica más sencilla es empleando cajones de madera o de polietileno (con orificios en el fondo). No requiere acondicionamiento previo, primero se coloca las lombrices en un extremo del cajón y se le empieza a suministrar diariamente alimento. (Tenecela, X., 2012).

- Los residuos se deben cubrir con un cartón para evitar la presencia de moscas y otros insectos.
- Una vez saturado el primer cajón de la lombricomposta, se toma un pie de cría para la creación de un nuevo cajón.
- Los cajones no deben estar expuestos a pleno sol ni a la presencia de los enemigos naturales.
- Cuando el producto resultante se transforme en una masa oscura las lombrices deben ser retiradas. Para ello se dejan unos días sin alimento. Seguidamente se extiende sobre el medio de cría una capa de 5 cm de los residuos orgánicos disponibles en ese momento, pasando una semana las lombrices suben a comer y pueden ser retiradas.
- El compostaje resultante puede conservarse en cajones u otro tipo de recipiente donde la humedad se pueda mantener de 30-40%.
- Las lombrices extraídas sirven para iniciar nuevos cajones.



Figura 12. Ejemplo de lombricultura en cajones

[Fotografía de Nelvi Pérez]. (UAAAN, Saltillo, Coahuila. 2015)

2.8.3 Cría en tolvas

Este sistema permite la cría continua de lombrices en un solo contenedor. Los cuidados necesarios son similares a los de la cría en cajones, pero habrá que tener en cuenta que las adiciones de materia orgánica son colocadas directamente sobre las lombrices, y éstas pueden tener exceso de calor al comenzar la fermentación. Para evitar este tipo de inconveniente se deben alterar los depósitos de residuos orgánicos, colocándolos una semana sobre el lado izquierdo del contenedor y la siguiente sobre el lado derecho. (Tenecela, X., 2012)



Figura 13. Cría en tolvas

[Fotografía de Alonso Reyes](Col. Ignacio Zaragoza, Frontera Hidalgo, Chiapas. 2014)

2.8.4 Cría intensiva

La lombricultura intensiva se realiza en una estratificación de material orgánico descompuesto llamado lecho sobre el cual se incorporan las lombrices.

En condiciones ideales de cría intensiva la longevidad de las lombrices se incrementa, siendo de pocos meses en estado silvestre hasta varios años en cautiverio.

Se emplean dos métodos preferentemente según la colocación de los lechos. Si éstas se colocan en el interior de los galpones o invernáculos (muy empleados en Europa) o al aire libre, utilizado sobre todo en América, los lechos bajo tierra es un método que se suele emplear en zonas de bajas temperaturas y donde las precipitaciones no constituyen un peligro. Estos lechos o cunas bajo tierra se realizan cavando un pozo de más de un metro de ancho por 50 cm. de profundidad. (Tenecela, X., 2012).



Figura 14. Lombricultura intensiva

Fotografía de Santiago Mazariegos]. (Huimilpan, Querétaro. 2016)

2.9 Manejo de la lombricultura

El éxito del buen manejo consiste en la dedicación que se le dé al cultivo, en la revisión diaria de las camas, para asegurar las condiciones óptimas necesarias de la lombriz y la alimentación adecuada que se le suministre. Siempre se debe tener en cuenta que las camas donde se encuentran las lombrices en el proceso de elaboración de lombricosposta, deben de tener siempre una humedad del 80%, realizar la introducción de alimento periódicamente y estar al pendiente de los enemigos de las lombrices, con todo ello en cuenta se obtendrá un buen proceso. (Pineda, J.A., 2006).

2.10 Cosecha de la lombricomposta

El procedimiento para duplicar los lechos se debe hacer de la siguiente manera:

Seleccionar el terreno donde se va a colocar la cama como se describió para el primer lecho.

Dejar sin sustrato durante 2 ó 3 días las lombrices del primer lecho.

Colocar una capa de sustrato de cinco cm de alto o un costal de malla o tela arpillera para que funcione como trampa.

A las 72 horas las lombrices invaden el sustrato y es entonces cuando se colectan los primeros 10 cm de la superficie, con una pala o levantando la malla o tela.

Se coloca el sustrato colectado con las lombrices en los nuevos lechos y en ese momento se empiezan a alimentar con el sustrato precompostado como se explicó anteriormente.



Figura 15. Trampas de alimento para cosecha de lombrices

[Fotografía de Santiago Mazariegos]. (Saltillo, Coahuila. 2017)

Para cosechar el humus y las lombrices se siguen los mismos procedimientos descritos anteriormente. Sin embargo, en la primera cosecha solamente se capturan las lombrices adultas, por lo que hay que repetir el proceso tres veces con un

intervalo de 21 días entre cosechas para extraer las lombrices pequeñas. Los pasos son los siguientes:

1. Primera cosecha de lombrices en donde se capturan los individuos adultos.
2. A los 21 días se repite la misma operación para cosechar las lombrices que estaban en etapa juvenil en la primera cosecha.
3. A los 42 días se repite la operación para cosechar las lombrices que estaban en estado de capullo en la primera cosecha.

Con las lombrices capturadas se pueden empezar nuevos lechos o se pueden comercializar. En algunos casos se omite la segunda o la tercera cosecha en función de la demanda, del costo del pie de cría y del humus (Gómez, *et al.*, 2013).

2.11 Uso de la lombricomposta

Después de la captura de las lombrices, el humus se extiende, de preferencia, en una cama o superficie de plástico bajo el sol, donde se deja hasta obtener un producto con aproximadamente 40% de humedad. Una vez seco, se puede utilizar directamente como fertilizante en jardines, hortalizas, árboles frutales, en terrenos de cultivo, en macetas para producir flores, o bien se puede comercializar en viveros o directamente con productores.

Se recomienda cernir el humus antes de comercializarlo, para ofrecer un producto de consistencia homogénea y separar impurezas, como piedras o residuos vegetales (Gómez, *et al.*, 2013).



Figura 16. Cosecha de la lombricomposta

[Fotografía de Santiago Mazariagoz]. (Centro de Permacultura de la UAAAN, Saltillo, Coahuila. 2017)

2.12 Aplicación

Para la utilización de la lombricomposta y los trabajos a realizarse en campo son las siguientes:

Macetas: Una capa de dos centímetros sobre la tierra, cuidando dejar libre el tallo de la planta, a fin de evitar el posible desarrollo de hongos. En el caso de un trasplante, se debe agregar una parte por cada cuatro de tierra. Se regará moderadamente al colocarlo, repitiendo según las modalidades de cada planta. Lo óptimo es abonar al comienzo de cada estación y agregar dos cucharadas por mes.

Huertos urbanos: Tres centímetros de abono en la cazuela de cada planta.

Se riega copiosamente apenas colocado y luego, según las necesidades de cada ejemplar. Lo más adecuado es colocarlo al principio de las estaciones de primavera y otoño.



Figura 17. Aplicación de lombricomposta en huertos urbanos
[Fotografía tomada por Marisol Flores]. (Granja María de la Luz, Saltillo, Coahuila. 2016)

Césped: Abonar con 1.5 dm^3 por metro cuadrado, en otoño y primavera.

Rosales y leñosas: En otoño y primavera, 1.5 dm^3 por planta.

Plantas aromáticas: Se recomienda el uso de este fertilizante en dos partes cada tres de tierra, regándolo posteriormente.



Figura 18. Aplicación de lombricomposta en plantas aromáticas
[Fotografía por Eduardo Quesada]. (Montevideo, Uruguay. 214)

Frutales: Se considera adecuado entre 2 y 3 Kg, con una frecuencia mensual.



Figura 19. Aplicación de lombricomposta en frutales

[Fotografía por Nelvi Pérez]. (Centro de Permacultura de la UAAAN, Saltillo, Coahuila. 2016)

Hortalizas: De 2 a 4 veces en cada ciclo, colocar una cucharada por cada planta.



Figura 20. Aplicación de lombricomposta en siembras de tomates

[Fotografía por Eduardo Quesada]. (Sauce, Uruguay. 2014)

Cuadro 5. Valores de utilización de lombricomposta

Cultivos	Dosis de Lombricompost
Hortalizas y legumbres	60/100 gr
Arvejas	800 kg/ha
Berenjena	60/80 gr/planta
Cebolla	2000 kg/ha
Espinaca	450 gr/m ²
Lechuga	350 gr/m ²
Pepinos	70/80 gr/planta
Pimientos	90/100 gr/planta
Remolacha	1000 kg/ha
Tomate	80/100 gr/planta
Estacas, frutillas, cerezas	150 gr
Flores y plantas de interior.	200 gr
Macetas	1/2 cucharadas c/meses
Vasijas	4/8 cucharadas c/2 meses
Arbustos.	250 gr
Rosales y leñosas	500 gr
Zapallo, melón, sandía	400 gr
Césped por m ²	200/500 gr
Cítricos, frutales, olivos	½ kg
Manzano, peral, duraznero	1 kg/planta c/3 meses
Naranja, limonero	1,5/2 kg/planta c/3 meses
Vid	1,5 kg/planta
Praderas por m ²	800 gr
Horticultura invernaderos	al 20%
Transplantes	500/100 gr/m ³
Trigo	1000 kg/Ha en terreno
Maíz	2000 kg/Ha en surco

Fuente: Díaz, E., 2002

III CONTEXTO

3.1 Marco regional



Figura.21. Estado de Coahuila

Fuente: Sectur, 2017

El municipio de Parras se localiza en la parte central del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas 102°11'10" longitud oeste y 25°26'27" latitud norte, a una altura de 1,520 m s.n.m.

Limita al norte con el municipio de Cuatrociénegas; al noreste con el de San Pedro; al sur con el estado de Zacatecas; al este con los municipios de General Cepeda y Saltillo; y al oeste con el municipio de Viesca. Se divide en 175 localidades.

Se localiza a una distancia aproximada de 157 kilómetros de la capital del estado (INAFED). Cuenta con una población de 45,401 habitantes, de los cuales 23,062 son hombres y 22,334 mujeres (INEGI, 2010).

3.1.1 Historia

Fue fundada en 1598 por el padre jesuita Juan Agustín de Espinoza con el nombre de Misión de Santa María de las Parras. En este lugar se encuentra la vinícola más antigua del continente americano, fundada en 1597 por don Lorenzo García bajo el nombre de Vinícola San Lorenzo y que a partir de 1893 lleva el nombre de Casa Madero. El antiguo archivo María Matheo que se conserva en el Antiguo Colegio de San Ignacio de Parras de la Fuente, contiene documentos probatorios de que ya durante las primeras tres décadas de 1600 se cultivaba la vid en amplias extensiones del Valle de Parras y existían pequeñas bodegas que procesaban vino.

El documento más antiguo del Archivo (expediente 1) que data de 1620 es, precisamente un edicto episcopal firmado por el Obispo de Guadalajara D. Francisco de Rivera, en el que ordena se establezca el archivo parroquias, lo cual dio origen a éste. El Archivo es valioso no sólo por lo que se refiere a Parras —cuyo pasado revive sino también porque trata de asuntos realizados en Viesca, en Saltillo, en Patos, en Durango, de manera que abarca el sur del actual Estado de Coahuila y una parte del vecino estado de Durango. Pero también guarda ejemplares que relatan hechos acaecidos en la capital mexicana, en Roma, en Madrid y hasta en China, Francia y Sudamérica.

Parras fue fundado oficialmente el 18 de febrero de 1598 por el capitán Martín Antón Zapata, quien era Justicia Mayor de Las Parras y Lagunas, paraje que también había fundado 20 años antes. La primera estancia española del lugar fue establecida por el capitán Francisco de Urdiñola, en la que posteriormente se construiría la hacienda El Rosario, propiedad del marquesado de San Miguel de Aguayo.

El capitán Martín Antón Zapata emprendió el proyecto de colonizar formalmente la región desde el año de 1587, pero no fue hasta 1598 cuando, acompañado del padre jesuita Juan Agustín de Espinoza, logró la pacificación, catequización y ocupación del territorio. En 1599, por órdenes expresas del virrey Gaspar de Zúñiga y Acevedo, Conde de Monterrey, se procedió a trasladar hasta esas tierras a un grupo importante de indígenas tlaxcaltecas, que en ese entonces radicaban en Saltillo. Como testimonio de tal acontecimiento, la ciudad conserva una cruz que se encuentra en un sitio conocido como Cueva de Texcalco, lugar donde se creó la congregación indígena.

Parras perteneció a la jurisdicción de la Nueva Vizcaya hasta 1785, cuando tuvo lugar la división de la Nueva España en intendencias a partir de las Reformas Borbónicas, expedidas por la corona española. Como resultado de ello, Parras se agregó a la Provincia de Coahuila, perteneciente al grupo de las Provincias Internas de Occidente, cuya capital era Monclova. La villa de Parras fue elevada al rango de ciudad en 1868.

De Parras han surgido notables personajes que han destacado por sus méritos en la historia de México. Tal es el caso del ilustre Don Francisco I. Madero y su hermano Gustavo A. Madero, nietos del empresario Evaristo Madero, que se convirtieron en ideólogos y fundadores de la lucha revolucionaria en contra del General Porfirio Díaz. En particular, la figura de Francisco I. Madero es una de las más importantes en la política mexicana contemporánea, ya que fue el primer presidente de México después de la caída de Díaz, ocupando el cargo entre 1911 y 1913, cuando fue trágicamente asesinado junto con el vicepresidente José María Pino Suárez en la ciudad de México, el 22 de febrero de 1913.

Se localiza en la región sur del estado de Coahuila, a 157 km al oeste de Saltillo, por la carretera núm. 40, tomando la desviación a la izquierda en el km 130, en el poblado de La Paila. Sus rincones monumentales nos hablan de un desarrollo agrícola que lo coloca en los primeros lugares de la producción de vinos,

aguardientes y licores diversos, tan famosos y apreciados como su industria textil especializada en la mezclilla, considerada de gran calidad en el mundo entero. El vino se produce con orgullo desde finales del siglo XVI, gracias a la petición de las órdenes religiosas a la corona española de permitir el cultivo de la vid en esas tierras para así contar con vino suficiente para los servicios religiosos. Junto a esta industria, la producción de textiles y la fabricación de productos metálicos y accesorios, así como la crianza de ganado bovino, caprino, porcino y aviar, atrajo la atención de innumerables ciudadanos extranjeros procedentes de diferentes partes de Europa, particularmente de Alemania, Francia, Gran Bretaña, Italia y Grecia, que llegaron como asesores técnicos y vitivinícolas, dando origen a una interesante mezcla cultural y racial que ha dotado de un carácter especial a los habitantes del lugar, el cual posee 0.4 por ciento de la población indígena total del municipio, la cual tiene como lengua principal el tarahumara, seguida por el náhuatl.

Desde el siglo XVI, Parras fue conocido también con el nombre de Valle de los Pirineos, por su semejanza con el de Europa, tan propicio para el cultivo de la vid y el olivo, destacándose desde esa época un importante número de casas y bodegas dedicadas a la elaboración del vino, tales como las Antiguas Bodegas de Perote, Bodegas de El Rosario, Bodegas El Vesubio y la Casa Madero en la Hacienda San Lorenzo.

La historia de las bodegas está relacionada íntimamente con la ciudad, ya que en 1593, don José de Aslor y Virto de Vera, Segundo Marqués de Aguayo, obtuvo por merced del rey Felipe II de España un conjunto de 15 sitios de ganado menor, tierras en las cuales construyó un amplio espacio hacendario conocido como San Lorenzo de la Laguna, lugar en el que posteriormente serían fundadas algunas de las ciudades más importantes de Coahuila, como Torreón, e incluso de Durango.

Más tarde, la hacienda fue vendida en partes iguales a los señores Leonardo Zuloaga y Juan Ignacio Jiménez, de los cuales el primero obtuvo la propiedad del terreno que se encontraba en Coahuila. Durante el periodo de la Intervención

Francesa, la hacienda le fue expropiada a doña Luisa de Ibarra, viuda de Leonardo Zuloaga, aunque después le fue devuelta en un importante porcentaje, mismo que fue adquirido por Fernando Chapman, un ciudadano inglés quien finalmente renombró al lugar como Perote, el cual se dice procede del nombre de un indígena irritila, nativo de Parras, que vivió hace 400 años y que era conocido como don Pedrote, azote de los españoles y de las caravanas que se trasladaban a las ciudades vecinas, pues continuamente él y su tribu perpetraban asaltos al acechar desde los cerros cercanos a la ciudad. Chapman, ante la dificultad para pronunciar la D de Pedrote, lo convirtió en Perote, reinventando la fama de las bodegas que desde 1865 funcionaban ya como resguardo de los deliciosos vinos generosos, brandys y aguardientes de alta calidad que siguen siendo famosos en el mundo entero.

Por su parte, Casa Madero fue fundada a finales del siglo XIX por don Evaristo Madero Elizondo en las instalaciones de la Hacienda de San Lorenzo, consolidándose paulatinamente como una de las empresas vitivinícolas más importantes de América. Su renombre se debe en parte a las cosechas que han dado origen a algunos de los vinos más famosos del mundo como el Cabernet Sauvignon, en el año 2013 el vino Chenin Blanc fue premiado en París como el mejor vino blanco del mundo obteniendo en dicho certamen medalla de oro para la cosecha 2013, mientras que el vino V Rosado obtuvo dos medallas de plata en ese mismo certamen, ambos pueden degustarse en el Museo del Vino.

Las mejores épocas para cultivar la vid son la primavera y el verano, ya que los campos se cubren de verde y Parras se transforma en un verdadero vergel.

Asimismo, Parras se ha distinguido también como un notable exportador de mezclilla. Mal haríamos en no mencionar a la que es considerada como una de las productoras más importantes y más antiguas, La Estrella, creada en 1854 por el coronel Rafael Aguirre y adquirida en 1870 por Evaristo Madero, el mismo que fundó la famosísima casa vitivinícola Casa Madero, quien logró consolidar su fama

internacional en la producción de jeans de alta calidad, producto cuyo auge sigue en ascenso.

3.1.2 Actividades Económicas

En Parras de la Fuente se llevan a la práctica diversas actividades económicas, entre ellas la agrícola, ya que en la región se cultiva principalmente uva, algodón, nuez, aguacate, melón, membrillo, manzana, durazno, alfalfa arbórea, cebada, forraje, hortalizas, maíz, papa y trigo. Respecto a la actividad pecuaria, algunos de los pobladores se dedican a la avicultura y otros a la crianza de ganado bovino, porcino o caprino. También tiene presencia el sector minero, pues hay yacimientos de barita, plata, zinc, cobre, plomo, calcita, fluorita y yeso, entre otros minerales que se aprovechan en esta región. Por lo que se refiere al sector silvícola, existen recursos maderables (encino, nogal, oyamel y pino) y no maderables (candelilla, lechuguilla y la palma) que son aprovechados por los pobladores de esta zona.

Por otra parte, desde hace décadas el sector industrial contribuye en la economía de la región; ya que existen algunas industrias manufactureras, sin embargo, la industria vitivinícola es la que deja mayor derrama económica, pues además de proporcionar fuentes de empleo, utiliza la uva que se cultiva en la región para transformarla en vinos de reconocida calidad a nivel mundial.

No menos importante es la actividad turística; edificios antiquísimos como el Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, iglesia de Santo Madero, Recinto Madero, la Hacienda de San Ignacio de Loyola, Hacienda Perote y Hacienda de San Lorenzo; así como también los acueductos, el palacio municipal, el jardín botánico el Estanque de la Luz o de la Hacienda, la feria de la uva y los diversos museos que se encuentran en Parras, son testimonios de la cultura de la región que causan la

admiración de los paseantes. Todo esto le ha valido para considerarse como pueblo mágico.

3.1.3 Educación

Secundarias: Presidente Madero, Juan Antonio de la Fuente (JAF), Gustavo Aguirre Benavides (GAB), Manuela Farías de Madero, Hernando de Tovar.

Preparatorias: CBTA 21, Juan Agustín de Espinoza (JAE), Manuela Farías de Madero, Valle de Parras, Hernando de Tovar.

Profesional y Técnico: Escuela Normal Oficial "DORA MADERO", Colegio de Informática "VON NEUMANN", Universidad Tecnológica de Coahuila (UTC), Universidad Valle de Parras, Escuela Técnica de Enfermería.

Así como alrededor de 20 escuelas primarias Federales, Estatales y Privadas. Existen más escuelas en la localidad, las mencionadas anteriormente se han distinguido por su nivel académico y gran aporte a la sociedad.

3.1.4 Servicios

- Agua potable
- Electricidad
- Drenaje
- Internet
- Calles Pavimentadas
- Educación (preescolar, primaria, secundaria y media superior, Escuela Normal Oficial Dora Madero)
- Teléfono
- Gas
- Alumbrado público
- Parques, jardines y plazas
- Seguridad pública

- Transporte público
- Tránsito
- Unidad deportiva
- Hospital y centros de salud público
- Panteones
- Rastros
- Casa del abuelo (asilo)
- Mercados

3.2 Ubicación del ejido Boquillas del Refugio

En la localidad hay 33 hombres y 21 mujeres, el ingreso principal proviene de las actividades pecuarias como son la crianza de caprinos, ovinos y bovino, también algunas personas cultivan sus propias hortalizas, de los servicios urbanos solo cuentan con electrificación.

Se encuentra entre las coordenadas:

Longitud: - 102. 470278

Latitud: 25. 553056

Altura: 1248 msnm



3.3 Ubicación del ejido La Constancia

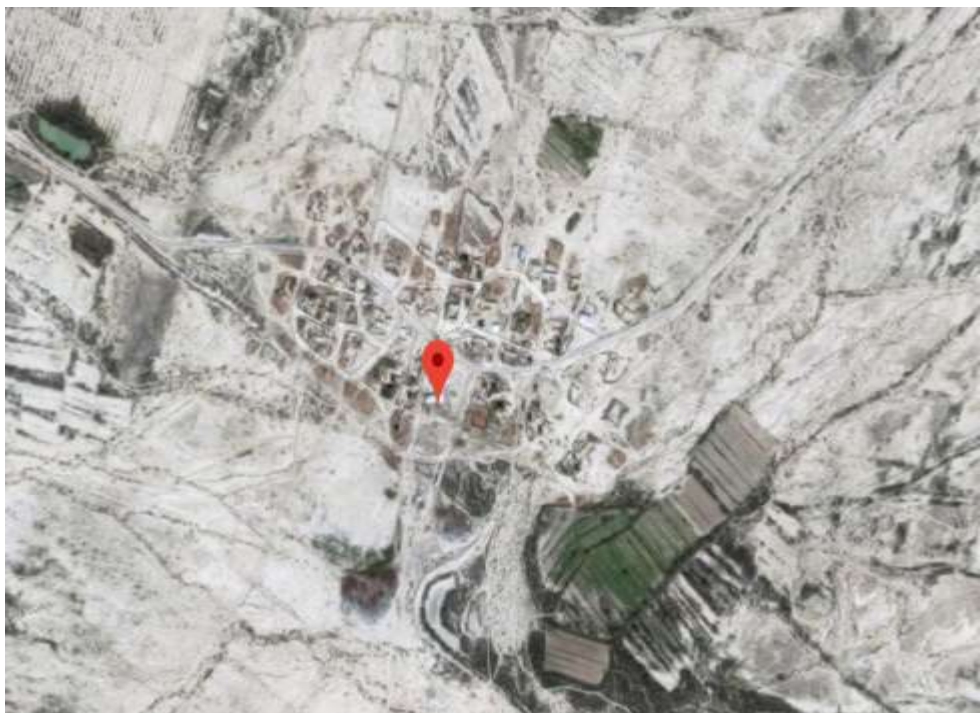
En la localidad actualmente hay 131 hombres y 122 mujeres, las Actividades económicas es el aprovechamiento de candelilla, lechuguilla y orégano. También se dedican a la crianza de ganado caprino, ovino y bovino, cuentan con todos los servicios básicos.

Se encuentran entre las coordenadas

Longitud: -102.025278

Latitud: 25.146667

Altitud: 1360 msnm



VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

En México las zonas áridas y semiáridas abarcan el 40% de la superficie total del país. De aquí la importancia de adaptar o generar tecnología para explotar racionalmente esta área (Molina, 1983).

Debido a las condiciones de producción y manejo de zonas áridas, así como las altas temperaturas, estos suelos son extremadamente pobres en micro y macro nutrientes, en comparación con los suelos húmedos (West, 1979).

Dentro de las características ya anotadas se encuentran zonas dentro del estado de Coahuila, y en particular en los ejidos de Parras de la Fuente. Donde se caracteriza por suelos muy pobres en materia orgánica además de que están muy compactados dificultando el desarrollo de los cultivos de diferentes especies que ahí se deseen sembrar.

Por este motivo la lombricultura rústica implementada en dos ejidos de Parras de la Fuente, se consideró una alternativa para la producción de abonos orgánicos aprovechando los residuos agropecuarios, e incorporándolos al suelo para mejorar a largo plazo su fertilidad.

Para lograr los objetivos propuestos en la investigación se llevó a cabo cuatro cursos teóricos prácticos, donde se desarrolló capacidades en más de 50 personas para el adecuado manejo de residuos agropecuarios e implementación adecuada de dos módulos rústicos de lombricultura por cada ejido, los desechos fueron disminuidos gradualmente ya que ahora los corrales de los animales se encuentran limpios.

Durante el primer proceso formativo que consistió de un año en la elaboración de lombricomposta los participantes lograron mejoras en la construcción de los módulos rústicos además de aumentar el número de lombrices por camas, lo cual sirvió para implementar dos módulos.

Durante el primer año del trabajo se logró cosechar aproximadamente dos toneladas de humus sólido, el cual se destinó para incorporación a los huertos, donde después de cinco meses de su aplicación se observó un mejor crecimiento y desarrollo de las hortalizas aumentando la producción, lo cual fue muy importante en el proceso formativo porque motivó a los participantes a seguir mejorando el proceso de la lombricultura.

En el ejido La Constancia los participantes fueron jóvenes de secundaria, logrando en ellos la transferencia de tecnología y sensibilización en el cuidado de la naturaleza utilizando la lombriz, para lo anterior, se formaron cuatros grupos de cinco personas lo cual se les aportó toda la información para el manejo de la lombricultura, ya una vez que ellos tenían los conocimientos básicos, se pidió que cada equipo con la ayuda de papel bond diseñaran un cantero de lombricultura rústica para luego llevarlo a la práctica, cada equipo desarrolló un cantero con diferentes diseños y tamaños usando los recursos del mismo ejido, después de tres meses de seguimiento y asistencia técnica, se prosiguió a que cada equipo compartiera los conocimientos y experiencias adquiridas durante la formación de la técnica, todas las intervenciones tuvieron logros importantes, al compartir las experiencias y conocimientos adquirido durante el proceso de formación, los niños y jóvenes despertaron el interés de seguir realizando la actividad para dejar un planeta limpio.

En el ejido Boquillas del Refugio, se tuvo mayor participación de personas mayores, por lo cual las actividades fueron diferentes, realizando intercambios de saberes y experiencias con la intención de generar participación e integración entre ellos, durante el desarrollo de capacidades en la creación de módulos para la implementación de la lombricultura, se decidió reutilizar refrigeradores viejos del mismo ejido, donde actualmente después de tres años siguen activos con la producción de lombricomposta para los huertos. Los participantes del curso tomaron la iniciativa de compartir las experiencias en otro ejido, llevando a cabo la réplica de la misma técnica.

A continuación se muestra los resultados del proceso formativo dentro del ejido Boquillas del Refugio

Cuadro 6. Calificaciones inicial y final

Fuente: propia con los resultados de evaluación

# participante	Nombre	Edad	Cal. Inicial	Cal. Final
1	Patricia Yudith	24	3	8
2	Maricruz Rodríguez	25	4	10
3	María del Rosario	28	3	10
4	Petra Ramos	37	3	8
5	Erika Espinoza	40	2	8
6	Virsinia Ramos	48	2	8
7	Asistina López	49	1	9
8	Elva Alicia	54	2	8
9	Teófila Ramos	57	4	9
10	María del Pilar	63	1	7

Figura 21. Representación de los resultados de la evaluación

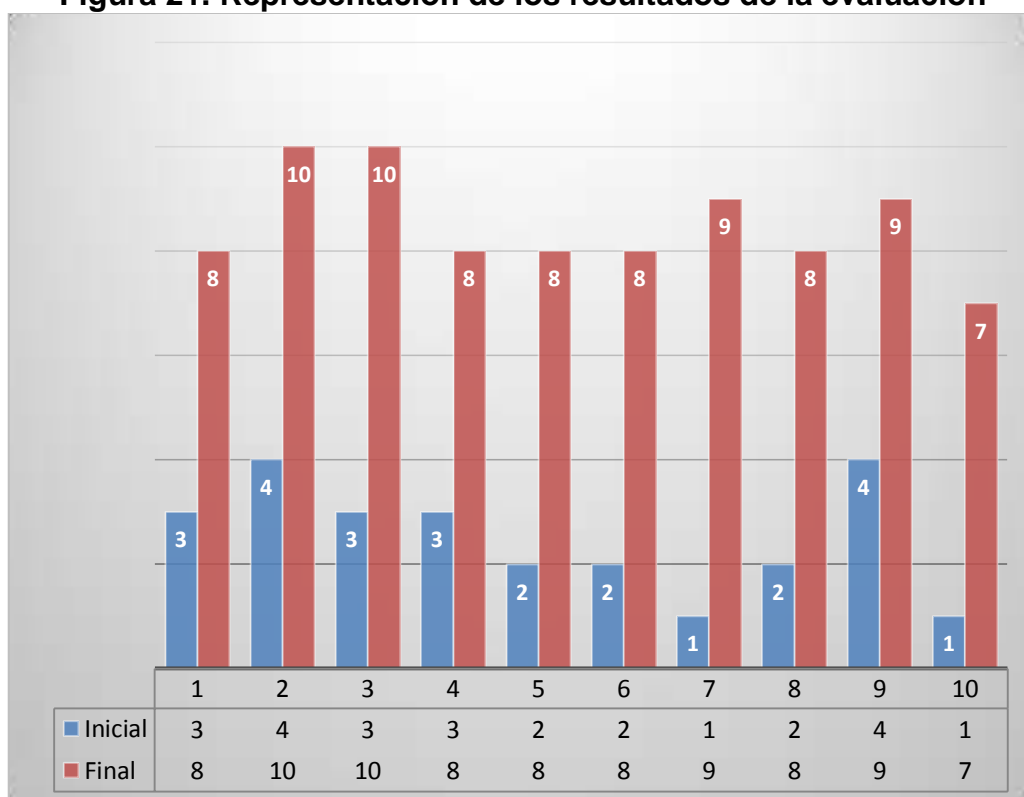


Figura 21

Se presentan los resultados obtenidos en las evaluaciones, siendo el color azul la inicial y la naranja la final, obteniendo mayor conocimiento después del proceso formativo.

4.2 Impacto social

Con esta técnica se beneficiaron más de 50 familias de los dos ejidos antes mencionados, produciendo sus propios abonos para sus hortalizas y disminuyendo el impacto de contaminación por los desechos acumulados en los corrales de sus animales por mencionar, chivas, borregos, vacas, y caballos.

Además, se activó el suelo en la aplicación de la lombricomposta cosechada, aumentando la producción de hortalizas saludables hasta en un 80 % de lo que antes ellos producían. Esto además representa un ahorro mejorando la economía familiar.

Al trabajar en equipo se mejoran las relaciones interpersonales y se enriquecen las ideas de cada uno para lograr propuestas y mejoras de proyectos sustentables en beneficios del ejido.

Se entregaron reconocimientos a los participantes por su compromiso y dedicación en la participación activa, lo cual fue motivante para ellos y seguir produciendo su propio abono con la técnica enseñada.

El presente trabajo ayudó a las personas participantes a adquirir un compromiso con las generaciones futuras, entender que debemos buscar alternativas y ser responsables del lugar donde vivimos, generaron valores de no tirar

basura dándole el uso adecuado y para esto se demostró la técnica para el aprovechamiento óptimo.

4.3 Impacto ambiental

Se estima que el impacto fue positivo con el medio ambiente, además de que hoy en día hay menos cantidad de desechos agropecuarios, con la técnica se convirtió todo los desechos a un abono rico en macro y micro nutrientes que hoy las familias lo empiezan a utilizar con el objetivo de mejorar los suelos a un largo plazo y preservarlo para las futuras generaciones.

Testimonios de los participantes

Patricia Yudith

Aprendí a realizar mi propio abono para los árboles del patio, al principio me daban miedo las lombrices, pero después me gustó cuidarlas y darles de comer el excremento de las vacas y borregos de mis corrales, con el abono tuvimos buenos resultados en nuestras plantas.

Maricruz Rodríguez

Fue una bonita experiencia porque aprendimos hacer la lombricomposta, fue algo bueno para nosotras ya que fue la primera vez que trabajamos en esta actividad y queremos enseñarles a más personas.

Virginia Ramos

Yo descubrí un nuevo conocimiento el aprender sobre las lombrices, ya que yo no sabía nada, fue la primera vez que vino un joven a enseñarnos sobre la producción de abonos.

Yo hice dos camas para las lombrices en una puse caca de vaca y en otra de chiva para saber en cual trabajaba mejor la lombriz, descubrimos que la de vaca era la mejor.

La lombricomposta la usamos para nuestro cultivo en macetas, huertos y árboles, le aplicamos la cantidad que el joven nos explicó.

Petra Ramos

Bueno mi experiencia es y seguirá siendo aprender a seguir observando las lombrices ya que para mí es nuevo porque no sabía si existía la lombricomposta, para alimentar a las lombrices utilicé excremento de cabra porque fue la que más se me facilitó para poner las lombrices, utilicé una hielera y reja aguacatera, y como resultados tuve que aprender a trabajar con las lombrices y hacer mi abono para la tierra ya que es muy buena porque cultivé chile, tomate, cebolla, calabaza, acelga, en fin, y muchas gracias al capacitador por su buen carácter, paciencia para enseñarnos y explicarnos.

María del Pilar

Aprendí mucho y también disminuimos el desecho de nuestros corrales ahora ya están limpios y estamos generando abono para nuestros huertos.

Teófila Ramos

Aprendimos hacer nuestro propio abono para nuestras plantas, hicimos camas de sirre de chivas, paja seca, cascara de huevo y cartón picado, cada tercer día regamos nuestra cama de lombrices.

Erika Espinoza

Aprendí a utilizar el excremento de los animales, disminuimos la basura y tenemos corrales limpios, el abono que cosechamos lo utilizamos para mejorar nuestras plantas y árboles frutales

María del Rosario

Yo aprendí mucho porque las lombrices nos ayudaron a producir abono para el cuidado de nuestros huertos, aprendimos a reproducir lombrices y hacer más lombricomposta.

Elva Alicia

Aprendí cosas nuevas porque no sabía de las lombrices.

Agustina López

Fue una experiencia muy bonita porque aprendí a cómo hacer la composta, ver cómo se desarrollan las lombrices, hicimos la cama con desechos de la región, tapábamos las camas con plástico para que no les pegara el sol, y los desechos de nuestro hogar se lo dábamos de comer.

V DISCUSIÓN

Ortegón, A. (2015) menciona que en la actualidad es muy rentable la elaboración y aplicación de este peculiar tipo de abono, ya que se elabora teniendo como base el estiércol de ganado bovino y demás desechos caseros orgánicos a los cuales se les coloca la popularmente llamada lombriz roja californiana misma que inmediatamente se adapta a su nuevo hábitat y cómo es altamente voraz ingiere rápidamente estos desechos y una vez terminado su ciclo digestivo excreta el denominado “humus” el cual es sumamente rico en nutrientes para el suelo, ya que favorece el desarrollo y la inmunidad de los cultivos protegiéndolos contra toda clase de bacterias, hongos y nemátodos potenciando con ello la producción de todo tipo de hortalizas, frutales y ornamentales.

Dominguez *et al.* (2010) cita a varios investigadores que han demostrado que la adición del humus de lombriz a los suelos y sustratos de cultivos incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos como hortícolas, medicinales, leguminosas, gramíneas, hierbas aromáticas y frutales. De manera similar, García y Solano (2005) mencionan que la lombricomposta, tiene gran importancia como la base para producción de cultivos orgánicos y cultivos en general, es un excelente mejorador de suelos, no solo por sus características físicas, sino también por su aportación de materia orgánica, microorganismos y por su buena composición de los elementos principales, N P K, y elementos menores. Lo anterior se traduce en plantas más productivas, sanas y de calidad.

Por lo que en el trabajo llevado a cabo en los ejidos Boquillas del Refugio y La Constanca, se lograron resultados similares a las investigaciones anteriores.

No obstante que este trabajo se refiere a lombricultura rústica como aprovechamiento de los desechos agropecuarios, se logró validar la propuesta de producción de lombricomposta como alternativa para el manejo de los desechos generados en el hogar y en la unidad de producción.

La lombricomposta obtenida en la cosecha de ambo ejidos se utilizó para la aplicación de los huertos, esto ayudo a la recuperación de los suelos convirtiéndose en un fabuloso abono, la experiencia y testimonios de las personas que aplicaron el producto aseguran que los resultados son en menos de un año, asegurando que aumentaron la calidad de las hortalizas y la producción, con la experiencia anterior aseguramos que es un producto mucho mejor que un fertilizante químico, ya que contiene todos los nutrientes necesario para las plantas, y lo importante es que no tiene efectos negativos para los seres humanos, los animales ni el medio ambiente.

El uso de los fertilizantes químicos se debería de sustituirse por la lombricomposta, ya que los químicos han dañado y contaminado los suelos y aguas tanto superficiales como subterráneas.

En la salud se han registrado graves problemas como cáncer en la piel, pulmón, malformaciones por el uso de los agroquímicos en la agricultura, a comparación el uso de los abonos orgánicos son completamente naturales que se obtienen de la trasformación de los desechos orgánicos por medio de la lombriz Californiana. La lombricomposta tiene la capacidad de regenerar suelos pobres, aumenta la resistencia contra heladas, incrementa la productividad de los cultivos, mejorando la germinación de semillas.

Los productores dedicados a la producción de alimentos deberán de aplicar la lombricomposta, para asegurar altos niveles de hortalizas, evitando al mismo tiempo todo tipo de riesgos de contaminación química para el trabajador, sus familias y el consumidor final, asegurando un contacto de armonía con la naturaleza. Es posible obtener una producción que sea sustentable a largo plazo, además de contribuir a recuperar los recursos de la naturaleza.

El uso de la lombricomposta se ha demostrado que es un recuperador de suelo y conservador del mismo por las investigaciones realizadas por diferentes personas y hoy se demuestra en el presente trabajo, sus bondades de la lombriz es un excelente producto para recuperar los suelos de nuestro país y obtener mayores producciones sanas para los humanos y la naturaleza, dejando a un lado los productos químicos.

Además de ser una práctica saludable con el entorno logra mejorar la organización y comunicación con los participantes de los ejidos, por ser una actividad motivadora al producir los propios fertilizantes orgánicos que representa para ellos un ahorro en el bolsillo al dejar de comprar erróneamente los fertilizantes químicos.

VI CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación y de acuerdo a los objetivos e hipótesis planteada se concluye lo siguiente.

Se logró establecer el proceso formativo para la implementación de la lombricultura rústica aprovechando los desechos agropecuarios disminuyendo la contaminación de los ejidos Boquillas del Refugio y La Constancia, con la participación de 50 personas incluyendo niños, jóvenes y adultos.

Se facilitó toda la información para el manejo e instalación de las camas de lombricultura con claridad, y con palabras adecuadas para su comprensión, mejorando el proceso de transferencia de tecnología.

Con la lombricomposta cosechada se mejoraron los huertos familiares aumentando la producción, ya que contiene macros, micros nutrientes y microorganismos para todo tipo de plantas convirtiéndola en un excelente mejorador del suelo, asegurando una mejor producción sana para la salud y el ambiente.

La lombricultura es importante para promover la sustentabilidad en la producción de alimentos, por ser una actividad armónica con la naturaleza, reciclando los residuos agropecuarios convirtiéndolos en un abono de alta calidad para regenerar y mejorar el suelo obteniendo producciones sanas para la salud de las personas. Las lombrices se han convertido de gran importancia en nuestro planeta porque es un ser vivo que convierte la materia muerta en viva, manteniendo la fertilidad y ayudando a restaurar suelos pobres improductivos, caso de los ejidos donde se realizó la investigación donde ahora se cuentan con suelos altamente productivos asegurando la producción local.

La lombricultura rústica ha demostrado ser una actividad importante en la producción sustentable de los alimentos en los ejidos, además juega un papel de

gran valor para nuestro planeta, con la aplicación de esta ecotecnia se aprovechan los recursos naturales de una manera respetuosa con nuestra naturaleza sin comprometer la calidad de vida de las futuras generaciones.

En algunos ejidos de Saltillo, Coahuila se ha desarrollado habilidades en lombricultura por mencionar en Agua Nueva, El Cercado, Las Hormigas etc., obteniendo resultados parecidos a los del ejido de Parras, experiencias muy valiosas para los habitantes al producir sus propios fertilizantes, mejorando a la vez la organización y participación de la comunidad.

Es importante destacar que la lombricultura rústica no necesita de grandes inversiones, ni de equipos tecnificados, para llevarse a la práctica, en la producción se puede reciclar los desechos de la región de cada localidad por ejemplo para las cunas, lechos o camas se aprovechan objetos viejos como tinajas, botes, baldes etc. Solo se recomienda tener los cuidados con los enemigos naturales de las lombrices.

En nuestro país actualmente existen comunidades en extrema pobreza y una alternativa para minimizar esto, es la implementación de la lombricultura con la finalidad de producir carne de lombriz y procesarla en harina para el consumo. Humano o animal aportando grandes cantidades de proteínas.

Las lombrices son la riqueza de nuestro planeta.

VII RECOMENDACIONES

En la instalación de los módulos o camas de lombricultura se recomienda que se inicie el pre- composteo en la segunda semana del mes de febrero (aplica para el norte del país), para empezar con la alimentación de las lombrices en la primera semana de marzo y no se tengan problemas por heladas, provocando la muerte del pie de cría, una vez adaptadas en las camas se vuelven resistentes a las condiciones ambientales siempre y cuando no sean extremas.

También se debe utilizar recursos de la región para la construcción de los módulos.

Seguir promoviendo e implementando la lombricultura en los ejidos, como una acción a favor de nuestro planeta para minimizar la contaminación por desechos agropecuarios e industriales generando los propios abonos para los huertos obteniendo hortalizas saludables, se debe compartir las experiencias del campesino a campesino generando confianza en la técnica y tenga mayor aceptación por los productores.

Se sugiere que en los planteles educativos se cuenten con módulos o pequeñas áreas para realizar prácticas de composteo y lombricultura para promover los principios del cuidado del medio ambiente y salud.

Darle la importancia al cultivo de las lombrices y analizar sus bondades de la lombricomposta en la agricultura orgánica.

Se propone líneas de investigación en términos de lombricultura como una ecotecnia promisoría para el desarrollo rural.

VIII BIBLIOGRAFÍA

- Arango, J.F., Díaz, D.M., 2010. Evaluación de la reproducción y desarrollo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y componentes físico-químicos del lombricompost con la utilización de tres (3) tipos de sustratos (Tesis de grado). Instituto Técnico Agrícola, Guadalajara, México.
- Barbado, J.L., 2004. Cría de Lombrices. Su empresa de lombricultura. Buenos Aires, Argentina. Editorial ALBATROS. 1ª edición.
- Cuevas, G. R. y Méndez, A. N., 1998. II Curso de lombricultura. El colegio de la Frontera Sur. Centro Universitario del Sur. Excuintla, Guatemala. 22-24 de octubre de 1998. 23 p
- De Sanzo, C.A. y Ravera, A.R., 2000. Como criar lombrices rojas californianas. Programa de autosuficiencia regional. Provincia de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://www.bajatec.net/pdfs/manual_lombricultura.pdf
- Díaz, D., Cova, L.J., Castro, A., García, D.E. y Perea, F., 2010. DINÁMICA DEL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida* Sav.) EN CUATRO SUSTRATOS A BASE DE ESTIÉRCOL BOVINO. Agricultura Andina. Volumen 15.pag 39-35. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29378/1/articulo3.pdf>
- Díaz, E., 2002. Guía de Lombricultura. Lombricultura una alternativa de producción. Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior. Municipio Capital de la Rioja.
- Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario-Universitario Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2005. Cría de la lombriz de tierra “Una alternativa ecológica y rentable”. Editorial San Pablo. Bogotá D.C., Colombia.
- García, M., Solano, V. Cría de la lombriz de tierra: Una alternativa ecológica y
- Gómez, S., de Lourdes, M., Núñez, G., Figueroa, U., 2013. Metodología para la elaboración de composta y lombricomposta de excretas de ganado de leche. INIFAP, SAGARPA. Libro técnico número 20.
- González-Rosales, G., Nieto-Garibay, A., Murillo-Amador, B., Ramírez-Serrano, R., Villavicencio-Floriani, E.A., Hernández-Medina, J.D., Aguilar-Murillo, X., Guerrero-Medrano, Z.E. 2012. Guía técnica para la producción de

- lombricomposta. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 127 p.
- Hernández, D., 2009. Comportamiento productivo de *Eisenia fétida* durante el ciclo otoño-invierno en diferentes estiércoles (tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- INEGI. Perfil sociodemográfico Coahuila de Zaragoza. 2010.
Juan Canalejo. Coruña (España). 9: 76-78.
- Martínez, C., (sin fecha). 6 Lombricultura. SAGARPA.
- Mendoza, L., 2008. Manual de Lombricultura. Secretarías de educación pública. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del estado de México. Disponible en <https://www.yumpu.com/es/document/view/14512054/manual-de-lombricultura-cecytech/7>
- Moreno, J. y Moral, R., 2008. Compostaje. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 530 p.
- Ortegón, A., 2016. Manual básico para establecer una planta de lombricultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Disponible en <http://www.uaaan.mx/v3/images/stories/otros/manual-lombricomposta.pdf>
- Ortiz, J.A., Rodríguez, J.S., Arreola, J.G., Méndez, J.S., Santamaría, E., Cisneros, J.M., 2008. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA LOMBRIZ ROJACALIFORNIANA (*Eisenia fetida*) EN DIFERENTES SUSTRATOS. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 2008 7:15-19. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/4555/455545066003/>
- Oscar, F., (sin fecha). Lombricultura para pequeños productores. Manual teórico-práctico para el manejo comercial de la lombriz roja Californiana. Editorial La Quintera.
- Pineda, J.A., 2006. Lombricultura. Instituto Hondureño del Café. 1ª edición. Tegucigalpa, Litografía López. Recuperado de <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/4f3fb0677a7ef918a55bf4c44abd958c.pdf>
- Pita, S. y Pértegas, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. Unidad de Quintero, R., 2004. La lombricultura como una alternativa para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Caso de estudio "Barrio de Santiaguito,

- municipio de Texcoco, Estado de México (tesis de grado). Instituto Politécnico Nacional.
- rentable. Editorial San Pablo. México. 2005. Pp 144-147.
- Rey, M., (2013). Lombricultura Cristobalina. Lombricultura paso a paso. Recuperado de <http://lombriculturacristobalina.blogspot.mx/>
- Schuldt, M., Christiansen, R., A. Scatturice, L. A., y Mayo, J. P., 2007. Vermiculture. Development and adaptation to diverse climatic conditions. Revista electrónica de Veterinaria. Volumen VIII. Número 8. Recuperado en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807/080720.pdf>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2016. Ventajas del humus de lombriz en el cultivo de maíz. Recuperado de <http://www.hortalizas.com/cultivos/efectividad-del-humus-de-lombriz-en-el-cultivo-de-maiz/>
- Tenecela, X., 2012. Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos (tesis). Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. España.
- Vásquez, J. e Iannacone. (2014). La lombricultura como aporte para la agricultura sostenible en el Perú. Cátedra Villarreal, Lima, Perú. V. 2, N. 2. PP. 07-20. Recuperado de <http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/RCV/article/view/32/32>.

IX ANEXOS

Evaluación inicial

1. ¿Las lombrices disminuyen los desechos?

Sí No

2. ¿Las lombrices son malas para nuestras plantas?

Sí No

3. ¿Se pueden cultivar las lombrices en la casa?

Sí No

4. ¿Las lombrices transmiten enfermedades?

Sí No

5. ¿Las lombrices comen todo tipo de alimento?

Sí No

6. ¿Las lombrices tienen los dos sexos?

Sí No

7. ¿La lombriz roja californiana es la más usada para la lombricultura?

Sí No

8. ¿La lombricultura necesitan de humedad para vivir?

Sí No

9. ¿Las lombrices podría utilizarse para la alimentación humana?

Sí No

10. ¿La lombricultura puede ser una actividad para obtener dinero?
Sí No

Evaluación final

10. ¿Las lombrices disminuyen los desechos?

Sí No

11. ¿Las lombrices son malas para nuestras plantas?

Sí No

12. ¿Se pueden cultivar las lombrices en la casa?

Sí No

13. ¿Las lombrices transmiten enfermedades?

Sí No

14. ¿Las lombrices comen todo tipo de alimento?

Sí No

15. ¿Las lombrices tienen los dos sexos?

Sí No

16. ¿La lombriz roja californiana es la más usada para la lombricultura?

Sí No

17. ¿La lombricultura necesitan de humedad para vivir?

Sí

No

18. ¿Las lombrices podría utilizarse para la alimentación humana?

Sí

No

10. ¿La lombricultura puede ser una actividad para obtener dinero?

Sí

No

Resultado del proceso formativo

Nombre del curso:

Fecha: _____

Nombre del Instructor:

Califique del 1 al 5 las siguientes preguntas de acuerdo con su punto de vista.

La calificación más alta es el 5 y la más baja de cada evaluación es el 1

Calificación	5	4	3	2	1
A) El expositor					
1.-Fue comprensible la explicación del tema					
2.-Demostró conocimiento					
3.- Logró motivar al grupo					
5.- Tuvo disposición para aclaraciones					
6.- Inicio con puntualidad					
7.- Dio instrucciones precisas en el trabajo de campo					
8.- Se involucró en los trabajos de campo					
9.- Trató con respeto a los participantes					
B) El tema					
1.- El tema que presentó fue novedoso					
2.- Cumplió con los objetivos					
3.- Cumplió sus expectativas y necesidades					
4.- Le pareció adecuado el contenido					

del tema					
5.- Da solución a algún problema que se tiene					
C) El material didáctico					
1.- Cumplió con su objetivo					
2.- Tuvo una presentación adecuada					
3.- El material que les presentó el facilitador representaba el contenido de la explicación					

En general que te pareció: _____

¿Por qué? _____

Recomendaciones para la mejora del curso:

Datos del entrevistado

Nombre y apellidos: _____

Sexo:— Edad:— Dependientes económicos (H): ____ Mujer _____

Escolaridad: _____ Actividad principal 2015-2016: _____

Actividad económica: _____

Marque cuál es su posición en el ejido:

Pequeño productor — Ejidatario — Vecindado

1.- ¿Aprendió la técnica de la lombricultura?

(Si) (No)

¿Cuándo?

2.- ¿Qué importancia tiene para usted aplicar la técnica de la lombricultura?

3.- ¿Qué dificultad tuvo para implementar la técnica de la lombricultura?

4.- ¿Qué beneficios obtuvo al aplicar esta técnica?

5.- ¿El curso-taller impartido fue lo que esperaba?

6.- ¿Ha replicado esta técnica? ¿Cuántas veces? ¿Con quién?

7.- ¿Qué desechos ha utilizado para repetir la técnica?

8.- ¿Qué resultados obtuvo al aplicar esta técnica?

9.- ¿Qué importancia tiene para usted seguir aplicando la técnica de la lombricultura?

10.- ¿Considera que este tipo de técnicas deben seguir promoviéndose en los ejidos?

11.- ¿Ha enseñado la práctica de la lombricultura?

12.- ¿Qué otros beneficios adicionales obtuvo después de aplicar esta técnica?

13.- ¿Cuál fue de su interés por recibir la capacitación?

Describir su experiencia, tipo de cama, manejo del cultivo, insumos utilizados para realizar la actividad, resultados obtenidos

Evidencias fotográficas









