

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La lombricultura es una actividad organizada centrada en la crianza de lombrices, las que posteriormente se utilizan con diversos fines, entre ellos la producción de humus que está íntima e inseparablemente ligado al reciclado de residuos orgánicos utilizando las lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), cuya finalidad es el producto llamado humus de lombriz o lombricomposto, de características físicas suave al tacto de olor agradable y excelente mejorador de suelos, considerado el más completo fertilizante orgánico.

Durante muchos años se ha comentado el daño que han causado los fertilizantes a base de productos inorgánicos, tal como la contaminación de fuentes de agua y suelos con serias consecuencias en los seres vivos, así como también el deterioro de la capa de ozono. Estos serios problemas han conducido a la realización de diversos estudios con el objeto de desarrollar nuevas alternativas como son los fertilizantes orgánicos, con el cual se puede sustituir o reducir el uso de aquellos productos inorgánicos, entre esas alternativas se tiene a la lombricultura.

Los suelos del Departamento de Tarija también se ven afectados de muchas maneras, una de ellas es el uso inadecuado de fertilizantes inorgánicos, lo cual ha traído como consecuencia una esterilización de tierras por los altos niveles de contaminación y la eliminación de microorganismos benéficos que se encuentran en el suelo a causa del uso constante de los fertilizantes inorgánicos, por tal motivo se hace necesario producir compuestos orgánicos que exijan un consumo menor de energía y que no contaminen los agroecosistemas. Productos que pueden ser el resultado del reciclado de materia orgánica como son los residuos de cocina que se generan en los hogares a diario como las basuras ornamentales y que al contrario se constituyen en un problema para el servicio de recojo de basura en la ciudad de Tarija, como también tenemos los estiércoles obtenidos en

las diferentes comunidades de nuestro departamento, que muchas veces el agricultor lo usa en forma tradicional.

En la comunidad de Yesera Sud se cuenta con diferentes tipos de estiércoles debido a la crianza de distintos animales domésticos, entre los cuales se encuentran el estiércol vacuno y el estiércol ovino. Los agricultores utilizan este material como abono en forma empírica y tradicional, sin ningún tipo de compostaje, por lo que la asimilación de nutrientes en los cultivos es de manera lenta. Otra forma de utilización del estiércol es como dieta alimenticia para las lombrices con un previo compostaje, dándonos como producto final el humus con lo cual daremos un valor agregado a los estiércoles y así facilitar a los cultivos una asimilación de los nutrientes más directa y rápida.

En los procesos de compostaje del estiércol que se van a constituir en las dietas de las lombrices es importante manejar los tiempos que requieren para su descomposición, porque a base de este proceso se estabiliza el pH y la temperatura que es primordial para el desarrollo de la lombriz.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles.

La utilización del estiércol como dieta alimenticia para las lombrices con un previo compostaje, nos dará como producto final el humus con lo cual daremos un valor agregado a los estiércoles y así facilitar a los cultivos con una asimilación de los nutrientes más directa y rápida

En la agricultura ecológica se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez, se está utilizando en todo el mundo. Para así poder concientizar al agricultor de los beneficios y las ventajas que presenta el humus de lombriz en la agricultura

ya que son muy diversas entre ellas está la de mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, podemos encontrar, los más grandes beneficios con relación a los abonos químicos inorgánicos los cuales presentan graves consecuencias al medio ambiente.

Esta investigación tiene como propósito difundir la producción de humus de lombriz utilizando como dieta de alimentación dos sustratos de estiércol (vacuno y ovino), descompuestos en diferentes tiempos a través de la lombriz *Eisenia foétida* roja californiana.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la calidad del humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) producido con 2 diferentes sustratos de alimentación y a 2 tiempos de descomposición del sustrato.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el tiempo (días) total de la degradación de los residuos orgánicos en cada una de las camas convertidas en humus.
- Comparar la estructura y textura del humus obtenido de las dos dietas alimenticias, estiércol vacuno y estiércol ovino, para diferenciar su calidad.
- Evaluar el contenido de nutrientes (N, P, K) del humus obtenido de las dos dietas alimenticias, mediante análisis químico.
- Determinar el pH en el humus obtenido de las dos dietas alimenticias como un parámetro de calidad final.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

Hoy en día nuestro país se encuentra con una de las mayores preocupaciones, es el abastecimiento alimenticio, debido al acelerado crecimiento de la población, mientras que las tierras cultivadas tienen un crecimiento en menor porcentaje (INE 2012)

Ante esta realidad, en los últimos años se está buscando nuevas alternativas y medidas agroecológicas de producción, que permiten contrarrestar las tendencias negativas de las malas prácticas agrícolas modernas.

El elevado costo de la fertilización mineral (fertilizante químico), además de la posible contaminación del medio ambiente que se puede provocar con el uso de altas dosis de los mismos, ha hecho cada vez más frecuente y atinados el empleo de los fertilizantes orgánicos como vía para el suministro a las plantas de los nutrimentos que necesita.

La utilización de los abonos orgánicos no indica que se deja de fertilizar, sino lo contrario permite que la fertilización sea más eficiente y se pueda disminuir las dosis de los abonos químicos (**CRUZ MADRANO 1986**) de esta forma el efecto beneficioso del humus de lombriz ha resultado ser una alternativa en el desarrollo de la agricultura cada vez más sostenible, sin afectar los rendimientos a la vez que limita la contaminación del medio ambiente.

El uso del humus sería una solución ante la dependencia de los fertilizantes químicos, además es una alternativa ecológica.

2.2. ABONOS ORGÁNICOS

2.2.1. Origen

Desde el comienzo de la historia humana hasta casi los años 40 casi toda la agricultura en la tierra era orgánica, es decir, el alimento crecía sin ayudas de químicos. A fines de esta época se introdujo la agricultura química a gran escala y se hizo creer que los fertilizantes químicos eran seguros, trastornaron el balance natural de los suelos y destruyeron los microorganismos necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Es aquí donde intervino el abono orgánico a base de desechos como una solución a todos estos problemas.

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal o vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes; el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora su característica física, química y biológica.

En cambio los abonos inorgánicos están fabricados por medios industriales, como los abonos nitrogenados (hechos a partir de combustibles fósiles y aire) como la urea o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio, calcio, zinc.

Actualmente los fertilizantes inorgánicos o sales minerales, suelen ser más baratos y con dosis más precisas y más concentradas. Sin embargo, salvo en cultivo hidropónico, siempre es necesario añadir los abonos orgánicos para reponer la materia orgánica del suelo.

El uso de abono orgánico en las cosechas ha aumentado mucho debido a la demanda de alimentos frescos y sanos para el consumo humano. **(CRUZ MEDRANO 1986).**

Los fertilizantes inorgánicos tienen algunos problemas si no son usados de forma adecuada.

El uso de los abonos orgánicos para mantener y mejorar la disponibilidad de los nutrientes en el suelo y obtener mayores rendimientos en las cosechas, se conoce desde la antigüedad. Entre los abonos orgánicos se incluyen los estiércoles, compostas, vermicompostas, abonos verdes, residuos de cosechas,

residuos orgánicos industriales, aguas negras y sedimentos orgánicos. Los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y composición química principalmente en el contenido de nutrientes; la aplicación constante de ellos, con el tiempo, mejora las características físico, químicas, biológicas y sanitarias del suelo.

Antes de que aparecieran los fertilizantes químicos en sus diferentes formas, la única forma de abastecer de nutrientes a las plantas y reponer aquellos extraídos del suelo por los cultivos, era mediante la utilización de abonos orgánicos.

Este cambio del uso de abonos orgánicos por abonos químicos en la fertilización de los cultivos, actualmente está propiciando que el suelo sufra de un agotamiento acelerado de materia orgánica y de un desbalance nutricional.

Los abonos orgánicos, por las propias características son formadores del humus y enriquecen al suelo con este componente, modificando algunas de las propiedades y características del suelo como su reacción (pH) Capacidad de intercambio iónico, disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio, y desde luego la población microbiana. (TRINIDAD SANTOS 1987).

2.2.2. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características físicas del suelo

Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo; estas características son: estructura, porosidad, aireación, infiltración y conductividad hidráulica.

Un aumento en la porosidad aumenta la capacidad del suelo para retener el agua incrementando simultáneamente la velocidad de infiltración de esa misma agua del suelo.

2.2.3. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características químicas del suelo

Material	Nitrógeno %	Fósforo %	Potasio%
-----------------	--------------------	------------------	-----------------

Harina de sangre	15.0	1.3	0.7
Estiércol de vaca fresco	3.0	0.2	0.4
Estiércol de vaca seco	0.6	0.4	0.4
Harina de pescado	10.0	3.0	00
Pezuña y cuernos	13.0	1.5	00
Estiércol de equino fresco	0.4	0.2	0.4
Estiércol de equino seco	0.7	0.5	0.6
Estiércol de oveja	0.7	0.4	0.3
paja	0.6	0.3	0.9

La composición química de los abonos orgánicos variará de acuerdo al origen de estos. Las plantas, los residuos de cosechas, los estiércoles, etc. Difieren grandemente en cuanto a los elementos que contienen. Las características químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de los abonos orgánicos son: el contenido de materia orgánica; lo cual aumenta el nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes, el pH y la concentración de sales.

CUADRO N°1. Composición de NPK en algunos abonos orgánicos simples.

(Adaptado De Varias Fuentes, Presentado Por TRINIDAD, 1987)

Tradicionalmente el abono más utilizado, ha sido el estiércol, siendo uno de los mejores acondicionadores del suelo que existe. **SÁNCHEZ. (2011).**

2.2.4. Efecto de los abonos orgánicos sobre las características biológicas del suelo

Se debe a que los estiércoles contienen grandes cantidades de compuestos de fácil descomposición, cuya adición casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica. Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas.

Asimismo, se logra tener un medio biológicamente activo, en donde existe una correlación positiva entre el número de microorganismos y el contenido de la materia orgánica.

2.2.5. Efecto de los abonos orgánicos en la inhibición de patógenos del suelo

Los abonos orgánicos pueden prevenir y controlar la presencia y severidad de las enfermedades del suelo; su acción se basa en los siguientes puntos:

- Incremento de la capacidad biológica del suelo para amortiguar los patógenos
- Reducción del número de patógenos por la competencia que se establece con los microorganismos no patógenos del suelo.
- Aumento en el contenido de Nitrógeno amoniacal en el proceso de mineralización del abono orgánico.
- Incremento de la capacidad de los hospedantes para provocar rechazo hacia los patógenos.

Los mecanismos por los que los abonos orgánicos inhiben a los patógenos del suelo y enfermedades radiculares involucran: a) la germinación y la propagación de los Fito patógenos, b) la competencia por los nutrientes, c) la producción de compuestos tóxicos volátiles y no volátiles, d) la modificación del ambiente del suelo.

Al aplicar materia orgánica (estiércoles, abonos verdes, compostas, etc.) al suelo, se promueve el crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes con repercusión en el rendimiento.

FUENTE:http://www.happyflower.com.mx/Guia/07_AbonosOrganicos.html

2.2.6. Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos

La mayoría de los cultivos muestra una clara respuesta a la aplicación de los abonos orgánicos, de manera más evidente bajo condiciones de temporal y en suelos sometidos al cultivo de manera tradicional y prolongada. No en vano, los

abonos orgánicos están considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan para su desarrollo. Es cierto que, en comparación con los fertilizantes químicos, contienen bajas cantidades de nutrimentos; sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos.

En los ensayos tradicionales de la aplicación de abonos orgánicos, siempre se han reportado respuestas superiores con éstos, que con la aplicación de fertilizantes químicos que aporten cantidades equivalentes de nitrógeno y fósforo; éste es, en resumen, el efecto conjunto de factores favorables que proporcionan los abonos orgánicos al suelo directamente y de manera indirecta a los cultivos.

Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos; esto es, ha apoyado al desarrollo de la que se considera como un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva sin el uso de insumos de síntesis comercial. Los productos obtenidos bajo este sistema de agricultura consideran un sobreprecio por su mejor calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud.

2.3. TIPOS DE ABONOS

2.3.1. Abonos que se consiguen en el hogar

- Cenizas

Las cenizas de las maderas son un buen abono orgánico de liberación rápida, estéril, muy rica en potasio. Son muy útiles en la floración. Las cenizas del carbón también son muy buenas.

- Café

Favorece el crecimiento y la textura de la tierra, no es la cafeína la que se aprovecha, sino todos los productos residuales que constituyen un excelente abono a condición de que se distribuyan con discreción.

- Cáscara de huevo

La cáscara lavada y molida resulta ideal para todo tipo de plantas, así como el agua donde cocinamos huevos nos sirve para el riego es recomendable.

2.3.2. Otros tipos de abonos

- Estiércol

Son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre un 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y preferencia cuando el suelo esta con la humedad adecuada. Con los abonos sintéticos, los estiércoles dejaron de emplearse bastante en la agricultura convencional, aunque ahora la agricultura ecológica los está recuperando por su valor orgánico para el suelo.

- Humus de lombriz

El presente trabajo se enfoca en la producción de dicho abono orgánico.

Se denomina humus de lombriz a los excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar residuos orgánicos.

El humus es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene dos millones de bacterias por gramo de humus; por esta razón su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo.

- Compost

Es un abono orgánico natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas.

Este abono también se lo conoce con el nombre de “tierra vegetal” o “mantillo” su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales).

- Abonos verdes

El abonamiento verde es una práctica que consiste en cultivar plantas, especialmente leguminosas (como alfalfa, trébol, alfalfa, etc.) o como gramíneas (como avena, cebada, etc.) luego son incorporados al suelo en estado verde, sin previa descomposición, con el propósito de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, restableciendo y mejorando su fertilidad natural.

- Líquidos húmicos

Este abono orgánico se comercializa en forma líquida y es un derivado de las camas de los criaderos de aves y cerdos principalmente. Se lo utiliza mezclando con agua, antes de aplicar conviene remover la tierra. **SÁNCHEZ. (2011).**

2.4. LOMBRICULTURA

Es la producción intensiva de lombrices de tierra más propiamente dicho lombrices rojas californianas en condiciones de cautiverio; esta crianza puede ser para la reproducción de estos organismos o bien para el procesamiento de desechos orgánicos, los cuales constituyen su alimento.

Es una biotecnología limpia, de bajo costo, fácil de desarrollar y al alcance de cualquier familia o productor que desee valorizar su residuo orgánico biodegradable (restos de cosecha, camas de estiércoles) para convertirlo en abono (humus) y proteínas (lombrices).

En este trabajo se enfatiza en los aspectos prácticos de la lombricultura para que, la familia, el productor, cuenten con una herramienta efectiva para una producción

más limpia con miras al mantenimiento, o la recuperación, del suelo y en definitiva avanzar hacia la sustentabilidad, independientemente se focalice en producir para el autoconsumo, o tratar corrientes de residuos biodegradables volumétricamente significativas la lombricultura permite obtener beneficios como:

- Procesamiento de desechos orgánicos.
- Producción de proteína para la alimentación de aves.
- Producción de cebos para la pesca deportiva.
- Producción de abonos orgánicos, sustratos y ácidos húmicos para ser utilizados en la agricultura, viveros, jardinería y floricultura, principalmente.
- Fuente potencial de proteínas para consumo humano.

Quienes se interesan por la Lombricultura

Los interesados en las lombrices ya no son simples curiosos, sino que son personas interesadas en saber, conocer, estar al corriente de los que pueden hacer, quieren informarse sobre cuál será el desarrollo lógico y normal de su cría y la ven como una actividad rentable que exige una dedicación seria.

2.5. HISTORIA DE LA LOMBRIZ

Aristóteles describía las lombrices como los “intestinos” de la tierra. No existirían alimentos agrícolas ni agricultura sostenible si las lombrices no hubieran removido el suelo miles de años antes de que se inventara el arado.

Charles Darwin escribió su último libro *La formación de la tierra vegetal por la*

acción de las lombrices en 1881. En esta obra afirmaba que cada año pasan por los intestinos de las lombrices 7 toneladas de tierra seca por hectárea. Sus excrementos aportan potasio a la superficie, fósforo al subsuelo y añaden a la tierra productos nitrogenados de su metabolismo.

En los **años 80** se empezó a comercializar en España humus mezclado con heces deshidratadas. Esta forma fraudulenta de humus quemaba las plantas, y en consecuencia frenó su uso.

El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante.

En sus orígenes consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, los excrementos de animales, personas y los residuos de las cosechas para que se descompusieran y transformasen en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono.

Era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable.

FUENTE: <http://www.vermicuc.com/humus/la-lombriz.htm>

2.5.1. La lombriz

Los lumbrídeos se encuentran entre los seres con mayor éxito adaptativo. Su origen se sitúa en el precámbrico, hace 700 millones de años. Existe un gran número de familias, especies y subespecies que han ido ocupando mares, lechos lodosos de lagunas y las capas superiores de casi todos los suelos del planeta.

Desde el punto de vista ecológico, los gusanos de tierra pueden dividirse en tres grandes grupos:

2.5.1.1. Epigeas:

En este grupo encontramos a aquellas lombrices que viven en la superficie del suelo. Los peligros a los que están expuestas son; depredación inundaciones, frío, incendios, escases de comida lo cual los hizo desarrollar una serie de adaptaciones para sobrevivir, como ser una alta reproducción para compensar las pérdidas poblacionales, buen apetito para aprovechar al máximo las fuentes de comida, capullos resistentes para almacenar los huevos del desecamiento, capacidad para adaptarse al calor de su entorno.

2.5.1.2. Endógenos

En este grupo están las lombrices que pasan toda su vida en el interior del suelo se alimentan de productos que eliminan las raíces y de la materia orgánica arrastrada hacia la profundidad por las lluvias o por otros gusanos o insectos. Al evolucionar en un medio más estable su tasa de reproducción es baja y no desarrolla pigmentos protectores.

2.5.1.3. Anélidos

Finalmente alternando entre la superficie y la profundidad encontramos al grupo de anélidos, estos gusanos cavan galerías en forma de U donde pasan la mayor parte del tiempo, por las noches se asoman a mordisquear restos vegetales arrastrándolos hacia el fondo para devolverlos junto con partículas de tierra. **SÁNCHEZ. (2011).**

Los anélidos cumplen un papel muy importante en la aireación y acondicionamiento del suelo (desmenuzamiento, neutralización del pH, aporte de bacterias), dejando esos típicos montículos que muchos confunden con hormigueros. El cuerpo de los anélidos está recubierto por una epidermis que segrega una delgada cutícula protectora; bajo la epidermis hay una capa de musculatura circular y bajo ésta una de fibras musculares longitudinales. En la lombriz de tierra, los músculos longitudinales están reforzados por laminillas de colágeno, En la mayoría de las especies que existen hay unas cerdas o quetas, lo

que da nombre a los gusanos poliquetos marinos, y a las lombrices de tierra (oligoquetos).

Estos tres grupos se reparten los recursos disponibles. La mayor parte de lo que ingieren los endógenos es mineral, con los epigeos la relación se invierte: su alimentación es casi exclusivamente orgánica. Los anélidos tienen una dieta combinada.

Para efectos prácticos se pueden dividir las lombrices en dos grupos a saber:

- Las lombrices silvestres o comunes
- Lombrices domésticas

2.5.2. La Lombriz Silvestre o Común

Se trata de un animal silvestre que se ubica preferentemente en lugares húmedos, en las huertas, en los bosques, en los depósitos de residuos orgánicos, entre otros. No se puede producir en cautividad.

La vida media de esta lombriz es de 4 años aproximadamente. Se acopla cada 45 días y de cada huevo nacen máximo 4 lombricitas. Mide de 12 a 20 centímetros. Sus carnes son blandas y flácidas. Es un animal de movimientos lentos.

El refugio o túnel en que vive puede alcanzar profundidades de 2.30 hasta 2.50 metros, debido a la búsqueda constante de una temperatura óptima en su hábitat, acorde con sus exigencias vitales. Prefiere vivir en terrenos arcillosos o arenosos donde la humedad oscile alrededor de 40 a 45% y la temperatura sea de unos 10 a 12 °C. Este tipo de lombriz deposita sus deyecciones sobre la superficie del terreno.

2.5.3. La Lombriz Doméstica (Roja Californiana)

Muy pocas de las especies de lombrices existentes en el mundo pueden ser explotadas o producidas en cautiverio. Siendo las lombrices animales migratorios

por excelencia, era necesario, para desarrollar la Lombricultura, que su hábito fuera modificado, lo cual se logró luego de más de 14 años de trabajo investigativo. Hoy día, su hábito sedentario permite mantenerla en cautiverio y poder realizar un proceso industrial en el que no solamente se la pueda mantener en un criadero sin que se fugue, sino que adicionalmente ya tiene la capacidad de vivir en altas densidades, sin que se alteren sus efectos conductuales.

Se la conoce como Lombriz Roja Californiana porque fue en el Estado de California, E.E.U.U. donde se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y donde se instalaron los primeros criaderos.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Annelida>

2.6. LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA. (*Eisenia foetida*)

2.6.1. Clasificación zoológica.

Reino	Animal
Subreino	Metazoos
Tipo	Anélido
Clase	Cliteliados
Orden	Oligoquetos
Familia	Lombricidae
Género	Eisenia
Especie	Foetida

OSTRIA BORDA. (1994)

2.6.2. Características generales de la lombriz roja californiana

La lombriz roja californiana (LRC) es un anélido que se adapta a un amplio rango de temperaturas, siendo su óptimo 22 °C; altas y bajas temperaturas cercanas a 42 y 0°C, reducen drásticamente su ingesta de alimentos y reproducción. Un hábitat con características adecuadas de temperatura, humedad, pH, vitaminas, proteínas, carbohidratos y minerales, favorece en su desarrollo y adecuada reproducción.

Este anélido es hermafrodita, su cruce es recíproco, se aparea cada 7 días, desde los 3 meses de edad cuando alcanza la madurez sexual, observándose un anillo de mayor diámetro que el resto del cuerpo llamado clitelium, lugar donde se conforma la cápsula que contiene los embriones **FUENTES. (1982).**

Durante la cópula cada lombriz recibe el espermatozoide de la otra y lo retiene en su espermateca hasta el momento de la reproducción **SALAZAR Y ROJAS. (1992).**

La madurez sexual se alcanza de un mes a mes y medio en la medida que la temperatura sobrepasa los 25 °C **HERNÁNDEZ. (1996).**

La mayoría de las investigaciones realizadas sobre el cultivo de la LRC reportan como producto de la fecundación, una cápsula por semana con 1 a 21 lombrices por cápsula **FERRUZZI. (1987); GALVIS (1991)** informó 12 lombrices por cápsula;

HERNÁNDEZ (1996) encuentra, que a temperatura promedio de 29 °C se obtienen de 4 a 6 cápsulas por semana con promedio de 2,3 lombrices por cápsula.

El presente trabajo se pudo observar que el promedio de lombrices es de 5 a 6 por cápsula.

2.6.2.1. Morfología

Por lo general esta especie de Lombriz es de color rojo oscuro, esta lombriz respira por debajo de la piel, mide de 6 a 8 centímetros de largo y de 3 a 5 milímetros de diámetro, el peso de la lombriz es de 1 gramo.

Esta clase de gusano no soporta la luz solar, si esta se expone a los rayos del sol, esta muere en pocos minutos. Esta come mientras avanza en la excavación, y fertiliza el suelo por sus deyecciones.

Las lombrices californianas pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea, al menos, una temporada con temperaturas promedio superior a los 20°C, es decir cualquier lugar con climas templados.

Estas lombrices, a 21°C tienen la máxima capacidad de reproducción, por lo tanto, se reproducirán más durante los meses cálidos. Cuando la temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad. Las lombrices adultas pesan aproximadamente 1 gramo y aproximadamente producen 0.60 gramo diario de abono, es decir, que comen una cantidad de un 40% y el 60% es excretado como abono diariamente, lo cual hace muy interesante a la lombricultura.

Las lombrices en busca de alimento irán a su nuevo lugar rápidamente (el 50% de las lombrices llegará en solo unas horas) Pero quedarán en el lombricompost los capullos y las pequeñas lombrices, para que lleguen a trasladarse las pequeñas lombrices y las que nacerán después es necesario esperar al menos 30 días.

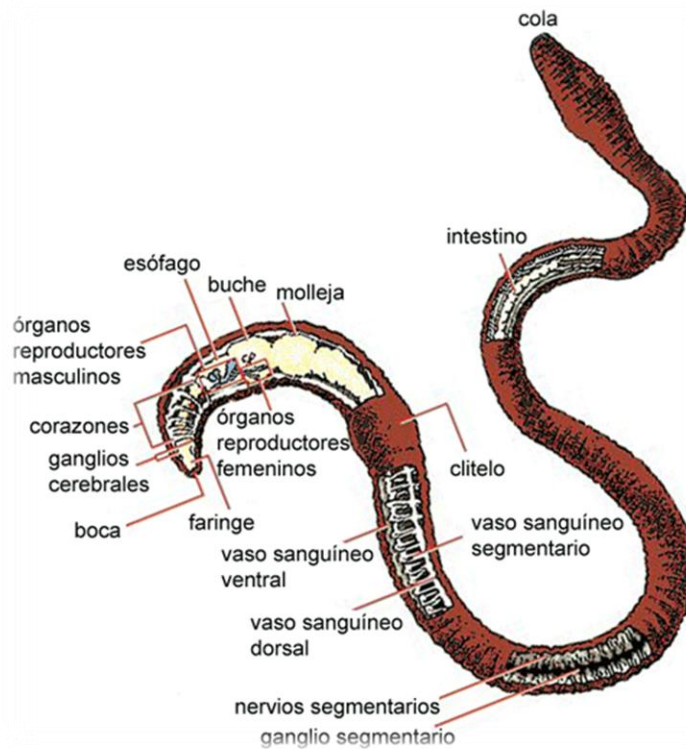
Sin embargo, hay que tomar en cuenta que deben de ser lombrices de cultivo, pues las lombrices silvestres no se adaptan a las condiciones de cultivo controlado, pues en cualquier variación climática éstas abandonan el lugar.

Fuente: <http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.htm>

2.6.2.2. Características externas.

Posee el cuerpo alargado, segmentado y con simetría bilateral. Existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5 mm de longitud llamada clitelium cuya función está relacionada con la reproducción. Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos 5 o 6 días se ponen rosadas y a los 120 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse.

2.6.2.3. Características internas.



Cutícula

Es una lámina muy delgada de color marrón brillante, quitinoso, fino y transparente.

Epidermis

Situada debajo de la cutícula, es un epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa. Es la responsable de la formación de la cutícula y del mantenimiento de la humedad y flexibilidad de la misma.

Capas musculares

Son dos, una circular externa y otra longitudinal interna. Las cuales es muy desarrollado lo cual le permite realizar cualquier tipo de movimiento.

Peritoneo

Es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz.

Celoma

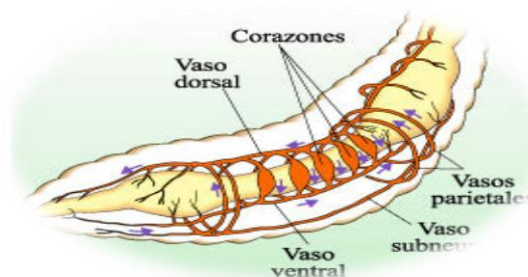
Es una cavidad que contiene líquido celómico y se extiende a lo largo del animal, dividida por los septos, actuando como esqueleto hidrostático. Este fluido se expulsa ante el peligro.

Tubo digestivo

Este canal recorre desde la boca al ano. Detrás de la boca encontramos la cavidad bucal y dentro de ellas las células del paladar o prostonio.

Luego de la cavidad bucal, continúa la faringe que une la boca al esófago actuando como una bomba de succión. El esófago se abre a partir de la faringe y continúa con el papo y la molleja que aplastan el alimento para su digestión. Detrás de la molleja comienza el intestino donde ocurre la digestión y la absorción de los alimentos, pudiendo detectar glucosa y sacarosa entre otras sustancias.

Aparato circulatorio



Tienen dos sistemas de transporte: el líquido celomático y el sistema circulatorio para la sangre. El sistema circulatorio es cerrado, con vasos incluso sistemas capilares presentes en los tejidos. Hay cinco vasos principales que recorren el cuerpo longitudinalmente. Que corren a lo largo de todo el animal, uno de los cuales es dorsal y dos son ventrales.

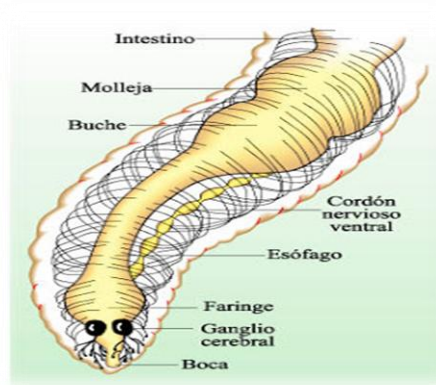
Vaso ventral, más grande suministra sangre al intestino, actúa como una aorta. Recibiendo la sangre de los arcos aórticos y enviándola al cerebro y al resto del cuerpo dando lugar a vasos segmentarios hasta las paredes, nefridios y el tracto digestivo, al vaso subneural y, por medio de muchas ramificaciones pequeñas, a todos los tejidos del cuerpo. Numerosos capilares pequeños en cada segmento transportan sangre desde los tejidos al vaso dorsal.

Además, hay vasos parietales a lo largo de la pared que transportan sangre desde el vaso subneural al vaso dorsal y también recogen nutrientes desde el tracto intestinal. El vaso dorsal, muscular, impulsa hacia adelante los fluidos recolectados de todo el cuerpo del animal. Existen cinco pares de corazones conectando el vaso dorsal y el ventral. Sus contracciones irregulares fuerzan la sangre hacia atrás. La sangre contiene hemoglobina.

Aparato respiratorio

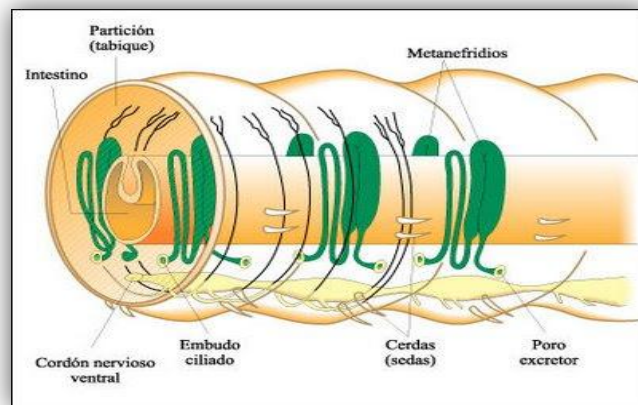
Es primitivo, no existen pulmones verdaderos, el intercambio de oxígeno se produce a través de la pared del cuerpo. El intercambio es a través del tegumento húmedo.

Sistema digestivo



Está constituido por la boca que conduce a una faringe muscular, que succiona la vegetación y otros materiales orgánicos en descomposición, al igual que detritos. Estos son almacenados en el buche y triturados en la molleja con la ayuda de partículas del suelo. El resto del tubo es un intestino largo en el que se digiere el alimento por medio de enzimas secretadas por parte de células secretoras de enzimas y se absorbe por células ciliadas. El esófago, el buche, la molleja y el intestino grueso que desemboca en el ano.

Aparato excretor



El sistema excretor consiste en pares de metanefridios, que típicamente aparecen en todos los segmentos del cuerpo, excepto en la cabeza. Los anélidos tienen un sistema nervioso centralizado y células sensoriales (o receptoras) táctiles, gustativas, fotorreceptoras y otras vinculadas con la detección de la humedad. Cada segmento o metámero contiene dos metanefridios, tres pares de nervios -que se ramifican desde el cordón nervioso central que corre a lo largo de la superficie ventral- una porción del tracto digestivo y una cavidad celómica izquierda y derecha. En cada segmento también hay cuatro pares de cerdas o sedas que se retraen mediante músculos especiales y son usadas para fijar una parte de su cuerpo mientras otra se mueve hacia adelante. En cada segmento (excepto en los tres primeros y en el último) se encuentran los metanefridios; cada uno ocupa realmente dos segmentos, dado que se abre en el interior mediante un embudo ciliado en un segmento y en el exterior mediante un poro en un segmento inmediatamente posterior. El intestino, los metanefridios y otros órganos internos están suspendidos en el celoma, lleno de fluido, que también actúa como esqueleto hidrostático.

Sistema nervioso y órganos de los sentidos

Consta de un sistema nervioso central y de nervios periféricos. El central refleja el modelo anelidiano típico: un par de ganglios cerebroides (el “cerebro”), los conectores unen el cerebro con los ganglios del cordón nervioso, el nervio ventral

atraviesa todo el celoma. Los ganglios cerebroides están unidos a los nervios y estos a las estructuras del cuerpo, que contienen fibras sensoriales y motoras. Las células neurosecretoras tienen función endocrina y secretan neurohormonas relacionadas con la regulación de la reproducción. Tienen unos axones gigantes en el cordón nervioso ventral, su gran diámetro permite la contracción simultánea de músculos en muchos segmentos, por ello son los encargados de hacer posible una huida rápida. Carecen de ojos, pero poseen foto receptores lenticulares en la epidermis, tienen fototactismo negativo a la luz intensa y positiva a la luz débil, es decir se prefiere vivir en lugares oscuros. Poseen órganos sensoriales pequeños unicelulares por toda la epidermis y en el postonio son más numerosos los quimiorreceptores. En el tegumento muchas terminaciones nerviosas libres probablemente son táctiles.

Visión

En la epidermis hay un gran número de células fotosensibles ubicadas especialmente en el postonio. Son los órganos primitivos de visión de las lombrices. Las lombrices huyen de la luz (fototaxis negativa).

Segmentos

Tienen entre 40 y 120 segmentos o anillos y estos, en forma similar a los animales superiores, tiene distintas funciones según su ubicación. La primera sección contiene la boca y el postonio que es un lóbulo que cubre la misma y actúa como una cuña rompiendo lo que el animal encuentra cuando se desliza.

En cada segmento se localizan pequeñas cerdas que pueden moverse a voluntad para sus movimientos, careciendo de otras estructura visibles que facilitan su desplazamiento pero ayudándose con secreciones glandulares que producen una sustancia lubricante “mucus” muy útil para su desplazamiento.

2.6.3. Acoplamiento, fecundación y desarrollo de las lombrices nacidas

La lombriz vive aproximadamente unos 4.5 años, y llega a producir hasta 3500 lombrices al año. Se acopla regularmente entre 7 y 10 días, luego de que adquiere

la madurez sexual y si la humedad y la temperatura de su medio son adecuadas, la fecundación se efectúa a través del clitelio, un anillo más ancho y de color blanquecino situado en la parte anterior de la lombriz lo cual se presenta en todas las lombrices adulta. Las glándulas del clitelio producen una cápsula llamada espermatóro, cocón o huevo con un número de lombricitas que fluctúa entre 2-20 de color amarillo verdoso y con unas dimensiones aproximadas de 2 a 3 por 3 a 4mm no siendo por lo tanto redonda sino teniendo una forma parecida a una pera muy pequeña, redondeada por una parte y por la otra acuminada por la otra. Emergen las lombricitas terminando el periodo de incubación.

La lombriz Roja Californiana alcanza la madurez sexual a los 3 meses de edad, cuando aparece el clitelium; que es un anillo de mayor diámetro que el resto del cuerpo situado aproximadamente a la altura de su primer tercio, si se considera la longitud total de la lombriz.

Dos lombrices en fase de acoplamiento giran en sentido opuesto la una de la otra, de esta manera, pueden contactar el aparato genital masculino de una con el aparato genital femenino de la otra. Así, en cada acoplamiento, una lombriz recibe el espermatozoide de la otra y lo retiene en su propio aparato genital femenino hasta la fecundación.

El apareamiento puede realizarse de día o de noche y requiere de dos a tres horas. Como resultado del acoplamiento, se producirán por lo menos dos capullos (cocón, del inglés) o cápsulas (uno de cada lombriz). Estas cápsulas se abrirán al cabo de 14 a 21 días, según la temperatura del medio donde se ubiquen. A los 15 días de haber nacido las lombrices miden ya 12 a 15mm y presentan un color rosa pálido. A los 90 días la lombriz es ya de color rojo oscuro, y presenta clitelio lo que indica que sexualmente ya es madura; su longitud es de 3cm, a los 7 meses ya tiene su tamaño definitivo unos 8 a 10cm y un peso de 1gramo.

Desde su nacimiento son autosuficientes, se alimentan solas y solo necesitan para sobrevivir que el sustrato en el que se encuentran este lo suficiente húmedo para ser perforado por su minúscula boca. Pero también están sometidas a peligros que pueden ser mortales por su delicada contextura como: falta de comida, presencia

de algún producto tóxico, enemigos naturales, etc. Haciendo que disminuya el número inicial, llegando aproximadamente un 50% al estado adulto.

2.6.4. Alimentación y locomoción

El tacto digestivo de la lombriz es muy eficiente, su poderosa musculatura permite la mezcla de lo ingerido y su desplazamiento.

Para poder alimentarse esta lombriz chupa el alimento a través de su boca, al llegar el alimento al estómago unas glándulas especiales se encargan de segregar ácido cálcico, cuya finalidad es neutralizar los ácidos presentes en la dieta.

Produce fluidos que contiene enzimas, aminoácidos, azúcares y otras sustancias orgánicas a partir de los residuos. También se encuentran protozoos, bacterias, hongos, actinomicetos y otros microorganismos que ayudan a la digestión. Las moléculas más simples se absorben en el intestino para la obtención de energía y síntesis metabólica.

Avanza arrastrándose sobre el terreno, pues su cuerpo está dotado de una serie de anillos capaces de adherirse al sustrato. Para avanzar fija los anillos anteriores en el terreno, encoje el resto del cuerpo hacia la parte anterior, fija luego los anillos posteriores a continuación liberan los anillos anteriores y empujando con la parte posterior del cuerpo la parte anterior así inicia el movimiento de avance. En esta fase cuando abre la boca y chupa el alimento el cual al atravesar todo el aparato digestivo es expulsado por el ano.

No come las raíces de las plantas mientras estén vivas, por lo cual no es perjudicial para los cultivos. **FERRUZZI. (1984).**

El alimento que se les proporcionará será materia orgánica parcial o totalmente descompuesta, mezclada con materias frescas como frutas (aman todo tipo de frutas con mucha azúcar como uvas, duraznos y manzanas, además de proteicas como la Palta, eso sí, no deben darles cítricos por el cambio de pH que provocan en el sustrato) y materia vegetal seca (hojas, ramitas picadas, Etc.) en una relación de 40%, 40% y 20% respectivamente, el alimento debe estar lo más picado

posible, pero en este caso solo serán alimentadas con estiércoles semidescompuestos

Se debe evitar dar alimento fresco, las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación (hasta 75° C), matarán a las lombrices.

2.6.5. Hábitat.

Habita en los primeros 50 cm. del suelo, por tanto es muy susceptible a cambios climáticos. Es totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, como la elevada capacidad de regeneración de sus tejidos, son motivos de investigación para la aplicación en el ser humano.

2.6.6. Condiciones ambientales para su desarrollo.

2.6.6.1. Humedad.

Será del 70% para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento a través del material. Si la humedad no es adecuada puede dar lugar a la muerte de la lombriz.

Las lombrices toman el alimento chupándolo, por tanto la falta de humedad les imposibilita dicha operación. El exceso de humedad origina empapamiento y una oxigenación deficiente.

2.6.6.2. Temperatura.

El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25° C.

Durante el verano si la temperatura es muy elevada, se recurrirá a riegos más frecuentes, manteniendo los lechos libres de malas hierbas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos.

2.6.6.3. PH.

El pH óptimo es 7,2 pero puede soportar hasta un pH de 8

2.6.6.4. Riego.

Los sistemas de riego empleados son el manual y por aspersión. El manual consta de una manguera de goma de características variables según la función de los lechos. Por su sencillez es muy difundido pero requiere un trabajador implicado exclusivamente en esta labor.

2.6.6.5. Aireación.

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices.

Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación. **SÁNCHEZ. (2011).**

2.6.7. Patologías

Las enfermedades en los criaderos de lombrices no son muy frecuentes aunque el hábitat de las lombrices puede verse afectado por la presencia de bacterias.

La patología más importante es la intoxicación proteica, provocada por la presencia de un elevado contenido de sustancias ricas en proteínas no transformadas en alimento por las lombrices.

Estas sustancias proteicas en exceso favorecen a la proliferación de microorganismos, cuya actividad genera gases y provoca un aumento de acidez del medio. Las lombrices ingieren el alimento con una excesiva acidez que no llega a ser neutralizada por las glándulas calcíferas, por lo tanto se produce una fermentación en el buche y en el ventrículo provocando una inflamación.

Los síntomas más frecuentes suelen ser el abultamiento de la zona cliteliar coloración rosada o blanca en el cuerpo de las lombrices y una disminución generalizada de su actividad. Como medida de control se debe remover la tierra para favorecer la oxigenación.

2.6.8. Enemigos naturales de la Lombriz

El hombre se encuentra entre los principales enemigos. En estado silvestre dañan a estas con el uso de antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. En el criadero también la mayor parte de los parásitos proliferan por el descuido del lombricultor.

La presencia de escarabajos, moscas, ciempiés, ácaros, hormigas etc., compiten por el alimento. No existen medios físicos eficientes para su control, salvo evitando que se instalen las colonias de parásitos mediante un buen manejo de las unidades de cría.

Hormigas

Cierto tipo de hormigas ingiere los azúcares de los alimentos destinado a las lombrices. Las hormigas rojas son un depredador común. En poco tiempo pueden dejar a nuestro criadero sin un solo ejemplar. A estos enemigos se los puede controlar sin necesidad de químicos, con solo que la humedad de mantenga a un 80%, la presencia de hormigas es un parámetro que la humedad esta baja.

Pájaros y otras aves

Las aves pueden acabar poco a poco con todo un criadero de lombrices. Los pájaros se constituyen como los depredadores directos más frecuentes, encuentran con facilidad a las lombrices, excavando la tierra con sus patas y pico. La medida de control más efectiva es el cubrimiento de la cama con ramas o malla media sombra. Colocadas directamente sobre la cama. Además que con esta medida se reduce la evaporación y se mantiene la humedad.

Ratones

Los ratones son otra plaga muy peligrosa para el cultivo de las lombrices, pero se puede controlar al igual que las hormigas manteniendo la humedad a un 80%, como otra medida preventiva se puede emplear raticida en puntos estratégicos de las instalaciones, además poner en práctica las medidas higiénicas.

Los topos

Los topos son los peores enemigos ya que excavan túneles profundos, la medida de combatir contra estos se recomienda a la construcción de las camas con cemento u otro material que impida la penetración de los topos.

Planaria

Se trata de un gusano de cuerpo plano que puede medir de 5mm a 50mm de color café oscuro, con rayas longitudinales.

La planaria se adhiere a la lombriz por medio de una sustancia cerosa que la planaria produce, posteriormente introduce en la lombriz un pequeño tubo de color blanco succionando todo el interior de la lombriz hasta matarla

Esta plaga se lo controla con el manejo adecuado de pH de 7.5 a 8. En pH bajos la planaria se desarrolla y comienza su actividad, se recomienda no usar estiércoles viejos, otra recomendación es mantener el lecho con un buen drenaje siendo preferible riegos breves y frecuentes.

Serpientes

Las serpientes son enemigos pero de poca importancia.

Gusano blanco

Estos no atacan a las lombrices directamente, sino que compiten con ellas por el alimento. Al introducir el sustrato previamente compostado se debe revisar que este no traiga gusanos.

2.6.9. Cooperantes de las Lombrices

Los criaderos son verdaderos ecosistemas en el que se establecen relaciones simbióticas con otros pequeños insectos. Con cochinillas ciempiés, ácaros etc., facilitan la trituración y la descomposición de la materia orgánica, favoreciendo

la aptitud e ingesta de los alimentos por las lombrices, por lo que su presencia no supone un conflicto sino todo lo contrario.

Los citados anteriormente no compiten con las lombrices, sino más bien cooperan con ellas. De hecho la presencia de algunos de estos animalitos como la cochinilla se convierte en indicador de que el proceso se desarrolla sin inconvenientes

FUENTE: (<http://es.wikipedia.org/wiki/Humus>)

2.7. ESTIÉRCOLES

Los estiércoles se han utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características en beneficio del desarrollo de las plantas. Efectividad ha quedado plenamente demostrada con rendimientos más altos y de mejor calidad.

Está comprobado que la materia orgánica es de gran importancia para el buen desarrollo para las plantas. Bajo ciertos manejos, los suelos agrícolas suelen perder gradualmente su materia orgánica, lo cual se manifiesta en cada vez más bajos los rendimientos de los cultivos; cuando a estos suelos se los adiciona materia orgánica en cantidades apropiadas, particularmente provenientes de estiércoles los cuales contienen importantes cantidades de todos los elementos químicos utilizados por las plantas. La respuesta de los cultivos es extraordinaria aumentado hasta un 8-10 veces mayores. **TRINIDAD SANTOS. (1987).**

Consecuentemente, el uso de estiércoles en la agricultura apoya el incremento de los rendimientos en los cultivos por las siguientes razones:

- Aportan todos los elementos esenciales que requieren los cultivos.
- Liberan nutrientes de forma gradual que favorece su disponibilidad para el desarrollo de los cultivos.
- Mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad para la retención del agua.

- Forman complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a estos disponibles para las plantas.
- Libera bióxido de carbono (CO₂) durante su descomposición que forma ácido carbónico (H₂CO₃).
- Aumenta la infiltración del agua, reduciendo el escurrimiento superficial lo que evita la erosión del suelo.

2.7.1. Contenido nutricional

El contenido total de nutrientes en los estiércoles es muy variable y depende de la especie que lo produce, edad del animal, su eficiencia digestiva, tipo de alimentación que recibe y el manejo a que ha sido sometido el estiércol desde su recolección, maduración y almacenamiento.

El contenido medio de nutrimentos de los estiércoles utilizados en la agricultura se muestra en el **Cuadro 3**. La gallinaza y la porqueraza son los más ricos desde el punto de vista nutrimental y de mayor liberación de nutrimentos en el primer año de aplicación. Los estiércoles más pobres son los de vacuno y equino y desde luego los que aportan menor porcentaje de nutrimentos en el primer año de aplicación por su alta relación C/N.

2.7.2. Liberación de nutrientes

En el primer año de la aplicación de un estiércol, solamente se libera por descomposición parte del contenido total de nutrientes; la diferencia queda en forma residual para los siguientes años de cultivo.

La descomposición de los estiércoles depende de las condiciones de temperatura y humedad en un lugar determinado; es gradual y continuo a través del tiempo desde el momento de su aplicación. Para fines prácticos la liberación de un elemento durante la descomposición del estiércol se estima por año como unidad de tiempo.

Las tasas de descomposición de los estiércoles (serie de descomposición) para un clima templado, en tanto por uno en el primer año de aplicación y del residual en los siguientes años, para los materiales más comúnmente utilizados.

Los estiércoles de mayor porcentaje de descomposición y por consiguiente con mayor liberación de nutrimentos en el primer año de aplicación serían la gallinaza y la porqueraza (0.90 y 0.65), pero de poco efecto residual. En cambio, los estiércoles de menor liberación de nutrimentos en el primer año de aplicación pero de mayor efecto residual serían el de vacuno, equino y caprino.

Por lo cual se está buscando una alternativa que los nutrientes de los estiércoles de ganado vacuno y ovino sean asimilados por las plantas desde el momento que estos son suministrados al cultivo.

CUADRO N°2. Contenido total de nutrientes de algunos estiércoles

DETERMINACIONES	Tipo de estiércol				
	Vacuno	Gallinaza	Porcino	Equino	Caprino

Humedad (%)	36.0	30.0	20.0	25.0	18.0
Ph	8.0	7.4	7.2	7.0	7.5
Materia orgánica (%)	70.0	70.0	68.0	60.0	55.0
Nitrógeno total (%)	1.5	3.7	3.7	1.2	2.5
Fósforo (%)	0.6	2.2	2.0	0.2	0.6
Potasio (%)	2.5	2.7	30.0	0.56.0	2.2
Calcio (%)	3.2	5.7	7.5		8.0
Magnesio (%)	0.8	1.0	2.3	0.2	0.2
Hierro (ppm)	354.0	4,902.0	-	-	-
Relación C/N	26.0	11.0	13.0	33.0	18.0
Mineralización	35.0	90.0	65.0	30.0	32.0

Fuente: ROMERO (1997)

Los estiércoles de granja y los purines son considerados por desgracia, por muchos agricultores como simples subproductos inevitables de su sistema de explotación agrícola que les ocasionan grandes problemas de almacenaje y de eliminación. En consecuencia, rara vez se conservan en grandes cantidades.

2.7.3. Estiércol de ganado vacuno

Es uno de los utilizados por su gran disponibilidad en nuestro departamento, gracias a los pequeños criaderos de lecherías

Tiene una estructura bastante buena, pero mejora con la adición de fibra seca si se utiliza estiércol fresco. (Relación C/N: 30-40/1)

2.7.4. Estiércol de ganado ovino

Es de buena calidad. Por lo general, este estiércol procede de los alojamientos del ganado en donde se van acumulando las deyecciones y la paja aportada durante bastante tiempo, ya que normalmente el estiércol se saca del alojamiento una vez al año. Es un producto muy apelmazado, debido al pisoteo de los animales, por lo que se aconseja, una vez llevado a los estercoleros se debe, regarlo con bastante agua durante varios días seguidos. Normalmente no es necesario de añadir fibra (relación C/N: 20-30/1) comparando con otros estiércoles, contiene mayor cantidad de fósforo y potasio. **IGLESIAS 1999.**

2.7.5. ¿Cómo debe ser el alimento o sustrato para alimentar lombrices?

En este caso utilizaremos el estiércol de ganado vacuno y estiércol de ganado ovino como los sustratos, hay que saber diferenciar la edad del estiércol que es un factor muy importante dentro del manejo de las lombrices, se puede encontrar en 3 situaciones:

Estiércol fresco: El estiércol está acabado de producir por el bovino, teniendo una consistencia pastosa, de color verde encendido, de olor insoportable debido a que su pH es altamente ácido, lo cual no es recomendable para la lombriz.

Estiércol maduro: Este estiércol tiene más o menos de 10 a 18 días de haber sido producido por el animal, su consistencia es semipastosa, de color verde oscuro o pardo, su olor es soportable, el pH se encuentra estabilizado, calculado de 7 a 8. Este es el sustrato adecuado, puesto que presenta las condiciones óptimas para la crianza de lombrices, aunque a veces le tenemos que agregar agua para estabilizar su humedad y por ende su temperatura, este es el sustrato que mejor aceptan las lombrices.

Estiércol viejo: Como la palabra lo dice, es un estiércol que tiene más de 2 meses de haber sido producido, es de consistencia pastosa y dura, desmoronándose al apartarse con la mano. No presenta prácticamente ningún olor. Este sustrato no se recomienda utilizar para alimentar lombrices, puesto que su pH es altamente alcalino y pueden entrar las lombrices en un período de dormición. **RODRÍGUEZ. (2003).**

2.8. COMPOSTAJE

El compostaje o “composting” es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia biodegradable rápidamente (restos de cocina, estiércol, y residuos urbanos) permitiendo obtener compost, abono excelente para la agricultura.

Es un proceso biooxidativo controlado, que se desarrolla sobre sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, debido a la actividad secuencial de una gran diversidad de microorganismos. Implica el desarrollo de una fase termófila que genera temporalmente fitotoxinas, siendo productos de la biodegradación el dióxido de carbono, el agua, minerales y una materia orgánica estabilizada, con ciertas características húmicas y libre de compuestos fitotóxicos y agentes patógenos.

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica bajo condiciones controladas y en presencia del suelo. El compost es un mejorador de la estructura del suelo, reduce la erosión y ayuda a la retención del agua y los nutrientes por parte de la planta.

2.8.1. Compost orgánico

Cuando no se tiene estiércol en abundancia o sale muy caro su adquisición, se puede recurrir a la utilización de compost orgánico, lo cual reducirá el costo de producción. El tipo de compost dependerá del material que se tiene a disposición, restos de animales, basuras de cocinas, basuras ornamentales hasta papeles viejos los cuales deben ser de origen orgánico. Incluyendo los estiércoles.

El proceso que interviene en el compostaje orgánico, se realiza a través de las bacterias que descomponen los desechos, en este proceso actúan dos tipos de bacterias, las aeróbicas y las anaeróbicas. **YURQUINA Y PACHECO (2011).**

2.8.2. Proceso de Compostaje

El proceso de compostaje o composting puede dividirse en cuatro periodos, atendiendo a la evolución de la temperatura.

1.-Mesófila

Es la primera fase y se caracteriza por la presencia de bacterias y hongos, siendo las primeras quienes inician este proceso por su gran tamaño ellas se multiplican y consumen los carbohidratos más fácilmente degradables Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva hasta unos 40°C y se produce ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

2.- Termófila

Cuando se alcanza una temperatura de 40°C a 60°C los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino.

A los 60°C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos.

Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

En esta etapa mueren las malas hierbas y la reducción de patógenos, a temperaturas muy elevadas muchos microorganismos importantes para el compostaje son destruidos, lo cual no es recomendable.

3.-De enfriamiento

La temperatura disminuye llegando a la temperatura ambiente, se va consumiendo el material fácilmente degradable, desaparecen los hongos termófilos y el proceso continúa gracias actinomicetos.

Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

4.-De maduración

Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen la fermentación y disminuye la actividad metabólica **SÁNCHEZ. (2011)**

2.8.3. Sistemas de Compostaje

Para escoger el sistema de compostaje hay que considerar su costo, requerimiento de espacio, tiempo del procesado, mano de obra requerida.

2.8.3.1. Compostaje en montón

Es la técnica más conocida y se basa en la elaboración de un montón formado por las diferentes materias primas, en el cual es importante realizar una mezcla correcta.

Los materiales deben estar bien mezclados y homogenizados, por lo que se recomienda una trituración previa de los restos provenientes de especies leñosas, (si este fuera el caso) ya que la rapidez de formación del compost es inversamente proporcional al tamaño de los materiales. Cuando los restos son demasiado grandes se corre el peligro de una aireación y desecación excesiva del montón lo que perjudica el proceso de compostaje. Es importante que la relación C/N este equilibrada, ya que una relación elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de N ocasiona fermentaciones no deseadas. La mezcla debe ser rica en celulosa, lignina (restos de poda, pajas y hojas muertas) y en azúcares (hierba verde, resto de hortalizas) el nitrógeno será aportado por el estiércol, el purín, las leguminosas verdes. Mezclar de manera homogénea como sea posible.

2.8.3.2. Manejo adecuado del montón

Una vez que el montón este formado, es importante realizar un manejo adecuado del mismo, ya que de él dependerá la calidad final del compost. El montón debe airearse frecuentemente para favorecer la actividad de la oxidasa por parte de los microorganismos descomponedores.

El volteo de la pila es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en el proceso de compostaje, además de homogenizar la mezcla e intentar que todas las zonas de la pila tengan una temperatura uniforme.

Si el montón está muy apelmazado, tiene demasiada agua o la mezcla no es la adecuada se pueden producir fermentaciones indeseadas que dan lugar a sustancias como el indol y sustancias encargadas de los olores desagradables en el proceso de compostaje.

La humedad debe mantenerse entre un 40 y 60%.

El manejo del montón dependerá de la estación del año, del clima y de las condiciones del lugar. Normalmente se voltea cuando ha transcurrido entre cuatro y ocho semanas, repitiendo la operación dos a tres veces cada quince días, así transcurrido unos dos a tres meses obtendremos un compost joven, el cual puede emplearse semienterrado al suelo.

La aireación del compost hace que las temperaturas bajen, que se recupera después de seis a doce horas. No es recomendable hacer una nueva aireación antes de que el compost alcance la temperatura perdida.

2.8.3.3. Factores que condicionan el proceso de compostaje

Como se ha comentado anteriormente, el proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son responsables de la descomposición de la materia orgánica, para que estos organismos puedan vivir y desarrollar su actividad es necesario tomar en cuenta ciertas condiciones como ser: temperaturas óptimas, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada, entre los factores más importantes tenemos:

Temperaturas.- Se consideran óptimas desde un intervalo de 35 a 55°C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A

temperaturas muy altas, muchos microorganismos cooperantes en el proceso del compostaje mueren y otros entran en estado de latencia.

Humedad.- El nivel óptimo de la humedad está entre 40 y 60%. Si el contenido de humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros por lo tanto el proceso se volverá anaeróbico, y se producirá una putrefacción de la materia orgánica, si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso será más lento, el contenido de humedad dependerá de las materias primas a utilizar. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permitible será de 75 – 85%, mientras que para material fresco, está entre 50-60%.

Clima.- La lluvia y el frío en exceso afectan el proceso. Las épocas frías la velocidad del proceso disminuirá naturalmente, y volverá a acelerar cuando regrese el calor. La mejor época para iniciar esta actividad es en primavera o verano. **SÁNCHEZ (2011).**

pH.- Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos, en general los hongos toleran un rango de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen una menor capacidad de tolerancia que va desde 6 hasta 7.8.

Oxígeno.- El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración del oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y la presencia o ausencia de aireación forzada.

Relación C/N equilibrada.- El carbono y el nitrógeno son los dos contribuyentes básicos de la materia orgánica. Por ello, para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente su relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará de acuerdo a las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta el proceso de compostaje. Por esta razón es importante realizar una mezcla adecuada de los residuos.

Población microbiana.- Al terminar el proceso de descomposición del compost, la temperatura baja, equilibrándose con la del medio ambiente. Tendremos entonces un compost que está estabilizado (curado) y no está, más sujeto a la fermentación. Con un periodo de 30 a 60 días es tiempo necesario para la curación del compost. **YURQUINA Y PACHECO (2011).**

2.9. EL HUMUS DE LOMBRIZ

El humus de lombriz, es un abono orgánico, natural, sin elementos químicos de síntesis, muy rico en macro y micro nutrientes, que procedente de la preparación del detritus Fito-aprovechables de la lombriz roja, constituye una perfecta y completa alternativa en la fertilización de los cultivos en general y ecológico.

Con su empleo, además de aportar unidades fertilizadoras orgánico-naturales, conseguimos la actuación directa de una riquísima flora bacteriana beneficiosa, que potencia la liberación de sustancias nutritivas del sustrato, la transformación de elementos contaminantes en elementos aprovechables y el control y eliminación de residuos tóxicos medio ambientales de lenta degradación, que ven potenciada su desaparición del horizonte nutritivo del cultivo por vía radicular.

La actividad orgánica natural del HUMUS DE LOMBRÍZ crea un medio desfavorable para determinadas plagas que con su uso continuado son naturalmente controladas llegando incluso a desaparecer sin utilización masiva de pesticidas específicos. Este producto orgánico y natural, es totalmente inodoro, y puede ser dosificado en exceso sin ningún tipo de perjuicio para el cultivo, incluso en los brotes más tiernos y plantines más delicados. Es idóneo para la fertilización en viveros y reproductores de especies vegetales delicadas, que obtienen un horizonte nutritivo de amplio espectro,

Fuente: [http://www.alecoconsult.com/index.php?id=humus-de-lombrizsin peligro de dosificaciones excesivas.](http://www.alecoconsult.com/index.php?id=humus-de-lombrizsin%20peligro%20de%20dosificaciones%20excesivas)

2.9.1. Características generales del humus de lombriz

Para poder determinar que el producto que estamos cosechando es de buena calidad, tendremos en cuenta entre otras cosas parámetros como:

pH neutro, en un rango entre 6.8 a 7.8.

Contenidos de materia orgánica superiores a 28%.

Nivel de nitrógeno superior a 1.5%.

Contenidos de cenizas no superiores a 30%.

Un alto contenido de cenizas nos permite concluir que el manejo del proceso no ha sido el adecuado y que ha habido mucha contaminación con tierra. Lo que queremos es mejorar el suelo y no aumentar su volumen.

2.9.2. Componentes del humus de lombriz

a. Nitrógeno

b. Fósforo

c. Potasio

d. Calcio

e. Magnesio

f. Hierro

g. Cobre

h. Cinc

i. Manganeseo

j. Boro

Podemos también mencionar que la cantidad orgánica del lombricompost tiene el 60% de materia orgánica.

Tiene una flora microbiana de veinte mil millones por gramo de peso seco.

Crea una nueva conciencia en el cuidado del medio ambiente incrementando el número de lombricultores en la zona.

2.9.3. Bondades del Humus:

El uso de fertilizantes químicos en la agricultura, ha reducido de forma muy importante la fuerza de nuestros campos, empobreciéndoles en lo que respecta a sales minerales y materia orgánica, base fundamental para la obtención de los distintos frutos.

El humus de lombriz se puede considerar un abono orgánico, con una riqueza bacteriana cercana al 100% lo que contribuye a enriquecer el terreno más que cualquier abono químico. La calidad del humus resultante depende del tipo de estiércol utilizado para alimentar a la lombriz; los más adecuados son los procedentes de ganado vacuno u ovino y que contengan, paja (celulosa); este estiércol debe tener un periodo de envejecimiento, hasta que la acidez del mismo sea adecuada, para que pueda ser asimilado por la lombriz sin serle perjudicial.

Los beneficios en cualquier tipo de producción agrícola, con el uso del humus son fáciles de comprobar: germinación más rápida, plantas más grandes y de un aspecto saludable, adelanto de la floración y del fruto., no necesitar de ningún fertilizante ni abono químico. Actualmente, se suele utilizar en jardinería, en huertas, dando unos resultados sorprendentes. Es el abono ideal para cualquier terreno, no siendo perjudicial cuando se echa en exceso. Se puede afirmar claramente que es el abono del presente y del futuro, pues únicamente utilizando este tipo de productos recuperaremos la tierra que disfrutaron nuestros antepasados, y así poder hacerla productiva sin envenenarla con abonos y productos químicos, y hacerla estéril.

2.9.4. Influencia física del humus

- Da consistencia a los suelos ligeros y a los compactos; en suelos arenosos compacta mientras que en suelos arcillosos tiene un efecto de dispersión.

- Hace más sencillo labrar la tierra, por el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.
- Evita la formación de costras, y de la compactación.
- Ayuda a la retención de agua y al drenado de la misma.
- Incrementa la porosidad del suelo.
- Descompacta los suelos y facilitando la toma de nutrientes por las raíces.

2.9.5. Influencia química del humus

- Regula la nutrición vegetal.
- Presenta altos contenidos de N, P y K
- Mejora el intercambio de iones.
- Mejora la asimilación de los abonos minerales.
- Ayuda con el proceso del potasio y el fósforo en el suelo.
- Produce gas carbónico que mejora la solubilidad de los minerales.

2.9.6. Influencia biológica del humus

- Aporta microorganismos útiles al suelo.
- Sirve a su vez de soporte y alimento de los microorganismos.
- No tiene semillas perjudiciales (p.ej. malas hierbas) por la temperatura que alcanza durante la fermentación.
- No debe contener semillas, insectos, elementos ajenos al producto como ser: escombros, ladrillos, arena, vidrio, etc.

2.9.7. Propiedades Nutricionales

- Es importante tener presente que el lombricompost contiene, además de los macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, pequeñas cantidades de micronutrientes como boro, zinc, hierro, manganeso y cobre. Significa que el lombricompost proporciona una dieta completa a las plantas.

FUENTE.(<http://www.monografias.com/trabajos83/la-lombricultura/la-lombricultura.shtml>)

2.9.8. Pérdida del humus en los suelos

El laboreo y los fertilizantes químicos no son las únicas causas de la destrucción del humus, que fija los suelos; la deforestación y el sobrepastoreo en suelos frágiles son también otras causas. El suelo, sin protección vegetal y sin adición de materia orgánica, está expuesto a la erosión y el agotamiento inevitable.

El humus puede formarse por la oxidación simple de la necromasa en ausencia de organismos vivos, pero este proceso se acelera en gran medida cuando organismos vivos ingieren la materia orgánica o secretan enzimas que la transforman.

Los aportes de plaguicidas, y fertilizantes pueden degradar o eliminar el humus.

La labranza mata el humus al enterrarlo, causando una mineralización muy rápida de la materia orgánica y la pérdida de suelo que puede llegar a 10 toneladas/año/ha en las zonas templadas y hasta varios cientos de toneladas en los trópicos.

La pérdida de humus también se refleja en un fenómeno de glaciais en los suelos labrados, lo cual reduce considerablemente su capacidad de absorber agua. Los suelos contaminado por pesticidas y el exceso de nitratos (responsables del aumento de algas verdes y cianobacterias visibles sobre el terreno) arrastran las partículas finas que aumentan la turbidez de ríos y arroyos.

Hoy en día, hay muchos métodos para el cultivo sin destruir el humus: agricultura biológica, siembra directa, madera de ramas fragmentada, agricultura natural, agricultura regenerativa etc.

FUENTE: (<http://es.wikipedia.org/wiki/Humus>)

2.10. DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE LOS HUMUS DE LOMBRIZ DE ACUERDO A LAS NORMAS MEXICANAS (PROY-NMX-FF-109-SCFI-2007 Y NMX-FF-109-SCFI-2008)

Se designa como humus de lombriz, única y exclusivamente al material orgánico resultante de la crianza de lombrices alimentadas con residuos orgánicos, con olor y color característico, que cumple con las especificaciones de calidad descritas en la presente norma mexicana.

El producto objeto de esta norma se designa en los siguientes grados de calidad:

- Extra
- Primera
- Segunda

2.10.1. Tolerancia por grados de calidad para el humus de lombriz

CUADRO N° 3

Atributos	Extra	Primera	Segunda
Material mineral extraño (%)	De 0 a 1.5	De 1.5 a 3.0	De 3.1 a 5.0
Material orgánico no digerido por las lombrices (%)	De 0 a 3.0	De 3.1 a 6	De 6.1 a 10
Material inerte % (vidrios, plásticos, etc.)	< 1	De 0.5 a 1.0	De 1.01 a 1.5

Fuente: PROY-NMX-FF-109-SCFI-2007

2.10.2. Olor y color de los humus

CUADRO N° 4.

Parámetro	Características
Olor	Tierra húmeda
Color	Oscuro, negro

Fuente: (Norma NMX-FF-109-SCFI-2008)

2.10.3. Especificaciones fisicoquímicas del humus de lombriz

CUADRO N° 5.

Características	Valor
Nitrógeno total (%)	De 1 a 4 %
Materia orgánica (%)	De 20% a 50%
pH	De 5.5 a 8.5

PROY-NMX-FF-109-SCFI-2007

2.10.4. Granulometría

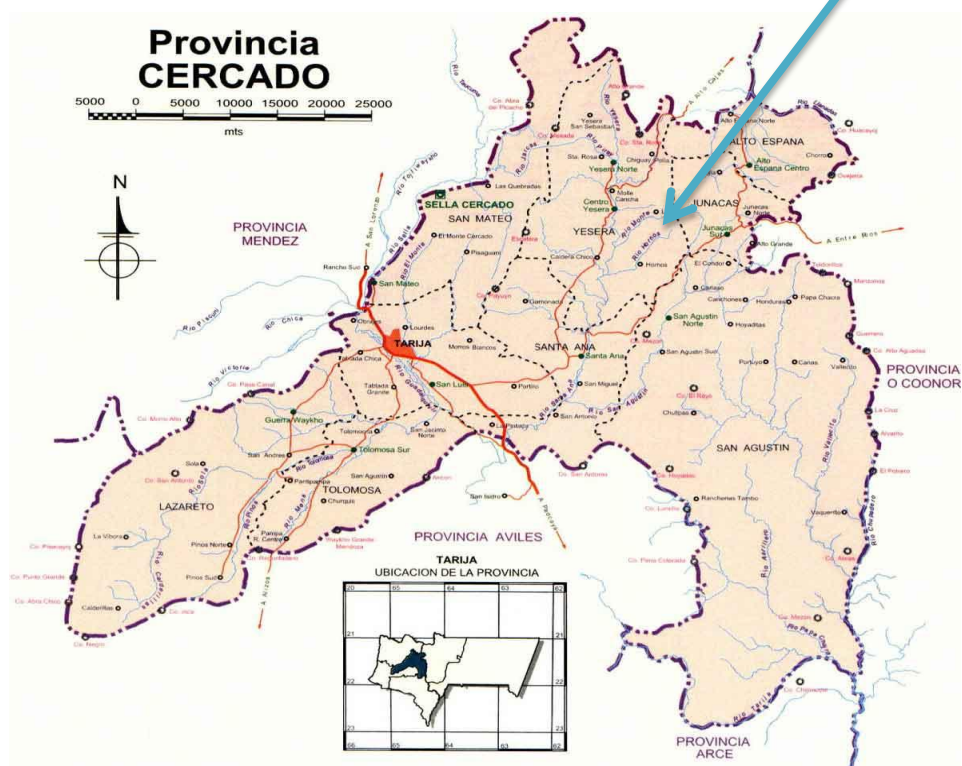
La granulometría se refiere a la clasificación por tamaños de las partículas y agregados. Textura, porosidad y apariencia uniforme reconocibles, siendo desde polvos finos hasta grumos gruesos.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación geográfica



El presente trabajo fue ejecutado en la propiedad del señor Avelino Gareca en la comunidad de Yesera Sud; ubicada al noreste de la ciudad de Tarija, a unos 30 kilómetros de la misma, perteneciente al Cantón de Yesera dentro la provincia Cercado. El trabajo se realizó desde el mes de junio hasta noviembre del 2014.

CUADRO N° 6. Datos generales de la zona

Latitud	Longitud	Altitud
21° 21' 28,0'' S	64° 33' 03,5'' W	2335 msnm

Fuente: SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología)

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

3.2.1. Clima

En la Comunidad de Yesera Sud se tiene un clima frío semiárido, se dice que es un clima con altura y temperatura debido a que las alturas mayores a 2001 msnm las temperaturas oscilan de 9,2° a 23,6° C. (SENAMHI).

3.2.2. Temperatura

La temperatura promedio es de 16,35° C (SENAMHI).

3.2.3. Precipitación

Se tiene una precipitación promedio de 654 mm/año. La precipitación se caracteriza por periodos relativamente cortos de lluvias (octubre-marzo), con regímenes de precipitaciones muy variables en cuanto a frecuencia e intensidad y con un periodo largo de estiaje (abril-agosto), periodo en el cual es más notorio el déficit de agua. (SENAMHI).

3.2.4. Granizo

Entre otras características climáticas también se tipifican los fenómenos naturales adversos como las granizadas, que son muy frecuentes, generalmente a fines de primavera y en verano. Se origina principalmente debido a la presencia de corrientes conectivas de aire húmedo que forman las nubes del tipo cúmulo nimbus, que es donde provienen las granizadas.

3.2.5. Viento

Se presentan vientos débiles a moderados de dirección variable de origen local, el régimen normal de vientos está determinado por el ingreso de masas de aire denso. Respecto a las velocidades promedio del área de estudio, alcanza aproximadamente 12,9 km/hr con dirección predominante de NE (Noreste).

3.2.6. Humedad

La humedad relativa califica de moderada, con un promedio de 57 %, sobrepasando el 60 % durante los meses de noviembre a marzo. Una de las características interesantes con respecto a la humedad es la presencia de masas de aire húmedo y frío en algunos días de la estación de invierno que acompañados de vientos, dan origen a una sensación térmica diferente a la observada en los termómetros.

3.2.7. Heladas

En la zona de Yesera Sud se tiene un promedio de 10 heladas por año que se dan entre los meses de abril y de agosto, teniendo el mayor número de heladas en el mes de junio.

3.2.8. Características agropecuarias

En la comunidad de Yesera Sud los comunarios se dedican a las siguientes actividades agropecuarias que se observan en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 7. Flora y fauna de la zona

AGRÍCOLAS ANUALES	FRUTALES	PECUARIAS
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	Durazno (<i>Prunus pérsica</i>)	Bovinos (<i>Bos Taurus</i>)
Maíz (<i>Zea mays</i>)	Vid (<i>Vitis vinífera</i>)	Ovinos (<i>Ovis aries</i>)
Trigo (<i>Triticum sp.</i>)	Higuera (<i>Ficus carica</i>)	Caprinos (<i>Capra aegagrus hircus</i>)
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)		
Arveja (<i>Pisum sativum</i>)		
FORRAJES		AVES DE TRASPATIO
Avena (<i>Avena sativa</i>)		Gallina (<i>Gallus gallus</i>)
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)		Pato (<i>Anas domesticus</i>)
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)		

Fuente: Elaboración propia.

3.3. MATERIALES PARA REALIZAR EL TRABAJO

El trabajo de investigación a realizar será a base de:

- ✓ Lombrices roja californiana (Eisenia foetida) 2kg
- ✓ Estiércol vacuno
- ✓ Estiércol ovino
- ✓ Rastrojos de cosechas (leguminosas)
- ✓ Restos de frutas en poca cantidad

3.3.1. Material para la construcción de las camas

- ✓ Ladrillos.
- ✓ Cemento.
- ✓ Arena.
- ✓ Piedra.
- ✓ Metro.
- ✓ Cucharas.
- ✓ Baldes.
- ✓ Pala.
- ✓ Una carretilla.
- ✓ Azadón.

3.3.2. Materiales de campo

- ✓ Manguera o regadera.
- ✓ Un tamiz de 2 mm.
- ✓ Termómetro ambiental.
- ✓ Papel tornasol para medir el pH.
- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Tableros o letreros.

3.3.3. Material de gabinete

- ✓ Computadora.
- ✓ Papel.
- ✓ Flash.
- ✓ Impresora.

3.4. METODOLOGIA

3.4.1. Diseño experimental

En el trabajo de investigación para evaluar el comportamiento de los 2 sustratos de alimentación y los días de descomposición de los mismos se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial $2 \times 2 = 4$ tratamientos o combinaciones, es decir dos factores de estudio. 2 sustratos (S1 – S2), 2 niveles de descomposición (D1 – D2) con 2 repeticiones y con 8 unidades experimentales

Dónde:

S1= SUSTRATO 1= ESTIÉRCOL OVINO

S2= SUSTRATO 2= ESTIÉRCOL VACUNO

D1= DESCOMPOSICIÓN 1= A LOS 30 DIAS

D2= DESCOMPOSICIÓN 2= A LOS 45 DIAS

CUADRO N° 8. Descripción de los tratamientos empleados

Factor de estudio	Niveles	Tratamientos	Réplica	Unidades experimentales
Sustrato	S1 – S2	S1D1- S1D2	2	8
Tiempo de descomposición	D1 – D2	S2D1- S2D2		

3.4.2. Esquema de diseño

2 sustratos de alimentación S1, S2

2 tiempos de descomposición D1, D2

4 Tratamientos (T)

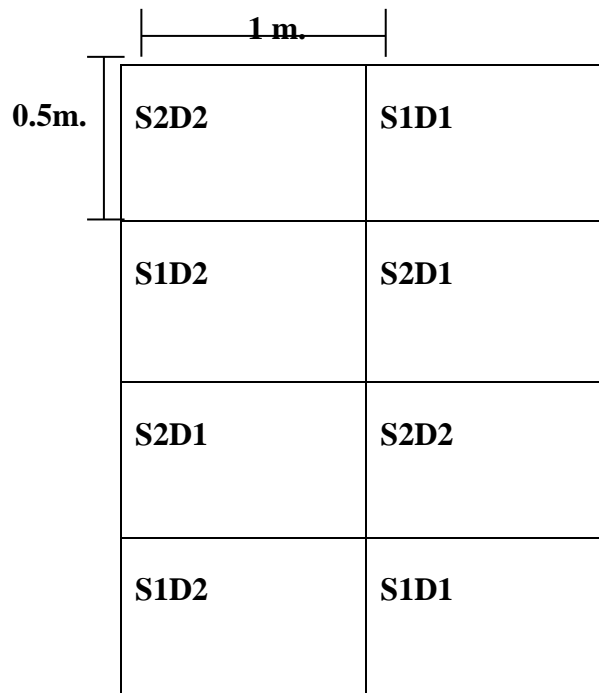
n= 2 repeticiones o replica,

8 unidades experimentales.

Superficie por unidad experimental 0.5m (1m x 0.5)

Superficie total 5.72m² (1.30mx4.40m).

3.4.3. Diseño de campo



Cada tratamiento está distribuido al azar.

Preparar las 8 mezclas cada una en una cama diferente. Los tratamientos correspondientes son:

T1; Estiércol ovino con 30 días de descomposición, con 2 réplicas (S1D1).

T2; Estiércol ovino con 45 días de descomposición, con 2 réplicas (S1D2).

T3; Estiércol vacuno con 30 días de descomposición, con 2 réplicas (S2D1).

T4; Estiércol vacuno con 45 días de descomposición, con 2 réplicas (S2D2).

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis Estadístico se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) y las pruebas de comparación de medias MDS para las variables experimentales a medir dentro de la adaptabilidad de las lombrices en los diferentes sustratos, las mismas fueron:

- Control de las temperaturas durante todo el proceso del estudio
- Número total de lombrices al final del estudio.
- Número total de cocones o capsulas desde la siembra hasta la cosecha final.
- Tiempo de elaboración del humus (días).

Además con el propósito de establecer las diferencias entre la calidad de los humus obtenidos, se realizó un análisis químico de los mismos, para las siguientes características.

- Potencial de Hidrogeniones (p H)
- Determinación de N, P, K, Ca, Mg.
- Determinación de la Materia Orgánica.

3.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Diagnóstico de las características la fuente de inóculo. Las lombrices fueron adquiridas de San Jacinto de la propiedad de la Ing. Daisy Orozco propietaria

particular, las cuales fueron entre adultas, jóvenes y cocones capaces de aclimatarse y reproducirse.

Se requirió la construcción de los lombriceros o camas, las medidas son a consideración del diseño experimental. En este trabajo se utilizaron las siguientes medidas: 70 cm. de alto, 50 cm. de ancho y 100 cm. de largo, se tomaron estos parámetros de construcción para facilitar el manejo.

Es conveniente que las camas estén ubicadas cerca de los depósitos de compostaje, y estos cerca de los estercoleros o corrales de los animales de cuales se utilizaran sus heces como materia prima, por lo cual el terreno a ocupar será dividido en dos partes

3.6.1. Recolección de los estiércoles

A partir del 5 de junio del 2014. Se procedió a recolectar los dos tipos de estiércoles (vacunos y ovinos). Procedentes de la misma comunidad, específicamente de la propietaria.

3.6.2. Preparación de los sustratos alimenticios.

Para la preparación de los sustratos alimenticios se sometió a un proceso de descomposición por 30 y 45 días respectivamente.

A partir del 10 de junio del 2014 hasta el 10 de julio del 2014 estuvieron en proceso de descomposición los estiércoles vacunos y ovinos. Lo cual indica que se llevó a cabo con la preparación de los sustratos alimenticios para los tratamientos T1 Y T3, a partir del 10 de junio del 2014 hasta el 25 de julio del 2014 se procedió con los tratamientos T2 Y T4 que duró 45 días de compostaje.

En ambos casos se utilizó el compostaje en montón ya que es el más utilizado, el cual consiste en colocar en un montón el estiércol por los determinados tiempos. Tapándolo con un nailon negro para captar más temperatura. La descomposición se lo hizo de forma aeróbica ya que recurrió a riegos y removidas del montón una vez por semana para acelerar la descomposición y así lograr las condiciones óptimas del pH y la temperatura.

A los 15 días la temperatura osciló entre los 60°C y 53°C el estiércol ovino, y entre 57°C y 50°C el estiércol vacuno. La temperatura promedio durante todo el proceso de descomposición estuvo entre 21°C en el estiércol ovino, y la temperatura promedio del estiércol vacuno fue de 22°C.

EL pH estuvo entre 7.3 y 7.4 en ambas camas, la humedad se la mantuvo entre 60 y 68% esto se ha medido tomando un poco de guano con la mano y exprimiendo pero que este mismo no gotee más de dos gotas de agua.

3.6.3. Limpieza y preparación del terreno para la construcción de las camas

El terreno elegido esta bajo la sombra de un arbusto lo cual nos permite obtener una media sombra, tiene un 6% de pendiente.

Se realizó la limpieza de forma manual, se toma las medias de cada cama utilizando estacas para delimitar cada unidad experimental, y se procedió a la construcción de las mismas.

3.6.4. Prueba de alimento “de las 50 lombrices”

Previamente a la siembra se realizó la prueba de las 50 lombrices, consiste separar una determinada cantidad de alimento tomado de cada tratamiento, colocarlo en un recipiente o molde, en el mismo de debe colocar 50 lombrices y esperar 24 horas después. Si se obtienen más del 80% de lombrices nos indica que el alimento está en condiciones de ser utilizado.

La prueba se realizó el 8 de julio del 2014. Dándome un resultado de 42 lombrices encontrados en el estiércol ovino y 50 lombrices encontradas en el estiércol vacuno. Lo cual nos indica que el medio es óptimo.

3.6.5. Preparación del alimento

Una vez que la descomposición ha llegado a la etapa final. Se realizaron las medidas del pH, la temperatura y la humedad. Obtenido una temperatura de

25°C, pH de 6.9 en el estiércol de ganado vacuno y una temperatura de 24°C, pH 7.3 en el estiércol de ganado ovino

Una vez listas las camas, se sembró las lombrices de la siguiente manera.

Se procedió al traslado del alimento a las camas respectivas, antecediendo una base de cartón y rastrojos de arveja en cada cama, esto para aislar el frío del piso.

En cada cama fue depositado 50kg de estiércol compostado.

- Primero se colocó un colchón de paja o pasto, el cual sirvió de refugio a la lombriz californiana en caso de sufrir cambios medioambientales en su medio de crianza.
- Posteriormente se colocó un cúmulo de estiércol previamente descompuestos a los días estimados, (compost).
- Se colocaron las lombrices en una esquina de la cama sobre la capa de la materia orgánica ya descompuesta (compost).
- Se cubrió con ramas o paja, para evitar la exposición directa del sol y el ataque de aves.
- Se humedeció con agua una vez por semana ya que empezamos en los meses fríos y cada 2 días en época de verano.
- Se repitió los mismos pasos para cada tratamiento.

3.6.6. Siembra de las lombrices

En fecha 11 de julio del 2014 se realizó la primera siembra con 500 gr. de lombrices en cada cama en los primeros dos tratamientos con más sus réplicas

El 26 de julio del 2014 se realizó la segunda siembra de igual manera con 500gr de lombrices en cada cama de los dos últimos tratamientos con sus respectivas réplicas.

3.6.7.-Control de la humedad, el pH y la temperatura

A partir de las siembras se realizó el control de la humedad, la temperatura y el pH.

La humedad se lo mantuvo entre un 60 y 70% comprobando la misma tomando un poco de guano con la mano y exprimirlo hasta contraer una gota de agua.

La temperatura se oscilo entre 21°C.

El pH estuvo entre 6.8 y 7.3.

3.6.8. Control de ataque de plagas y otros insectos

Para evitar la pérdida de lombrices por el ataque de aves se utilizó una malla metálica para cubrir todas las camas. Aunque en el tratamiento T1 estiércol ovino a los 30 días de descomposición del sustrato sufrió un ataque por las aves,

En fecha de 24 de junio del 2014 se presentó la incidencia de ataque de hormigas en el tratamiento T4, posiblemente por la falta de humedad, se tuvo que recurrir a un riego más frecuente. También se utilizó ceniza en los bordes de todo la unidad experimental como medida de control.

3.7. COSECHA DEL HUMUS Y CONTEO DE LAS LOMBRICES Y CÁPSULAS

La cosecha se realizó colocando alimento fresco para que las lombrices se trasladen y lo consuman y así dándonos la facilidad de hacer una cosecha más rápida. Para asegurarnos de no llevar lombrices al terreno también se usó el método de la criba metálica, que consistió en cernir el contenido de todas las camas para así separar las lombrices y las cápsulas del humus. Este método nos facilitó el conteo de las lombrices y las cápsulas de cada cama. Posteriormente se pesó 1kg de humus para enviarlo al laboratorio, y lo restante se lo guardó en bolsas en un lugar fresco para su posterior uso.

3.8. ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS HUMUS

Se tomaron 500 gr de cada uno de los cuatro tratamientos, los mismos fueron enviados a las instalaciones del SEDAG, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Conservación del material a una temperatura ambiente y 70 % de humedad.
- La extracción de las muestras fue al azar en cada uno de los tratamientos.

Este procedimiento está basado en el trabajo de tesis de Mario H Ostria realizado en 1994 y en el trabajo de investigación realizado por Yurquina y Pacheco en el 2011. Ambos trabajos enfocados a la producción de humus de lombriz.

3.9. DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y TEXTURA DE LOS HUMUS OBTENIDOS

En ambos tratamientos se tomó una pequeña porción de humus (250g) de los cuales se los pasó por la malla milimétrica de 2 mm posteriormente se determinó de manera visual, la textura, la estructura, el color y por último el olor de los humus obtenidos.

ACLARACION: Se hizo comparación con otros dos tipos de humus conseguidos de productores particulares. Los humus obtenidos fueron a partir de estiércol de conejo y de los desechos de cocina.

3.10 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS HUMUS

Para la determinación de la calidad de los humus se usó la norma mexicana (PROY-NMX-FF-109-SCFI-2007 y N MX-FF-109-SCFI-2008) ambas normas fueron publicadas en México con la finalidad de establecer parámetros que determinen la calidad de los humus.

-Determinación de los colores de los humus, se hizo por medio de la tabla de colores munsell.

- % de material extraño en los humus, se observó que él % es muy mínimo ya que los sustratos usados como dietas para las lombrices fueron adquiridas de manera manual extrayendo todo material extraño (vidrio, plástico).
- material orgánico no digerido por las lombrices, se determinó tomando en cuenta el valor relativo de la degradación del sustrato (ver cuadro N°).
- granulometría, todos los tratamientos fueron cernidos por una malla milimétrica de (2mm), por lo que el tamaño de partículas es similar en todos los tratamientos.
- materia orgánica, p H y nitrógeno total son determinados en el análisis químico obtenido (ver cuadro N°)

CAPÍTULO IV

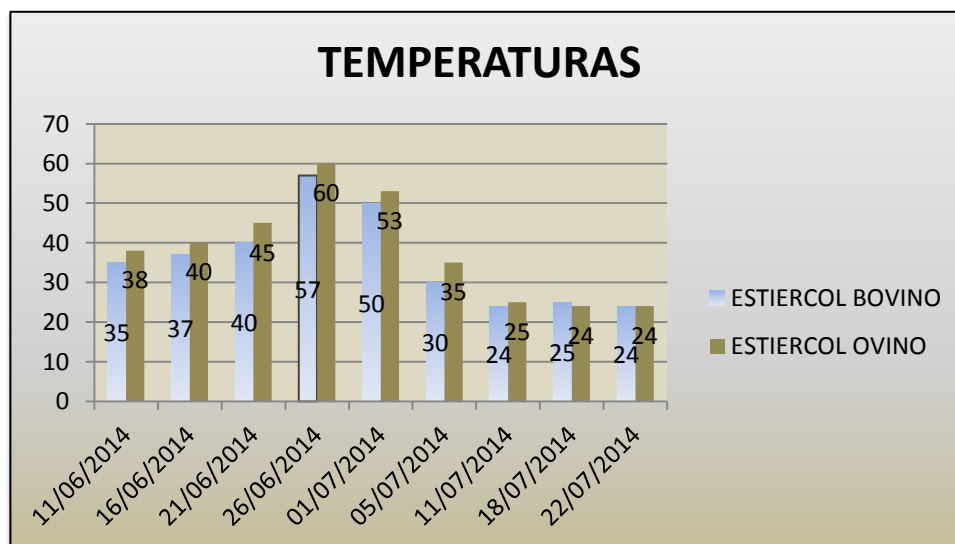
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

4.1. TEMPERATURAS Y pH DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE

4.1.1. Temperaturas del proceso de compostaje

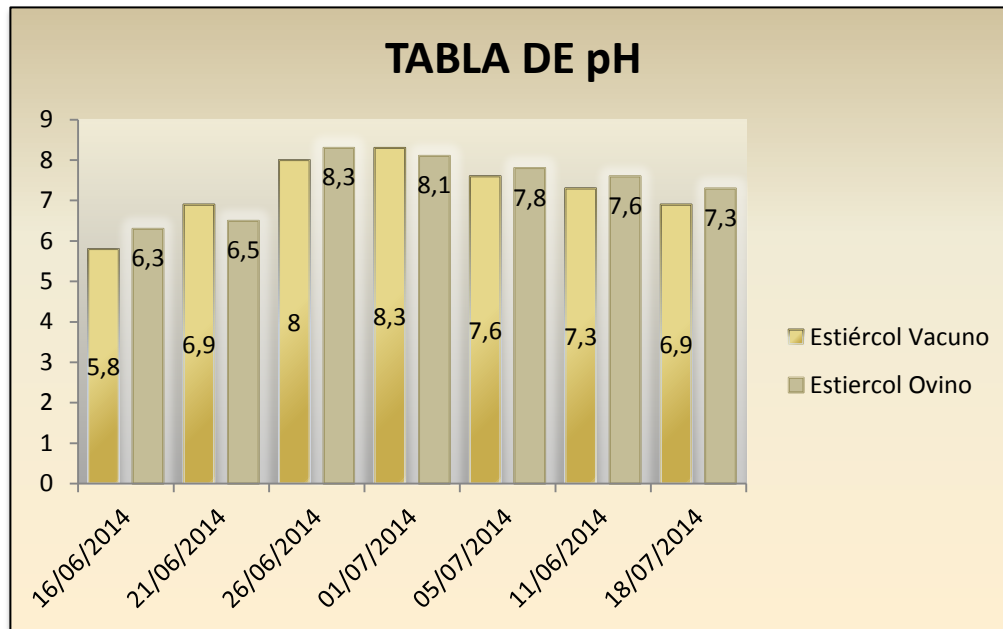
GRAFICO N° 1. Temperaturas durante todo el proceso de compostaje



Fuente: Flores Cabezas A, 2014

Las temperaturas tuvieron un ascenso desde el día 15 hasta el día 20 hasta llegar a 60°C en el estiércol ovino, después de iniciar la descomposición, posteriormente comenzaron a descender hasta llegar a 24°C en ambos estiércoles. Esto debido a la presencia de los microorganismos termófilos.

4.1.2. pH del proceso de compostaje

GRÁFICO N°2. Flujo de pH en todo el proceso de compostaje

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

Los pH empezaron con niveles ácidos en ambos sustratos, a mitad del proceso de descomposición entre los días 15 hasta el 20 subieron a un nivel más alcalino en los dos sustratos, a medida que se acercaba a los 30 días el pH empieza a estabilizarse casi llegando a la neutralidad en ambos sustratos. El pH proporcional a las temperaturas.

La variación del pH a través del tiempo respecto a la temperatura tiene una tendencia de desproporcionalidad lo cual no influye en la calidad final del producto porque existe un proceso de compostaje de la dieta alimenticia lo que hace que el pH se neutralice a medida que transcurre en el tiempo.

4.2. NÚMERO DE LOMBRICES Y COCONES

4.2.1. Número de cocones desde la siembra hasta la cosecha

CUADRO N° 9. Número de cocones

	I	II	SUMA	MEDIA
T1=S1D1	3500	1050	4550	2275
T2=S1D2	2500	4150	6650	3325
T3=S2D1	6750	5800	12550	6275
T4=S2D2	6930	7400	14330	7165
SUMA	19680	18400	38080	

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

En el cuadro anterior se observa que el tratamiento que tuvo mayor número de lombrices es el T4 (estiércol vacuno con 45 días de descomposición) con 7165 cocones, seguido por el T3 (estiércol vacuno con 30 días de descomposición) con 6275 cocones, como tercer lugar está el T2 (estiércol ovino con 45 días de descomposición) con 3325 cocones y por ultimo está el T1 (estiércol ovino con 30 días de descomposición) con 2275 cocones. En todos los tratamientos también se pudo observar la presencia de lombrices bebes en grandes cantidades.

El tratamiento T4 presenta una consistencia blanda y suave comparación de los demás tratamientos, debido que el alimento es estiércol vacuno y presenta un mayor grado de descomposición del sustrato alimenticio, esto hace que la lombriz pueda alimentarse y reproducirse con mayor facilidad y El pH que presenta es un poco más elevado que los demás tratamientos inclinándose hacia un pH poco alcalino, lo cual nos indica que el pH no influye en la reproducción de las lombrices, que los huevos o cocones toleran bien sustratos con tendencias poco alcalinas.

Mario Ostria realizó su trabajo de tesis en “Efectos de la maduración de diferentes sustratos en la producción de humus de lombriz roja californiana” donde evaluó cuál de los sustratos contenía el mayor número de lombrices, obteniendo como el mejor sustrato el estiércol vacuno.

CUADRO N° 10. Interacción entre tiempo y sustrato en el número de cocones

SUSTRATO/TIEMPO	D1	D2	SUMA	MEDIA
S1	4550	6650	11200	5600
S2	12550	14330	26880	13440
SUMA	17100	20980	38080	9520

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

En el cuadro N° 7 se observa que el número de cocones en el sustrato vacuno (S2) es mayor con 13440 cocones y el sustrato ovino (S1) con 5600 cocones. Referente a los días de descomposición el mayor número de cocones pertenece a los 45 días (D2) con 20980 cocones y con un número de 17100 cocones a los 30 días de descomposición (D1).

El estiércol vacuno presenta una consistencia suave y banda lo que hace que sea más digerible por las lombrices que pronto eclosionaran, en cuanto al tiempo presenta un mayor grado de descomposición del sustrato. Las lombrices bebes o crías necesitaran un sustrato con consistencia blanda para su fácil asimilación.

CUADRO N° 11. Análisis de varianza sobre el número de cocones

ANOVA	GL	SC	CM	FC	5%	1%
-------	----	----	----	----	----	----

TOTAL	7	37551600				
TRATAMINETO	3	32627400	10875800	6,91	9,23	29,5
BLOQUE	1	204800	204800	0,13	10,1	34,1
F/T	1	1881800	1881800	1,2	10,1	34,1
F/S	1	30732800	30732800	19.54*	10,1	34,1
F/T/S	1	12800	12800	0,0081	10,1	34,1
ERROR	3	4719400	1573133,333			

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

CV= 13.17

NS= No significativo

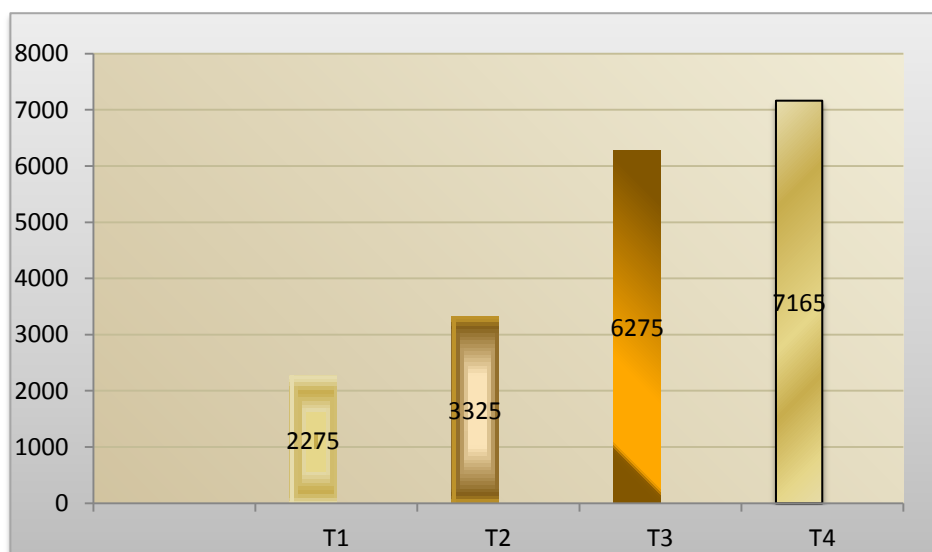
* Significativo

** Altamente significativo

En este cuadro se observa que no existen diferencia significativas entre el los tratamientos y el factor T (tiempo), pero se observa que existen diferencias significativas en el factor S (sustrato). Por lo que los días no difieren en el número de cocones.

Los sustratos son de diferentes consistencias haciendo que el estiércol vacuno sea más de consistencia blanda que el estiércol ovino haciendo que este sea más duro y poco digerible por las lombrices crías que pronto eclosionaran de los cocones.

GRAFICO N° 3. Número de cocones



Fuente: Flores Cabezas A, 2014

Se observa que el tratamiento T4 (estiércol vacuno con 45 días de descomposición del sustrato) contiene el mayor número de cocones. Calificándolo como el mejor tratamiento en cuanto a la población de cocones.

PRUEBA DE MDS

$$MDS = \sqrt{\frac{2 * CME}{N^{\circ}r}} * t = \sqrt{\frac{2 * 1573133.33}{2}} * 3.18 = 1261.28$$

CUADRO N° 12. Cualquier diferencia entre Xa- Xb >MDS*

	7165	6275	3325	2275
2275	*	*	sn	0
3325	*	*	0	
6275	ns	0		
7165	0			

CUADRO N° 13. Ordenando las medias de mayor a menor

TRATAMIENTO	MEDIAS
T4	7165a
T3	6275 ab
T2	3325 b
T1	2275 c

En este cuadro se observa que el T4 (estiércol vacuno con 45 días de descomposición del sustrato) es el mejor para la reproducción de las lombrices. Pero entre el T4 (estiércol vacuno con 45 días de descomposición del sustrato) y el T3 (estiércol vacuno con 30 días de descomposición del sustrato), no difieren entre sí. Por lo que se podría hacer un manejo con cualquier de estos dos tratamientos y como última opción está el T1, (estiércol ovino con 30 días de descomposición del sustrato) por contener el menor número de cocones.

Se considera como el mejor tratamiento por que presenta un sustrato alimenticio más blando y más asimilable por las lombrices que pronto nacerán en este medio. Las lombrices recién nacidas necesitan un medio alimenticio blando y de fácil de asimilación. La compactación leve del sustrato debido a la humedad en tiempos de

lluvia hace que las lombrices se reproduzcan con mayor facilidad, generalmente se puede encontrar a los cocones en pequeños terroncitos blandos formados por el estiércol, donde también se observa el nacimiento múltiple de las lombrices.

4.2.2. Número de lombrices desde la siembra hasta la cosecha

CUADRO N° 14. Número de lombrices

	I	II	SUMA	MEDIA
T1=S1D1	2890	3350	6240	3120
T2=S1D2	4200	3950	8150	4075
T3=S2D1	2450	1960	4410	2205
T4=S2D2	2960	2500	5460	2730
SUMA	12500	11760	24260	

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

En este cuadro se observa que el mayor número de lombrices está en el T2, (estiércol ovino con 45 días de descomposición del sustrato) con 4075 lombrices, seguido por el T1 (estiércol ovino con 30 días de descomposición del sustrato) con 3120 lombrices, luego está el T4 (estiércol vacuno con 45 días de descomposición del sustrato) con 2730 lombrices y por último el T3 (estiércol vacuno con 30 días de descomposición del sustrato) con 2205 lombrices.

El estiércol ovino es menos propenso a una compactación por una excesiva humedad en tiempos de lluvias por lo que hace que el sustrato sea más suelto lo que permite que las lombrices tengan un desarrollo y un crecimiento más rápido, las lombrices adultas suelen adaptarse en sustratos un poco más gruesos pero que presenten consistencias sueltas, la humedad excesiva conlleva a una compactación leve del estiércol vacuno esto provoca un estrés de las lombrices.

CUADRO N°15. Interacción entre el sustrato y el tiempo con relación a la multiplicación de lombrices.

SUSTRATO/ TIEMPO	D1	D2	SUMA	MEDIA
S1	6240	8150	14390	7195
S2	4410	5460	9870	4935
SUMA	10650	13610	24260	6065
MEDIA	5325	6805		12130

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

En el cuadro se observa que 45 días de descomposición del sustrato (D2) es el mejor tiempo ya que se obtuvo una media de 6805 lombrices, siguiendo el tiempo de 30 días de descomposición del sustrato (D1) obteniendo 5325 lombrices, mostrando una diferencia en ambos tiempos de descomposición. Referente al sustrato se obtuvo el sustrato de estiércol ovino (D1) ocupando el primer lugar con un promedio de 7195 lombrices.

El estiércol ovino es más seco y pesado lo que provoca una rápida infiltración del agua haciendo que el sustrato sea suelto. Las lombrices adultas suelen adaptarse en sustratos un poco más gruesos pero que presenten consistencias sueltas, la humedad excesiva conlleva a una compactación leve del estiércol vacuno esto provoca un estrés de las lombrices.

CUADRO N° 16. Análisis de varianza (ANOVA) del número de lombrices

ANOVA	GL	SC	CM	FC	1%	5%
TOTAL	7	4104350				

TRATAMIENT	3	3741450	1247150	12,71*	9,23	29,5
BLOQUE	1	68450	68450	0,69	10,1	34,1
F/T	1	1095200	1095200	11,16*	10,1	34,1
F/S	1	2553800	2553800	26,02*	10,1	34,1
F/T/S	1	92450	92450	0,94	10,1	34,1
ERROR	3	294450	98150			

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

CV= 5.17

FC=50461058

NS = No significativo

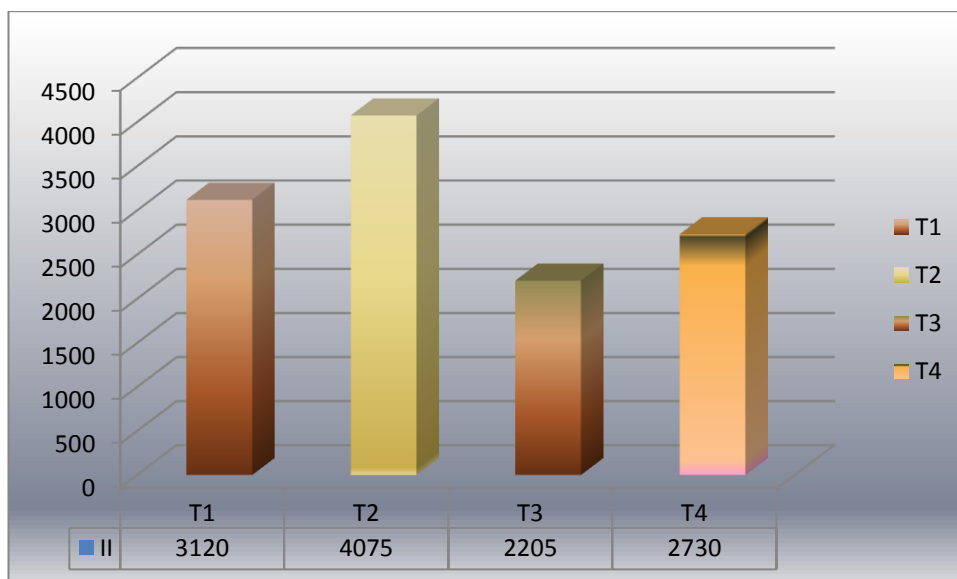
* Significativo

** Altamente significativo

En este cuadro se observan que existen diferencias significativas entre los tratamientos, el factor sustrato y el factor tiempo. Los bloques no influyen significativamente en los resultados.

Entre los tratamientos se utilizaron diferentes sustratos alimenticios lo que hace que cada uno presente una consistencia diferente del uno al otro tratamiento, también está relacionado con el % de degradación o descomposición de la dieta alimenticia.

GRÁFICO N°4. Número de lombrices por cada tratamiento



Fuente: Flores Cabezas A, 2014

En la gráfica se observa que el T2 tuvo un mayor número de lombrices (estiércol de ovino con 45 días de descomposición del sustrato) con 4075 lombrices, seguido por el T2 (estiércol ovino con 30 días de descomposición del sustrato alimentico) con 3120 lombrices. El tratamiento T4 (estiércol vacuno con 45 días de descomposición del sustrato), presento una población de lombrices de 2730. Y por último se está el T3 (estiércol vacuno a los 30 días de descomposición del sustrato), con 2205 lombrices.

PRUEBA DE MDS

CUADRO N° 17. Ordenando las medias de mayor a menor

TRATAMIENTO	MEDIAS
-------------	--------

T2	4075
T1	3120
T4	2730
T3	2205

CUADRO N° 18. Calculo de medias

$$MDS = \sqrt{\frac{2 * CME}{N^{\circ}r}} * t = \sqrt{\frac{2 * 98150}{2}} * 3.18 = 996.26$$

	4075	3120	2730
2205	*	*	ns
2730	*	ns	
3120	ns		

CUADRO N° 19. Cualquier diferencia

$$Xa - Xb > MDS *$$

TRATAMIENTO	MEDIAS
T2	4075a
T1	3120ab
T4	2730 b
T3	2205 c

En el anterior cuadro se puede observar que el T1 (estiércol ovino con 30 días de descomposición del sustrato) no difiere del tratamiento T2 (estiércol ovino con 45 días de descomposición del sustrato) por la que puede usar cualquier tratamiento, dependiendo de la disponibilidad del mismo. También se observa que el T3 (estiércol vacuno con 30 días de descomposición del sustrato) que no difiere en

ninguno de los anteriores tratamientos por presentar el menor número de lombrices.

4.3. TIEMPO EN DÍAS DE LA CONVERSIÓN DE SUSTRATO EN HUMUS

CUADRO N°. 20. Número de los días empleados para la transformación de los sustratos en humus

	Factor de estudio		Tratamiento	Peso final del sustrato convertido en humus (gr)	N° De días siembra-cosecha	% Relativo de conversión
	Sustrato	Días de descomposición del sustrato				
Réplica I	Ovino	45	T2	29.5	97	98
Réplica II	Ovino	45	T2	29	101	96.7
Réplica II	Vacuno	45	T4	28	106	93
Réplica I	Vacuno	45	T4	28.5	104	95
Réplica II	Ovino	30	T1	28.7	115	95.7
Réplica I	Ovino	30	T1	29.5	117	98
Réplica II	Vacuno	30	T3	30	119	100
Réplica I	Vacuno	30	T3	28	125	93

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

En el cuadro se observa que los estiércoles ovinos fueron los que en menos días se obtuvieron los humus, se debe tomar en cuenta la población de lombrices

presentes en estos tratamientos. También el % de degradación de los sustratos con relación a los tiempos de las descomposiciones de los mismos.

CUADRO N°. 21. Número total de días, de la conversión del sustrato en humus

	I	II	SUMA	MEDIA
T1 = SID1	117	115	232	116
T2= S1D2	97	101	198	99
T3= S2D1	125	119	244	122
T4 =S2D2	104	106	210	105
SUMA	443	441	884	

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

Los sustratos convertidos en humus en menor tiempo fue el T2 (estiércol ovino a los 45 días de descomposición) con 99 días, seguido por el T4 (estiércol vacuno con 45 días de descomposición) con 105. Los que más tardaron fueron los T3 y T1 (estiércoles vacuno y ovino a los 30 días de descomposición). Respectivamente.

La consistencia de los estiércoles respecto a los tiempos de descomposición de los sustratos influye en los días totales de conversión del sustrato en humus, debido al grado de degradación de la materia orgánica, a mayor degradación o descomposición del sustrato o materia orgánica menor número de días utilizados en la conversión del sustrato en humus. También influya la densidad de lombrices en los tratamientos.

CUADRO N° 22. Interacción entre el sustrato y el tiempo con relación a los días empleados en la conversión del humus.

SUSTRATO / TIEMPO	D1	D2	SUMA	MEDIA
S1	232	198	430	215
S2	244	210	454	227
SUMA	476	408	884	442

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

En este cuadro se observa que el menor tiempo en días, empleados por las lombrices en la conversión del sustrato en humus fueron los D2 (45 días de descomposición del sustrato). Referente al tipo de sustrato el menor número de días de conversión del sustrato en humus es el S1, (estiércol ovino).

Esto es debido al grado de degradación del sustrato a mayor número de días en descomposición, mayor grado de degradación del sustrato o la materia orgánica, igual a menor número de días de conversión del sustrato en humus.

CUADRO N° 23. Análisis de varianza (ANOVA). Número total de días empleados en la conversión del sustrato en humus

ANOVA	GL	SC	CM	FC	1%	5%
-------	----	----	----	----	----	----

TOTAL	7	680				
TRATAMIENTO	3	650	216,6666667	22,033*	9.23	29.5
BLOQUE	1	0,5	0,5	0,05	10.1	34.1
F/ T	1	578	578	58,79**	10.1	34.1
F/S	1	72	72	7,32	10.1	34.1
F/T/S	1	0	0			
ERROR	3	29,5	9,83			

Fuente: Flores Cabezas A, 2014

CV=1.42

NS= No significativo

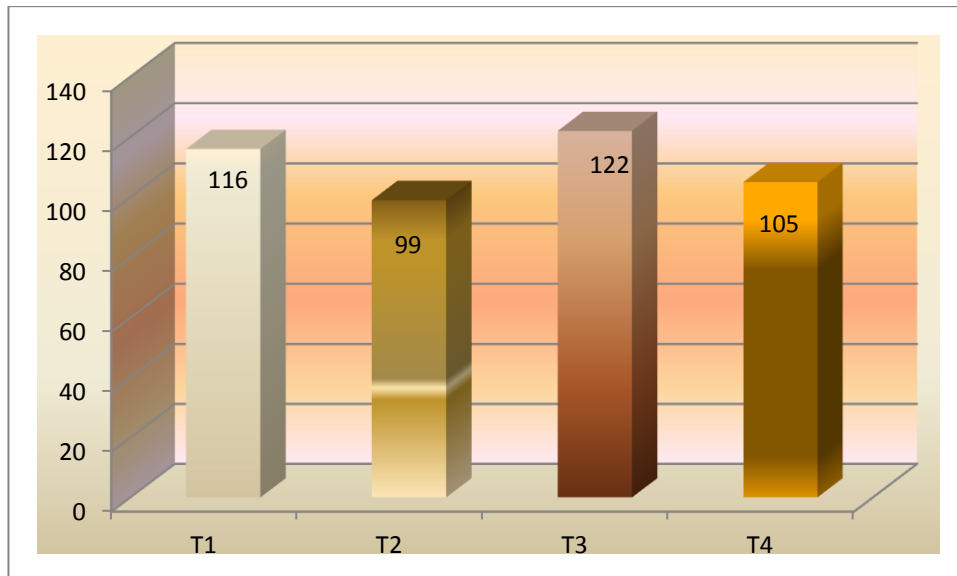
* Significativo

** Altamente significativo

En el anterior cuadro se ve que existen diferencias altamente significativas (1% y 5%) en el factor tiempo, y existen solo diferencias significativas (1%) en los tratamientos.

En cuanto al factor tiempo, a mayor número de días de descomposición del sustrato mayor es el grado de degradación del mismo lo que facilita a las lombrices la asimilación de la dieta alimenticia, dándonos como resultado un menor número de días de conversión del sustrato en humus o producto final.

GRÁFICO N° 5. Número total de días, conversión del sustrato en humus



Fuente: Flores Cabezas A, 2014

Las lombrices utilizaron un menor número de días en la conversión del sustrato en humus en el T2 (estiércol ovino con 45 días de descomposición) con 99 días, y el T3 (estiércol vacuno con 30 días de descomposición del sustrato) con 122 días fue el que tuvo mayor tiempo (días) para la conversión del sustrato en humus.

PRUEBA DE MDS

CUADRO N° 24. Ordenando las medias de mayor a menor

TRATAMIENTO	MEDIAS
T3	122
T1	116
T4	105
T2	99

CUADRO N°25. Calculo de medias

$$MDS = \sqrt{\frac{2 * CME}{N^{\circ}r}} * t = \sqrt{\frac{2 * 9.83}{2}} * 3.18 = 9.97$$

	122	116	105
99	*	*	ns
105	*	*	
116	ns	0	

CUADRO N° 26. Cualquier diferencia $X_a - X_b > MDS^*$

TRATAMIENTO	MEDIAS
T3	122 a
T1	116 ab
T4	105 b
T2	99 c

Haciendo las comparaciones de medias por la prueba MDS se observa que el T2 (estiércol ovino a los 45 días de descomposición) es que tuvo la media más baja que los demás tratamientos por lo que se lo considera como el tratamiento mejor en cuanto a la conversión del sustrato en humus, siendo así el tratamiento que más tardó fue el T3 (estiércol vacuno con 30 días de descomposición del sustrato), entre el T1 (estiércol ovino con 30 días de descomposición) y T4 (estiércol vacuno con 45 días de descomposición) no difieren entre sí.

Haciendo una comparación entre los resultados obtenidos en el presente estudio y el resultado obtenido del trabajo de investigación de Ostria (1991) que utilizó estiércoles porcino, equino, bovino y ovino, se observa que existen diferencias, ya que obtuvo mejores resultados en cuanto al tiempo de conversión de los sustratos en humus en los estiércoles vacunos seguido por los estiércoles de ovinos.

4.4. DETERMINACIÓN DE LOS NUTRIENTES DEL HUMUS

CUADRO N° 27. Análisis químicos de los sustratos

SUSTRATO	PH	CACIONES DE INTERCAMBIO meq/100g			M.O %	N.T %	P Olsen ppm
		Ca	Mg	K			
Estiércol Bovino a los 30 días de descomposición	7.56	26.75	14.25	0.61	34.78	1.435	151.60
Estiércol ovino a los 30 días de descomposición	7.61	24.25	11.75	0.67	37.26	1.514	177.00
Estiércol Bovino a los 45 días de descomposición	7.85	23.75	12.75	0.70	67.42	2.739	95.56
Estiércol Ovino a los 45 días de descomposición	7.94	29.50	14.50	0.72	69.52	2.826	103.04

SEDAG (Servicio Departamental Agropecuario) Laboratorio De Suelos Y Aguas.

Según el análisis químico obtenido se observa que los T1 y T3 (estiércol bovino y ovino a los 30 días de descomposición del sustrato) contienen mayores cantidades de calcio y fósforo (Ca y P). Pero con menor cantidad de potasio (K), como también se observa el % de materia orgánica (M.O) y nitrógeno total (N.T), son menores con respecto a los demás tratamientos. El mayor % de materia orgánica (M.O) se encuentran en los tratamientos T4 y T2 (estiércol bovino y ovino a los 45 días de descomposición del sustrato) sobrepasando el 60%. El mayor contenido

de magnesio (Mg) presenta el tratamiento T2 (estiércol ovino a los 45 días de descomposición del sustrato).

4.5. DETERMINACION DE LA TEXTURA Y ESTRUCTURA DE LOS HUMUS

CUADRO N°. 28 Textura y estructura obtenida de los humus

	Textura(mm)	Estructura	Color	Olor
Humus obtenido del estiércol ovino a los 45 días de descomposición del sustrato	< .2	Granular	Negro (2.5/1 5YR)	Tierra húmeda
Humus obtenido del estiércol vacuno a los 45 días de descomposición del sustrato	< 2	Granular	Café rojizo oscuro (3/4 5YR)	Tierra húmeda

Humus obtenido del estiércol vacuno a los 30 días de descomposición del sustrato	< 2	Granular	Café rojizo oscuro (2.5/2 5YR)	Tierra húmeda
Humus obtenido del estiércol ovino a los 30 días de descomposición del sustrato	< 2	Granular	Negro (2.5/1 5YR)	Tierra húmeda
Humus obtenido del estiércol conejo	< 2	Granular	Café oscuro (3/2 7.5YR)	Tierra húmeda
Humus obtenido de desechos de cocina	< 2	Granular	Gris muy oscuro (3/1 5YR)	Tierra húmeda

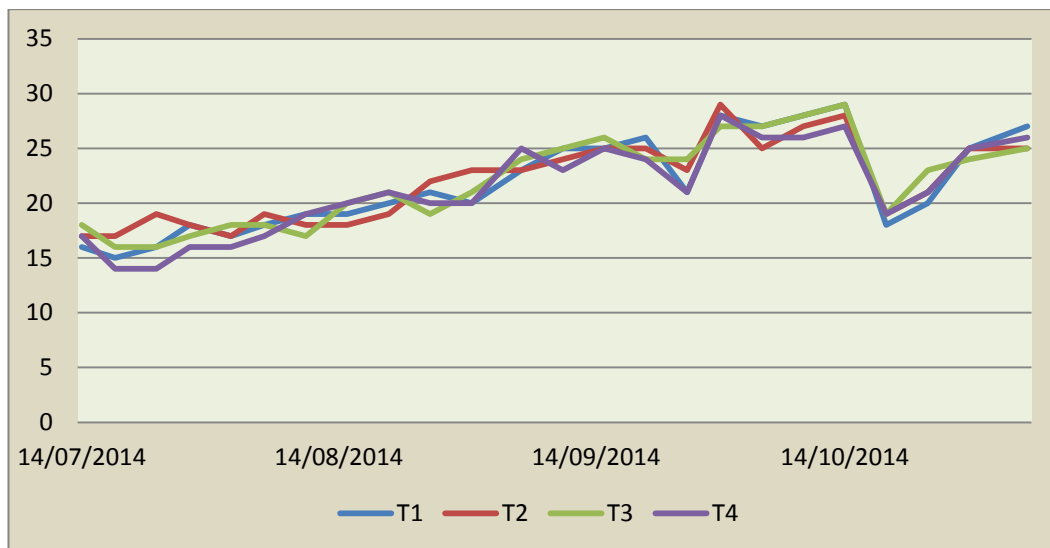
Fuente: Flores Cabezas A, 2014

No existen diferencias entre la textura estructura y olor de los humus obtenidos, pero existen diferencias con respecto a los colores de los humus.

No hay diferencias entre la textura de los humus ya que todos fueron pasados por la misma malla milimétrica de 2mm, en la estructura, el aparato digestivo de las lombrices es el mismo por tal motivo no hay diferencias, pero en cuanto a los colores que sí hay diferencias esto es debido al tipo de alimento suministrado a las lombrices.

4.6. TEMPERATURAS DESDE LA SIEMBRA HASTA LA COSECHA

CUADRO 29. Temperaturas desde la siembra hasta la cosecha



Fuente: Flores Cabezas A, 2014

Se empezó con temperaturas promedio de 16°C en los primeros días, debido al descenso de las temperaturas invernales. Desde el mes de agosto las temperaturas empezaron a subir manteniéndose a 22°C. Temperatura adecuada para la adaptación de las lombrices.

Temperaturas inferiores a los 10°C las lombrices se mantienen en latencia, sobreviviendo pero incapaces de reproducirse o producir humus, de tal manera se alarga más días de la conversión del sustrato en humus, y el número de lombrices es menor. En caso de temperaturas muy elevadas se requiere de más riego para evitar la pérdida de las lombrices por falta de alimento.

4.7. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS HUMUS SEGÚN LA NORMA MEXICANA

En el siguiente cuadro se observa que los humus obtenidos son de primera y extra, es decir de muy buena calidad, determinados por la materia orgánica, el pH, el color de los humus mientras más oscuros sean estos mejor será su calidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con la metodología empleada, nos permite anotar las siguientes conclusiones:

- La lombriz Roja Californiana mostró una buena adaptabilidad en los dos sustratos, bajo las condiciones ambientales de Yesera Sud.
- El mejor sustrato para los cocones fue el estiércol vacuno, ya que presentó el mayor número de los mismos, con 14330 cocones.
- El mayor número de lombrices se presentó en el sustrato ovino clasificándose como el mejor tratamiento para la adaptabilidad de la lombriz Roja Californiana.
- El mejor tiempo de conversión del sustrato en humus fue el de los 45 días de descomposición del sustrato para ambas dietas alimenticias que corresponde tanto al estiércol vacuno y ovino.
- El humus con mayor contenido de nutrientes fue el estiércol ovino a los 45 días de descomposición del sustrato. Presentando calcio (Ca) 29.50meq/100g, potasio (K) 0.72 meq/100g, materia orgánica (M.O) 69.52% y nitrógeno total (N.T) 2.826%
- El contenido de M.O en cantidades más elevadas se encuentran en los estiércoles vacunos y ovinos a los 45 días de descomposición del sustrato.

Presentando valores de 67.42 % en el estiércol vacuno y con 69.52% en el estiércol ovino.

- El pH en todos los humus se encuentran dentro de los rangos considerados óptimos determinando así que el producto final es de buena calidad.
- En cuanto a lo textura y estructura de los humus no presentan diferencias, pero si existen diferencias en cuanto al color presentando desde colores gris muy oscuro hasta negro oscuros. El humus obtenido de desechos de cocina presenta un Gris muy oscuro (3/1 5YR) y el humus obtenido de estiércol ovino es el que presenta un color Negro (2.5/1 5YR), el humus obtenido de estiércol vacuno presenta un color Café rojizo oscuro (2.5/2 5YR). Según la tabla de colores munsell.
- El humus obtenido del estiércol ovino con 45 días de descomposición del sustrato y el humus obtenido del estiércol vacuno con 45 días de descomposición del sustrato, son considerados en la categoría extra por presentar un mayor % de materia orgánica, en relación con los restantes parámetros no hay diferencias entre sí. Por lo que todos los humus obtenidos están dentro de los parámetros de buena calidad. Por presentar colores oscuros que van desde gris muy oscuro hasta el negro según la tabla de colores de munsell, material extraño presente en los humus que va desde 0.1 hasta 1% (1% en el humus proveniente de desechos de cocina), material orgánico no digerido no sobrepasa los 4.5% en el humus de ganado ovino, pH oscila entre 7.56 y 7.94, dentro de los rangos de calidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el proceso de descomposición del sustrato sea a los 45 días, si se trabaja con estiércol ovino. Para obtener un mayor % de materia orgánica (M.O) y nitrógeno total (N.T).
- Se recomienda el estiércol vacuno como dieta alimenticia si se desea solo dedicarse a la reproducción de lombrices, debido a su consistencia blanda y de acuerdo a los datos obtenidos se encontró mayor número de cocones y lombrices pequeñas a diferencia del estiércol ovino que se encontraron mayor número de lombrices adultas y menor número de cocones pero con una mayor producción de humus.
- Para el estiércol vacuno es recomendable una descomposición de 30 días, porque su consistencia es más blanda por lo tanto es más rápida.
- Utilizar los dos tipos de estiércoles juntos para una dieta alimenticia, ya que se pueden complementar en cuanto al análisis químico y brindar mayores beneficios.
- Se recomienda como complemento a esta investigación realizar un análisis microbiológico del humus, porque la riqueza del humus no solo se encuentra en sus nutrientes, sino también en su riqueza microbiana que es importante para la rehabilitación de los suelos compactados por los fertilizantes químicos.