UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA CARRERA DE INGENIERIA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL



Evaluación de la reproducción de lombrices de tierra Roja Californiana (Eisenia foetida), Roja Cubana (Eudrillus sp) y características químicas del lombriabono con diferentes residuos orgánicos, CNRA, Campus Agropecuario, UNAN- León de Marzo-Mayo 2014.

Presentado por: Br. Katherine Fresdinda Mayorga Sandoval Br. Damaris del Socorro Urey Blanco

"Trabajo presentado como requisito para optar al Título de Ingeniería en Agroecología Tropical"

Tutor: M.Sc. Jorge Luis Rostrán Molina

Colaborador: Ing. Pedro Fernando Silva Illescas

"A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD"

León, Abril 2015

DEDICATORIA

A DIOS por haberme dado fuerza, sabiduría para seguir siempre adelante.

A mi familia: mi madre Karen Marina Sandoval Hernández, mi hijo Dianer Alejandro Alvarado Mayorga, mis papitos Gonzalo Sandoval y Fredesvinda Hernández, mi tío Rodrigo Antonio Sandoval Hernández por haberme brindado su amor, apoyo y comprensión en el transcurso de mi vida.

A mis maestros M.Sc. Jorge Luis Rostrán Molina y M.Sc. Miguel Jerónimo Bárcenas Lanzas que fungieron como profesores, amigos y compañeros que estuvieron brindando su apoyo.

Katherine Fresdinda Mayorga Sandoval

A DIOS por darme sabiduría, fuerza y voluntad.

A mi familia: Mi padre Cairo José Urey, mi madre María Enriqueta Blanco y a mi hermanita Katherine Yudeth Urey Blanco por ser un gran ejemplo de vida y de lucha día a día.

A todos mis maestros especialmente a M.Sc. Jorge Luis Rostrán Molina y M.Sc. Miguel Jerónimo Bárcenas Lanzas que han sido pilar fundamental en mi educación.

Damaris del Socorro Urey Blanco

AGRADECIMIENTOS

A DIOS principalmente por haberme iluminado el camino hacia la meta, brindándome

fortaleza y sabiduría para culminar uno de mis objetivos y seguir adelante.

A mi madre Karen Marina Sandoval Hernández, por ayudarme, educarme y estar siempre a

mi lado aconsejándome como la gran madre que es.

A mi tío Rodrigo Antonio Sandoval Hernández, por ser un gran padre y apoyarme durante

todo mi transcurso de preparación como profesional.

A mis papitos Fredesvinda Simona Hernández Baldizón y Gonzalo Rigoberto Sandoval

García, quienes me han educado desde mi niñez y apoyado en todo momento.

A mi hermano Rodrigo Alberto Mayorga Sandoval, por apoyarme en todo momento.

A mi hijo Dianer Alejandro Alvarado Mayorga por ser la mayor bendición de mi vida y la

luz de inspiración y motivación para superar los obstáculos.

A mi esposo, Dianer de Jesús Alvarado Pineda, por haberme apoyado en todo momento.

A mis tutores M.Sc. Jorge Luis Rostrán, por todo su apoyo, dedicación y enseñanza durante

todo este tiempo.

A mi amiga y compañera Damaris del Socorro Urey Blanco, por ser una gran amiga y

compañera.

A mi gran amigo el Ing. Pedro Fernando Silva Illescas, por su colaboración primordial en

la ejecución de nuestra tesis.

Katherine Fresdinda Mayorga Sandoval

ii

AGRADECIMIENTOS

A mi Padre Celestial por ser el pilar que me sostiene dándome la vida, fuerza y voluntad para culminar mi etapa profesional.

A mis Padres Cairo José Urey y María Enriqueta Blanco por tener la confianza en mí dándome su apoyo incondicional y por haberme enseñado a vivir día a día con principios y valores de bien.

A mi hermanita Katherine Yudeth Urey Blanco y a mi novio Donis Élix Gonzáles Jarquín por aconsejarme y animarme siempre cuando más los necesitaba.

A mi tutor M.Sc. Jorge Luis Rostrán Molina y a mi gran amigo y colaborador incondicional el Ing. Pedro Fernando Silva Illesca por compartir sus conocimientos, enseñanzas y su tiempo incondicional.

A mi amiga y compañera de tesis Katherine Fresdinda Mayorga Sandoval por su amistad, comprensión y paciencia durante el transcurso del trabajo investigativo.

Damaris del Socorro Urey Blanco

RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro Nacional de Referencia de Agroplasticultura (CNRA) del Campus Agropecuario de la UNAN-León en el periodo de marzo-mayo 2014, con el objetivo de evaluar la reproducción de las lombrices de tierra y determinar las características químicas del lombriabono con diferentes residuos orgánicos. Se establecieron dos experimentos, el primero con la especie Eisenia foetida y el segundo con la especie Eudrillus sp. Se utilizó un DCA, donde se evaluaron tres tratamientos (Estiércol bovino, Residuos Orgánicos Urbanos (ROU) y Estiércol bovino+Residuos Orgánicos Urbano) con cuatro réplicas por tratamiento. Se inocularon 10 lombrices de tierra, en recipientes de 1600 cm³ con un volumen en el nicho de las lombrices de 500ml, para cada especie en cada uno de los tratamientos. Se evaluaron las variables número de cocones, número de lombrices juveniles, peso y número total de lombrices en las dos especies. El análisis de los datos se ejecutó en el paquete estadístico SPSS 19. Los resultados para la especie Eisenia foetida demuestran que no existe diferencia significativa en el número de lombrices juveniles y número de cocones. En la especie Eudrillus sp, existe diferencia significativa en el número de lombrices juveniles, pero no en el número de cocones. La especie Eisenia foetida tuvo un incremento del 77% en peso y 61% en el número de lombrices. La especie Eudrillus sp tuvo un incremento del 73% en peso y 53% en el número de lombrices en un periodo de 78 días. Se recomienda suministrar cualquiera de los tres tratamientos Estiércol, Residuos Orgánicos Urbanos y Estiércol+ROU y Validar este bioensayo en diferentes épocas del año.

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	IV
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLA	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	IX
I. INTRODUCCIÓN	10
II. OBJETIVOS	12
III. HIPÓTESIS	13
IV. MARCO TEÓRICO	14
4.1. Abonos orgánicos	14
4.2. Sustrato	14
4.3. Bioensayos	14
4.4. Lombriz	14
4.5. Clasificación taxonómica de las lombrices	14
4.6. Especies de lombrices cultivadas en el Campus Agropecuario UNAN-León	15
4.7. Características de las lombrices Eisenia foetida y Eudrillus spp	15
4.8. Factores que influyen en el comportamiento de las lombrices	17
4.8.1. Materia orgánica	17
4.8.2. Humedad	17
4.8.3. Temperatura	18
4.8.4. Aireación	18
4.8.5. Luz	18
4.9. Lombricultura	18
4.10. Calidad del Lombriabono	19
4.10.1. Características químicas del Lombriabono	19
4.11. Características físicas:	20
V. MATERIALES Y METODOS	21
5.1. Ubicación del estudio	21
5.2. Condiciones climáticas	21
5.3. Diseño del estudio	21
5.4. Establecimiento del bioensayo	
5.4.1. Preparación de los residuos orgánicos para alimentar a las lombrices	22
5.5. Variables evaluadas	23
5.6. Análisis Estadísticos	24
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES	
6.1. Producción	25
6.1.1. Número de cocones	25
6.1.2. Número de lombrices juveniles	28

6.1.3. Número y peso en gramos de lombrices iniciales y finales Roja C	Californiana
(Eisenia foetida) y Roja Cubana (Eudrillus sp.)	31
6.2. Características químicas del lombriabono	34
VII. CONCLUSIONES	36
VIII. RECOMENDACIONES	37
IX. BIBLIOGRAFÍA	38
X. ANEXOS	40
Anexo 1. Número de cocones de las especies Eisenia foetida y Eudrillus sp	40
Anexo 2. Número de lombrices juveniles de las especies Eisenia foetida y Eudria	llus sp41
Anexo 3. Peso de lombrices adultas de las especies Eisenia foetida y Eudrillus sp	p 43
Anexo 4. Número de lombrices adultas de las especies Eisenia foetida y Eudrillu	ıs sp45
Anexo 5. Condiciones de temperatura y pH	47
Anexo 6. Tipos de alimento para las lombrices de las especies Roja California	na (<i>Eisenia</i>
foetida) y Roja Cubana (Eudrillus sp).	48
Anexo 7. Establecimiento para la pre-fermentación de los alimentos: Estiérco	l, Residuos
Orgánicos Urbanos y la mezcla Estiércol+ROU.	49
Anexo 8. Establecimiento del experimento en el área de investigación CNRA	49
Anexo 9. Alimentación de lombrices y muestreo	49

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2. Sumatoria número y peso en gramos de lombrices iniciales y finales Roja

Tabla 1. Porcentaje de fosforo, potasio y calcio en hortalizas por cada 100 gramos.

californiana (<i>Eisenia foetida</i> .), en once semana del período de la investigación, CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.
Tabla 3. Sumatoria número y peso en gramos de lombrices iniciales y finales Roja cubana (<i>Eudrillus sp.</i>) en once semana del período de la investigación, CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.
Tabla 4. Análisis químicos de los parámetros pH, conductividad eléctrica y porcentaje de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en los abonos orgánicos. 35
Tabla 5. Estadísticos descriptivos, número de cocones por semana de la especie <i>Eisenia foetida</i> .
Tabla 6. Análisis de varianza del número de cocones de la especie <i>Eisenia foetida</i> . 40
Tabla 7. Estadísticos descriptivos, número de cocones por semana de la especie <i>Eudrillus</i> sp 40
Tabla 8. Análisis de varianza del número de cocones de la especie <i>Eudrillus sp.</i> 41
Tabla 9. Estadísticos descriptivos, número de lombrices juveniles por semana de la especie <i>Eisenia foetida</i> .
Tabla 10. Análisis de varianza del número de lombrices juveniles de la especie <i>Eisenia foetida</i> .
Tabla 11. Estadísticos descriptivos, número de lombrices juveniles por semana de la especie <i>Eudrillus sp</i> . 42
Tabla 12. Análisis de varianza del número de lombrices juveniles por semana de la especie <i>Eudrillus sp</i> . 42
Tabla 13. Prueba de diferencia mínima significativa de los tratamientos Estiércol, ROU y Estiércol+ROU, del número de lombrices juveniles de la especie <i>Eudrillus sp.</i> 42
Tabla 14. Estadísticos descriptivos, peso de lombrices adultas por semana de la especie <i>Eisenia foetida</i> .

Tabla 15. Análisis de varianza del peso de lombrices adulta de la especie Eisenia foetida.

43

19

Tabla 16. Estadísticos descriptivos, peso de lombrices adultas por semana de la especie <i>Eudrillus sp.</i> 43
Tabla 17. Análisis de varianza del peso de lombrices adultas de la especie <i>Eudrillus sp.</i> 43
Tabla 18. Prueba de diferencia mínima significativa de los tratamientos Estiércol, ROU y Estiércol+ROU, del peso de lombrices adultas de la especie <i>Eudrillus sp.</i> 44
Tabla 19. Estadísticos descriptivos, peso de lombrices juveniles por semana de la especie <i>Eisenia foetida</i> .

- Tabla 20. Análisis de varianza del peso de lombrices juveniles de la especie *Eisenia foetida*.

 44
- Tabla 21. Estadísticos descriptivos, peso de lombrices juveniles por semana de la especie *Eudrillus sp.*45
- Tabla 22. Análisis de varianza del peso de lombrices juveniles de la especie *Eudrillus sp.*45
- Tabla 23. Estadísticos descriptivos, número de lombrices adultas por semana de la especie *Eisenia foetida*.

 45
- Tabla 24. Análisis de varianza del número de lombrices adultas de la especie *Eisenia foetida*.

 45
- Tabla 25. Prueba de diferencia mínima significativa de los tratamientos Estiércol, ROU Y Estiércol+ROU, del número de lombrices adultas de la especie *Eisenia foetida*. 46
- Tabla 26. Estadísticos descriptivos, número de lombrices adultas por semana de la especie *Eudrillus sp.*46
- Tabla 27. Análisis de varianza del número de lombrices adultas de la especie *Eudrillus sp.*46
- Tabla 28. Prueba de diferencia mínima significativa de los tratamientos Estiércol, ROU Y Estiércol+ROU, del número de lombrices adultas de la especie *Eudrillus sp.* 47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- **Gráfica 1**. Número promedio de cocones ovipositados por semana, especie de lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*), CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.
- **Gráfica 2.** Número promedio de cocones ovipositados por semana de la especie de lombriz Roja Californiana (*Eudrillus sp.*), CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.
- **Gráfica 3.** Número promedio de lombrices juveniles de la especie Roja Californiana (*Eisenia foetida*), CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.
- **Gráfica 4.** Número promedio de lombrices juveniles de la especie de lombriz Roja Cubana (*Eudrillus sp*), CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.
- **Gráfica 5.** Condiciones de temperatura (termómetro REOTEMP) y pH (cinta colorimétrica con escala 0-14) en el proceso de investigación en la especie *Eisenia foetida*. 47
- **Gráfica 6**. Condiciones de temperatura (termómetro REOTEMP) y pH (cinta colorimétrica con escala 0-14) en el proceso de investigación en la especie *Eudrillus sp.* 48

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las poblaciones ha producido un incremento de residuos en estos últimos cien años, debido a la transformación de la sociedad. Los desechos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. Estudios realizados en los diferentes municipios de Nicaragua por AMUNIC e INIFOM, reportan que los desechos sólidos están compuestos mayormente por desperdicios de alimentos o materia orgánica con un 85%, estos materiales son resultantes de un proceso de extracción de la naturaleza, transformación, consumo, que su poseedor decide abandonarlos.

Una de las alternativas para el aprovechamiento de los residuos es el reciclaje que representa una forma de tratamiento para los residuos orgánicos, debido a que convierte un residuo en un producto útil, entre estas alternativas se encuentra la lombricultura, conceptualizada como la crianza de lombrices de tierra en cautiverio, encargadas de la descomposición y/o procesar los residuos orgánicos. El producto resultante de este procesamiento conocido como lombrihumus, vermicomposta, lombriabono puede ser utilizado como inóculo de microorganismos para mejorar las características microbiológicas de los abonos que se puede producir en varias escalas doméstica, agrícola, comercial y municipal. El abono producido por la lombriz puede ser utilizado como fertilizante al ser incorporado en el suelo, aportando nutrientes para las plantas e incrementando la biota y las características físicas del suelo (García & Aburto, 2001).

El cultivo de las lombrices nació y se desarrolló en Norteamérica, al comenzar a criarlas en un ataúd. Hugn Carter, 25 años después, tenía la capacidad de suministrar a las tiendas de caza y pesca 15 millones de lombrices al año; de esta forma, la lombricultura se fue difundiendo a Europa, Asia y América. Righi, la estudió en Argentina y Brasil; en 1984-1989, Colombia mencionaba el uso de las lombrices de tierra y en 1991, introdujo el híbrido *Eisenia foetida* Sav, conocida como lombriz roja californiana.

Se llevaron a cabo Congresos Internacionales como el I y II Congreso de Zoología del Suelo, la reunión sobre Compostaje, el Taller sobre papel de las lombrices de tierra en la transformación de los residuos orgánicos, los Congresos I y II de Vermicultura (Filipinas), así como la I y II Conferencia sobre el estudio de los Oligoquetos. Legall, menciona la lombricultura en Nicaragua y probablemente en estos mismos años se introdujo al resto de los países de Centro América, como una alternativa para el reciclaje de grandes masas de desechos orgánicos (Vega, 2012).

Esta investigación se realizó con el fin de evaluar la reproducción de las lombrices de tierra Roja Californiana (*Eisenia foetida*), Roja Cubana (*Eudrillus sp*) y las características químicas del lombriabono con diferentes residuos orgánicos. Otro aspecto a valorar es introducir nuevas fuentes de alimento para las lombrices que se crían en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, con la primicia de contribuir al reciclaje, aprovechando los residuos orgánicos que se generan a nivel urbano y agropecuario en León.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la reproducción de lombrices de tierra Roja Californiana (*Eisenia foetida*), Roja Cubana (*Eudrillus* sp) y características químicas del lombriabono con diferentes residuos orgánicos como fuente de alimento.

Objetivos específicos

- Evaluar la reproducción de las lombrices roja californiana *Eisenia foetida* y roja cubana *Eudrillus sp.*, con tres residuos orgánicos.
- Determinar las características químicas del lombriabono producido por lombrices roja californiana *Eisenia foetida* y roja cubana *Eudrillus sp*, con tres residuos orgánicos.

III. HIPÓTESIS

Ho: La alimentación con diferentes residuos orgánicos no tiene efecto significativo en la reproducción de las lombrices *Eisenia foetida*, *Eudrillus sp* y en las características químicas del lombriabono.

Ha: Al menos uno de los alimentos con residuos orgánicos tiene efecto significativo en la reproducción de las lombrices *Eisenia foetida*, *Eudrillus sp* y en las características químicas del lombriabono.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Abonos orgánicos

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Los organismos vivos dan vida al suelo; la ausencia de estos lo convierte en un suelo inerte y la presencia de micro y macro organismos en el suelo le brindan características de una entidad viviente (Henis, 1986).

4.2. Sustrato

La literatura menciona que sustrato es cualquier tipo de desecho orgánico que se utiliza como material de crecimiento y multiplicación de lombrices, este material afecta directamente el estado fisiológico de estos organismos (Bollo 1999, Ferruzi 1986).

4.3. Bioensayos

Bioensayo es el proceso de determinar las potencialidades de una sustancia o de un material a partir de las respuestas producidas por organismos biológicos (Persoone et al., 2000)

4.4. Lombriz

La lombriz es un organismo que ha vivido en el suelo de forma natural alimentándose de materia orgánica y juega un papel ecológico importante, porque a través de ella se produce el reciclaje de la materia orgánica, hacen galerías en el suelo que permiten que el exceso de agua drene con facilidad y proporciona mayor aeración en el suelo (Rostrán, 2012).

4.5. Clasificación taxonómica de las lombrices

La lombriz de tierra se clasifica dentro del Fillum Anélido, la clase Oligochaeta, el Orden Opistoporos y la familia Lumbricidae, se caracteriza por presentar una segmentación interna y externa en el cuerpo. Cada segmento semeja a un anillo, característica base de su clasificación de anélido. Oligochaeta se diferencia de Polichaeta y Hirudinea por la presencia de pocas cerdas en cada segmento (Martínez, 1996).

4.6. Especies de lombrices cultivadas en el Campus Agropecuario UNAN-León

Muy pocas especies de lombrices existen en el mundo que pueden ser explotadas o reproducidas en cautiverio. Entre esas pocas pueden considerarse como las más conocidas la Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y la Roja Cubana o Africana (*Eudrillus* sp.). Estas especies pueden vivir solo en sustrato con alto contenido de materia orgánica, la falta de éstas ocasiona que la lombriz emigre en busca de alimentos, come al menos su propio peso diario, de ahí la necesidad de mantener alto contenido de materia orgánica en los bancos de producción (Rostrán y Castillo, 2007).

4.7. Características de las lombrices Eisenia foetida y Eudrillus spp.

Las más conocidas son la Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y Roja Cubana o Africana (*Eudrillus spp*). Pertenecen al Reino Animal, son gusanos verdaderos, no poseen dientes y su color va desde rojo con tonalidades oscuras hasta claras. Su cuerpo es cilíndrico y está compuesto en anillos que utilizan para desplazarse y llegán a medir 5 a 18cm. Las lombrices viven en sustrato, (tierra) húmedas. Respiran por la piel. Tienen 5 corazones, 6 riñones, lo que favorece su actividad fisiológica. (Martínez C. 1996). Los cocones (huevos) pueden medir de 2 a 4mm, estos eclosionan a los 12 o 14 días dependiendo de las condiciones presentes en el sitio (temperatura, humedad), en condiciones adversas pueden eclosionar hasta los 21 días, de un cocón puede emerger de 2 a 21 lombrices. Las lombrices llegan a su madurez sexual a los 90 días después de nacidas. Se aparean una vez a la semana y ponen de 1 a 2 cocones (Rostrán et al., 2009).

4.7.1. Características morfológicas

4.7.1.1. Morfología externa

Las lombrices de tierra constituyen un grupo de animales variable, lo que se manifiesta en sus caracteres morfológicos. La lombriz roja africana *Eudrillus eugeniae*, es de color rojo vino iridiscente con tonalidades azul, violeta o verde, ventralmente de color rosado o rosado-pardo pálido, mientras que la roja californiana *Eisenia foetida*, es de color rojo rosado más tenue ventralmente. La pigmentación cubre el centro del somito y los intersegmentos toman un color amarillo tenue. Esta disposición sobre todo en los últimos segmentos induce una fuerte apariencia rayada. El cuerpo en ambos casos es alargado y

ligeramente, elíptico en corte transversal, siendo más acentuado esta característica en *Eisenia foetida*.

4.7.1.2. Morfología interna

La lombriz internamente presenta septos musculares transversales, que dividen el celoma o cavidad del cuerpo en los somitos o segmentos. El sistema digestivo está compuesto de boca, faringe musculosa, una molleja única, esófago, glándulas calcíferas e intestino que abre en la región posterior en el pigidium. Las lombrices ingieren materia orgánica previamente fermentada. Estas pueden degradar hasta el doble de su peso diario. Las lombrices poseen un gran complejo de enzimas digestivas para degradar proteínas, almidones, lípidos (grasas), celulosa, quitina, etc. En el tracto digestivo de las lombrices hay microorganismos que participan en esta actividad. De los productos ingeridos un 25-30% pasa a formar parte del metabolismo del animal, el resto será heces fecales.

En el sistema circulatorio se distinguen 5 pares de corazón es como bolsas de color rojo intenso de forma arriñonada, un vaso medio dorsal y otros longitudinales de menor calibre. Hay carencia de un sistema respiratorio ya que no presenta órganos especializados para la respiración. La sangre contiene pigmentos y ésta se realiza por difusión del oxígeno y anhídrido carbónico (CO) a través de la cutícula y los tejidos de la 2 epidermis. Para que ocurra la respiración los gases deben disolverse en una capa de agua alrededor de la superficie del animal que se mantiene húmeda por las secreciones del cuerpo.

El sistema excretor lo constituyen los nefridios (un par por segmento), que actúan como riñones, extrayendo los materiales de desechos del líquido celómico (cavidad del cuerpo) y los expulsan al exterior por los nefridioporos. El sistema nervioso está constituido por un ganglio cerebral, el que inerva la región anterior. El ganglio cerebral se extiende hacia la región posterior como un nervio ventral que corre por debajo del canal alimentario. Además presentan órganos de los sentidos, quimio-receptores y foto receptores.

El Lombriabono es un excelente material para mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Es un abono seguro para utilizar por que el pH es de 6.5–7.5; su

aplicación puede hacerse al momento de la siembra, después de la siembra o bien ser integrado al suelo con anterioridad (Reinés, 1998).

4.8. Factores que influyen en el comportamiento de las lombrices

4.8.1. Materia orgánica

La base principal de alimentación para lombrices la constituye la materia orgánica del suelo, por lo que es importante mantener al suelo con restos vegetales para que las lombrices tengan su fuente de alimento. Esto se aprecia muy bien en cobertura vegetal amplia, como los de bosques o el pastizal, donde la caída de hojas, flores. Tallos y frutos es constante, por lo que en este tipo de condiciones es común encontrar grandes cantidades de lombrices por metro cuadrado.

4.8.2. Humedad

La humedad y la alimentación se consideran como los factores más importantes para las lombrices. Estos animales no tienen un mecanismo de conservación de agua adecuado, no obstante que requieren de humedad en la pared corporal para su respiración y pierden mucha agua en la orina. Sin embargo resisten la pérdida de agua de hasta un 75%. Como mecanismo de defensa ante la falta de humedad, la lombriz reduce al máximo su superficie corporal haciéndose un nudo o bolita. El agua también es importante en su sistema locomotor, ya que a presión hidráulica del líquido celo matico no se da si el contenido de agua del cuerpo se reduce en más de 15%. Hay que recordar que en la lombriz entre el 80 y 90% de su peso vivo es agua.

La falta de agua reduce el movimiento de la lombriz, afectando directamente la búsqueda del alimento, lo que repercute en una disminución de la población puesto que se afecta su reproducción y se reduce la liberación de capsulas. Por lo tanto, debe adicionarse materia orgánica al suelo en la cantidad suficiente para conservar la humedad que requieren las lombrices para satisfacer sus necesidades vitales y para su supervivencia.

4.8.3. Temperatura

Hay temperaturas que van de 0 a 35°C, en las que se desarrollan las lombrices, según la especie. Durante épocas frías y en zonas áridas las lombrices permanecen inactiva en condiciones de sequía, enrollándose sobre su propio cuerpo. Con humedad y temperaturas adecuadas durante el día las lombrices permanecen en la parte superior de la galería con la parte anterior hacia la entrada cerrada con materia orgánica.

Temperaturas altas causan desecación y por consiguiente la muerte. En condiciones naturales es difícil controlar este factor, pero cuando se tiene criadero con especie domésticas, el control de temperatura es muy importante, por lo que hay que estar preparado para protegerlas del frio y del calor.

4.8.4. Aireación

Su necesidad de oxigenó puede satisfacer las lombrices del aire o del agua. Aunque este factor no ha sido muy estudiado, se conoce que hay mucha variación entre especie en cuanto a mantenerse en suelos con altas o bajas concentraciones de oxígeno, lo que se ha demostrado es que prefieren más bien suelos saturados con agua que con aire.

4.8.5. Luz

Las lombrices necesitan de oscuridad, la presencia de luz las afecta directamente; exposiciones por tiempo corto a los rayos ultravioleta las deshidrata y les causa la muerte de manera rápida. Toleran la luz roja pero evitan la azul y se estima que las lombrices más pigmentadas son menos sensibles. Durante la noche la lombriz saca su parte anterior de la galería, para explorar, alimentarse o aparearse. (Martínez, 1996).

4.9. Lombricultura

La lombricultura es una tecnología que en los últimos diez años ha tomado auge en la producción agrícola, una actividad agropecuaria que consiste en criar lombrices de tierra en condiciones de cautiverio, debido que el producto de esta actividad (Lombriabono) es una alternativa viable para la recuperación y fertilización de los suelos, además de ser una

herramienta para procesar la basura orgánica producida por los sistemas agropecuarios y urbanos

4.10. Calidad del Lombriabono

4.10.1. Características químicas del Lombriabono

El Lombriabono es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, asimila una parte (40%) para cubrir sus necesidades fisiológicas y la otra parte (60%) la excreta. Este material es conocido también como vermicomposta y humus de lombriz.

4.10.1.1. Composición química:

La composición química y calidad del Lombriabono está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de calidad. En la tabla 1 se especifican el porcentaje de P, K y Ca de hortalizas que se utilizan para alimentar a las lombrices de tierra.

Tabla 1. Porcentaje de fosforo, potasio y calcio en hortalizas por cada 100 gramos

Hortalizas	Potasio	Calcio	Fósforo
Tomate	0.024	0.001	
Pepino	0.014	0.0018	
Apio	0.032		0.0021
Plátano	0.037	0.00073	
Zanahoria	0.037	0.0027	
Lechuga	0.022		0.0024
Remolacha	0.0407	0.0017	
Rábano	0.0241		0.0018
Repollo	0.027		0.0041
Papa		0.008	0.031
Coliflor	0.0296	0.0019	

Fuente: Licata & Macek 2015.

4.10.1.2. pH:

El lombriabono tiene un pH prácticamente neutro, con valores que oscilan entre los 6.8–7.2, característica que le permite ser aplicado en contacto directo con la semilla sin causar daño, creando un medio favorable para el desarrollo de la planta y desfavorable para ciertos microorganismos patógenos (Rostrán, 2012).

4.11. Características físicas:

Su color varía entre el negro, café oscuro y gris, dependiendo del desecho utilizado para alimentar a las lombrices, no tiene olor y es granulado. La granulometría, así como, la capacidad de asimilación del lombriabono son características importantes las cuales determinan la calidad del abono. El grano varía de diámetro y en dependencia de estos, su asimilación, siendo el grano más fino el más asimilable (Díaz, 2002).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Ubicación del estudio

La investigación se desarrolló en el área de Investigación y Producción de Abonos Orgánicos del Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA), Campus Agropecuario de la UNAN-LEÓN, ubicado a 1.5Km al sureste de la ciudad de León, camino hacia La Ceiba en las coordenadas 12°25'19.36''N y 86°51'08.80''O (US Dep. of State Geographer, 2014). La zona presenta condiciones promedio de temperatura de 28.5°C con humedad relativa media de 75%, precipitación de 1500mm anuales, 30-60% de sombra. El terreno presenta topografía plana con una inclinación del 1%, la unidad de producción se ubica a una altitud de 90 msnm y en la latitud 12°26` Norte y longitud 86°53` Oeste.

5.2. Condiciones climáticas

El clima predominante en la región del Occidente de Nicaragua es un clima Tropical Seco (Koppen, 1936).

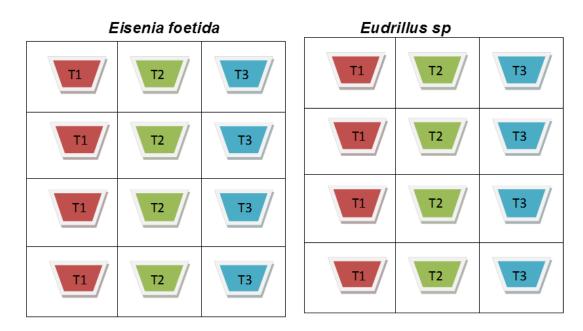
5.3. Diseño del estudio

Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA), conformado por 3 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento con un total de veinticuatro unidades experimentales en todo el estudio con doce para cada especie de lombriz. Cada unidad experimental consistió en recipientes de 1600cm3 en donde se inocularon 10 lombrices adultas para un total de 240 lombrices. Se establecieron dos bioensayos con lombrices de tierra uno con Roja californiana (Eisenia foetida) y el otro con Roja cubana (Eudrillus sp) en el CNRA del Campus Agropecuario.

Definición de los tratamientos

Especies de Lombriz	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Volumen de Alimento
Roja Californiana (Eisenia foetida)	Estiércol	ROU	Estiércol+ ROU	50ml
Especies de Lombriz	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Volumen de Alimento
Roja cubana (Eudrillus sp.)	Estiércol	ROU	Estiércol+ ROU	50ml

Diseño de producción del lombrihumus en recipientes



5.4. Establecimiento del bioensayo

5.4.1. Preparación de los residuos orgánicos para alimentar a las lombrices

5.4.1.1. Residuos Orgánicos Urbanos

La recolección de los residuos orgánicos urbanos (frutas, hortalizas, hojas, etc.) se realizaron en el Mercado La Terminal de la ciudad de León. El traslado de los residuos orgánicos urbanos de la terminal al Campus Agropecuario se realizó en bolsas plásticas calibre 1000 con capacidad de 45.45kg. En el Área de Investigación y Producción de Abonos Orgánicos (AIPAO) del Campus Agropecuario se procedió a la preparación de los

sustratos alimenticios de las dos especies de lombrices, prefermentando los residuos orgánicos, procediendo de la siguiente manera: se trituraron los residuos en pedazos de dos a cinco centímetros de longitud. Posteriormente se mezclaban con las palas los residuos orgánicos para homogenizarlo, finalizando las labores agregando agua hasta obtener 80-85% de humedad, tapando con un plástico negro calibre 1000 para mantener la humedad y conservar temperatura en la prefermentación de los ROU.

5.4.1.2. Estiércol vacuno

El estiércol fresco de bovino para la alimentación de las lombrices se recolectaba en el corral del Campus Agropecuario, trasladándolo en carretillas al Área de Investigación y Producción de Abonos Orgánicos (AIPAO). El volumen de estiércol bovino fresco utilizado para alimentar a las lombrices fue de 35ml y se diluía en 15ml de agua para obtener una consistencia viscosa y/o pastosa.

5.4.1.3. Mezcla de estiércol más residuos orgánicos urbanos (ROU)

Para la preparación del sustrato alimenticio de las lombrices Estiércol+ROU, se siguió el procedimiento descrito en el acápite 5.4.1.1.

La diferencia en este procedimiento fue, antes de agregar el agua y tapar los residuos orgánicos se realizó la mezcla con estiércol de bovino en proporción 50% estiércol de bovino y 50% de ROU (proporción 1:1).

Para preparar las condiciones de las lombrices en el CNRA se realizó la instalación del sistema eléctrico con 30 yardas de alambre duple nº 10, 3 bujías fluorescente, 3 cepos y 1 toma corriente macho. Los recipientes plásticos de 1500cm³ se llenaron con 500ml de sustrato.

5.5. Variables evaluadas

- a) Número de cocones (huevo) de lombrices: los cocones se contabilizaron una vez por semana durante 10 semanas.
- b) Número de lombrices adultas y juveniles: se contabilizaron una vez por semana durante 10 semanas.

- c) Peso de lombrices adultas y juveniles: se realizó una vez por semana (los martes), utilizando una balanza triple beam. Previo a pesaje de las lombrices se colocan las lombrices por una hora en recipientes de 500cm³ forrados en el interior con papel absorbente humedecido, con el objetivo que defequen los alimentos injeridos con anterioridad y registrar el peso en carne de lombriz.
- d) Características químicas del lombriabono

5.6. Análisis Estadísticos

El análisis de los datos obtenidos se realizó a través del programa estadístico SPSS 19 (Paquete Estadístico para Ciencias Sociales) para determinar las diferencias existentes entre los diferentes tratamientos a través de ANOVA. Se realizó una comparación de medias en las variables con diferencias significativas según DMS (Diferencia Mínima Significativa) con nivel de significancia del 0.05. Los resultados obtenidos están presentados a través de tablas, cuadros y gráficos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta sección se presenta los resultados más relevantes obtenidos durante esta investigación. Se describen con gráficas y tablas las variables: número de cocones, número de lombriz, peso de las lombrices adultas y juveniles.

Es importante considerar las condiciones de reproducción pH, temperatura como parte del manejo de la cría. Los datos se encuentran en anexos (Anexo 5).

Se realizó un análisis de varianza de un diseño completamente aleatorio, se realizaron pruebas de post hoc de comparaciones de media, para determinar si hay diferencia significativa entre los tratamientos, a un nivel de significancia de α =0.05 para todos los análisis estadístico.

6.1. Producción

6.1.1. Número de cocones

En la reproducción es importante el tipo de alimentación suministrada a las lombrices, ya que las lombrices se reproducen de acuerdo a su alimentación y a las condiciones ambientales en las que se desarrolla.

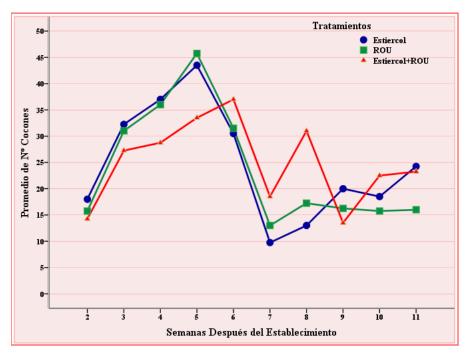
En la gráfica 1 se presentan los datos del números de cocones ovipositados por semana de las 10 lombrices Roja Californiana (*Eisenia foetida*) inoculadas en cada recipiente de 1600cm³en los diferentes tratamientos. Los muestreos se iniciaron en la segunda semana después de establecido el experimento (SDE), contabilizando en ese momento 18 cocones en el tratamiento estiércol (T₁), 16 para ROU (T₂ residuos orgánicos urbanos) y 14 para el tratamiento Estiércol+ROU (T₃) en promedio.

El número de cocones ovipositados se incrementan a partir de la tercera semana con máximo de ovoposiciones en la quinta semana para los tratamientos estiércol y ROU con 43.5 y 45.75 cocones en promedio respectivamente. En el caso del tratamiento Estiércol+ROU el máximo de oviposición se registra en la sexta semana con 37 cocones en promedio. Los resultados obtenidos infieren que el número de cocones promedio

ovipositados de la segunda a la quinta semana fue de 8.6 para el tratamiento Estiércol, 10 para ROU y 5.5 para Estiércol+ROU cocones de la segunda a la sexta semana.

La gráfica muestra un descenso en el número de cocones en la sexta y séptima semana de 34 y 31 cocones en los tratamientos de estiércol y ROU respectivamente. En el tratamiento Estiércol+ROU el fenómeno ocurre en la sexta semana con un descenso de 19 cocones. En las últimas dos semanas de muestreo se dio una tendencia de incremento en el número de cocones en los tratamientos Estiércol y Estiércol+ROU con rango de 6 a 11 cocones, con excepción del tratamiento ROU que tiene un comportamiento estables en las últimas dos semanas de muestreo.

El análisis de varianza realizado a la variable número de cocones a un nivel de significancia de 0.05%, (sig.=0.910) (Anexo 1. Tabla 6) demuestra que no hay diferencia mínima significativa entre los sustratos alimenticos o tratamiento proporcionados a las lombrices roja californiana *Eisenia foetida*, entre los tipos de alimentos proporcionados a las lombrices en la variable número de cocones.



Grafica 1. Número promedio de cocones ovipositados por semana, especie de lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*), CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.

En la gráfica 2 se revela la cantidad de cocones ovipositados por semana de las 10 lombrices inoculadas en cada recipiente de 1600cm³ en los distintos tratamientos, especie Roja Cubana (*Eudrillus sp*). La toma de datos se empezó en la segunda semana después de establecido el experimento (SDE), registrando en promedio 2.5 cocones en el tratamiento estiércol (T₁), 1.25 para ROU (T₂ residuos orgánicos urbanos) y 2.75 para el tratamiento Estiércol+ROU (T₃).

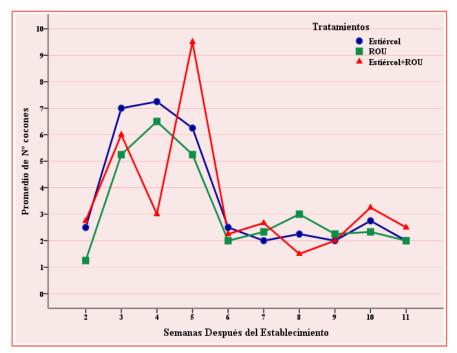
La cifra de cocones ovipositados incrementó a partir de la tercera semana con máximo de ovoposiciones en la cuarta semana para los tratamientos estiércol y ROU con 7.25 y 6.5 cocones en promedio respectivamente. En el caso del tratamiento Estiércol+ROU el máximo de oviposición se observó en la quinta semana con 9.5 cocones en promedio. Los fines obtenidos infieren que el número de cocones promedio ovipositados de la segunda a la cuarta semana fue de 2.25 para el tratamiento estiércol, ROU 2.62 y Estiércol+ROU 3.25 cocones en la tercera semana.

La gráfica muestra un declive en el número de cocones en la quinta y sexta semana de 3.75, 3.25 y 7.25 cocones en los tratamientos de estiércol, ROU y Estiércol+ ROU. En las semanas finales que pertenecen de la 6 a la 11 las fluctuaciones son menores con una variación de 1 a 2 cocones respectivamente.

El análisis de varianza realizado a la variable número de cocones a un nivel de significancia de 0.05%, (sig.=0.866) (Anexo 1. Tabla 8) sugiere que no existe diferencia significativa entre el tipo de alimento.

En investigaciones realizadas por Huhta y Haimi (1988), el número total de cocones acumulados fue de 4580 después de 112 días habiendo inoculado 200g de lombrices que equivalen a 900 lombrices, ovipositando 5 cocones en promedio en este periodo de tiempo para la especie Roja Californiana (*Eisenia foetida*). Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que el promedio de cocones de Roja Cubana (*Eudrillus sp*) por semana varían de 3.62 a 3.74 en los tratamientos evaluados. El número promedio de cocones semanales de Roja Californiana (*Eisenia foetida*) varia de 23.83 a 24.95. Los

resultados finales en la investigación manifiestan que con una población inicial de 10 lombrices en 77 días *Eudrillus* sp produce 39 cocones que representa el 3.9 cocones en promedio por lombriz, *Eisenia foetida* con una población inicial de 10 lombrices se obtiene 269 cocones en 77 días que equivalen a 26.9 cocones por lombrices en promedio.



Grafica 2. Número promedio de cocones ovipositados por semana de la especie de lombriz Roja Californiana (*Eudrillus sp.*), CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.

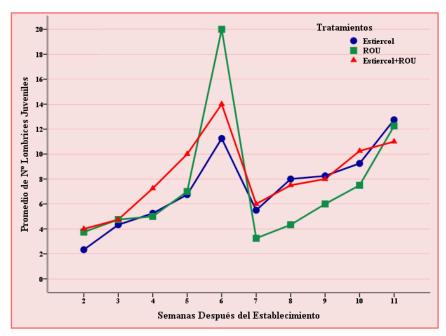
6.1.2. Número de lombrices juveniles

En el establecimiento del pie de cria el número de lombrices juveniles en altas cantidades representa un mayor número de lombrices adultas lo que genera una buena reproducción y producción.

En la gráfica 3 se presentan los datos del comportamiento reproductivo de las 10 lombrices inoculadas en cada recipiente de 1600cm³en los diferentes tratamientos establecido el tres de marzo, especie Roja Californiana (*Eisenia foetida*). El número de lombrices juveniles registrado en promedio 2.33 en el tratamiento estiércol (T₁), 3.75 para ROU (T₂ residuos orgánicos urbanos) y 4 lombrices juveniles para el tratamiento Estiércol+ROU (T₃) en la segunda SDE.

El número de lombrices juveniles se incrementan a partir de la tercera semana con un máximo de lombrices en la sexta SDE para los tratamientos estiércol 11.25, ROU 20 y Estiércol+ROU con 14 lombrices juveniles en promedio respectivamente. Estos resultados permiten deducir que el número de lombrices reproducidas por semana en promedio de la segunda a la sexta SDE fue de 2.25 lombrices juveniles para el tratamiento estiércol, 3.95 en ROU y 2.56 para Estiércol+ROU. En la sexta a la séptima semana muestra una reducción en el número de lombrices juveniles de 11.25 a 5.75 en el tratamiento estiércol, en ROU de 20 a 16.75 y para Estiércol+ROU de 14 a 8. A partir de la 7-11, presenta un aumento debido a que las lombrices ya están adaptadas a la temperatura y la reproducción se estabiliza.

El análisis de varianza realizado a la variable número de lombrices juveniles a un nivel de significancia de 0.05%, (sig=0.815) (Anexo 2. Tabla 10) indica que no existe diferencia significativa entre el tipo de alimento.



Gráfica 3. Número promedio de lombrices juveniles de la especie de lombriz Roja Californiana (Eisenia foetida), CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.

En la gráfica 4 se presentan los datos del números de lombrices juveniles por semana de las 10 lombrices inoculadas en cada recipiente de 1600cm³ en los diversos tratamientos, especie Roja Cubana (*Eudrillus sp*). Los muestreos se iniciaron en la segunda semana después de establecido el experimento (SDE), contabilizando en promedio 8.5 en el tratamiento estiércol (T₁), 5.33 para ROU (T₂ residuos orgánicos urbanos) y 3 para el tratamiento Estiércol+ROU (T₃).

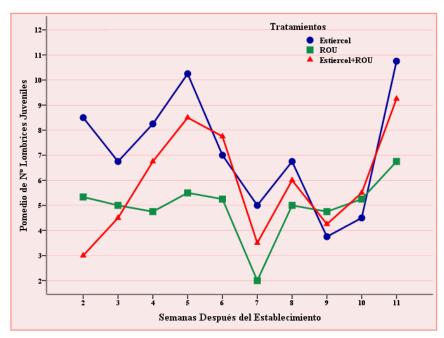
El número de lombrices juveniles se incrementan a partir de la tercera a la quinta semana para los tratamientos Estiércol, ROU y Estiércol+ROU con 10.25, 5.5 y 8.5 lombrices juveniles en promedio respectivamente. Los resultados obtenidos infieren que el número de lombrices promedio de la segunda a la quinta semana fue de 1.75 para el tratamiento estiércol y Estiércol+ROU 1.8.En el caso del ROU de la segunda a la sexta semana, hubo un comportamiento menor pero estable

La gráfica muestra un descenso en el número de lombrices de la quinta a la séptima semana de 5.25, 3.25 y 5 lombrices en los tratamientos de estiércol, ROU y Estiércol+ROU respectivamente. En las últimas semanas que corresponden la 9 a la 11 se presenta un aumento máximo de lombrices con 10.17 y 9.25 para los tratamientos Estiércol y Estiércol+ROU. En el caso del tratamiento ROU empieza a aumentar de la 7 a la 11 con 6.75 lombrices juveniles máxima.

El análisis de varianza realizado a la variable número de lombrices juveniles a un nivel de significancia de 0.05%, (0.007) (Anexo 2. Tabla 12) muestra que existe diferencia significativa entre el tipo de alimento. El análisis de DMS muestra que hay diferencia mínima significativa entre los alimentos Estiércol y ROU.

Investigaciones realizadas por Cerrato (2002) presenta un peso individual promedio en lombrices juveniles (*Eisenia andrei*) a los 75 días, en los tratamientos estiércol con 0.29g, Desechos orgánicos del mercado con 0.11g y Desechos orgánicos del mercado + estiércol con 0.17g.Los datos adquiridos en esta investigación demuestran que a los 77 DDE el peso de las lombrices juveniles de la Roja Californiana (*Eisenia foetida*), para cada tratamiento

es Estiércol 0.472g con un número de lombrices de 7.72 para un peso promedio de 0.061g, ROU 0.454g con un número de lombrices de 7.74 para un peso promedio de 0.058 y Estiércol+ROU 0.379g con un número de lombrices de 8.41 para un peso promedio de 0.045. En el caso de las lombrices Roja Cubana (*Eudrillus sp*), para cada tratamiento es Estiércol 0.853g con un número de lombrices de 7.21 para un peso promedio de 0.118g, ROU 0.928g con un número de lombrices de 4.94para un peso promedio de 0.187g y Estiércol+ROU 0.962g con un número de lombrices de 6.47 para un peso promedio de 0.148g.



Gráfica 4. Número promedio de lombrices juveniles de la especie de lombriz Roja Cubana (*Eudrillus sp*), CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.

6.1.3. Número y peso en gramos de lombrices iniciales y finales Roja Californiana (Eisenia foetida) y Roja Cubana (Eudrillus sp.).

En la tabla 2 se presenta la suma total del número y peso de lombrices de la especie Roja Californiana (*Eisenia foetida*). El peso inicial para las 40 lombrices inoculadas en el tratamiento estiércol fue de 9.9g, con peso promedio por lombriz de 0.25g. Durante las 11 semanas de muestreo en el experimento se registró un incremento de 1.72 veces más de peso promedio por lombriz equivalente a 0.43g de peso por lombriz. El número total de lombrices al final del experimento para el tratamiento estiércol fue de 102 lombrices, con

un peso total de 43.5g. En el tratamiento ROU se registró un peso inicial de 11.6g con peso promedio individual de 0.29g, incrementándose 1.44 veces más el peso promedio por lombriz equivalente a 0.42g. El resultado final de número de lombrices para el tratamiento ROU fue de 93 con un peso total de 38.8g. En el caso de Estiércol+ROU el peso inicial de las lombrices adultas fue de 10.1g con peso promedio individual de 0.25g dando un aumento de 1.84 veces más peso promedio por lombriz que corresponde a 0.46g. El número total de lombrices al finalizar el experimento fue de 95 lombrices y con peso total de 43.9g.

Con estos resultados se demuestra que la alimentación proporcionada a las lombrices en los diferentes tratamientos incrementan tanto el número de lombrices como el peso en las siguientes proporciones, tratamiento Estiércol 2.6 más lombrices,4.4 más peso por lombriz, para ROU 2.3 y 3.3, Estiércol+ROU 2.4 y 4.3 más número de lombrices y peso de las lombrices respectivamente.

Según los resultados del análisis descriptivos el número de lombrices adultas presentan un promedio por semana de 9.32 con peso de 3.57g en el tratamiento estiércol, para el tratamiento ROU 9.70 lombrices con 4.05g y Estiécol+ROU el número de lombrices es 10.25 con un peso de 3.62g. El número de lombrices juveniles promedio para el tratamiento estiércol es de 7.58 con un peso de 0.472g, para ROU 7.46 lombrices juveniles con 0.454g y para el tratamiento Estiércol+ROU es de 8.28 lombrices con peso de 3.79g.

El análisis de varianza realizado al número de lombrices adultas a un nivel de significancia de 0.05%, (0.025) (Anexo 4. Tabla 24) muestra que existe diferencia significativa entre el tipo de alimento. El análisis de DMS muestra que hay diferencia mínima significativa entre los alimentos Estiércol y Estiércol+ROU.

Tabla 2. Sumatoria número y peso en gramos de lombrices iniciales y finales Roja Californiana (Eisenia foetida) en once semana del periodo de la investigación, CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.

Tratmientos	Nº inicial adulta	Peso inicial adulta	Nº final adulta	Peso Final adulta	N° Juveniles	Peso Juveniles	Nº total de lombrices	Peso total lombrices	Relación Nº final/Nº inicial de lombrices	Relación Peso final/Peso inicial de lombrices
Estiércol	40	9,9	51	20,6	51	22,9	102	43,5	2,6	4,4
ROU	40	11,6	44	18,3	49	20,5	93	38,8	2,3	3,3
Estiércol+ROU	40	10,1	51	20,8	44	23,1	95	43,9	2,4	4,3

En la tabla 3 se presenta el número, peso inicial y final de las lombrices de la especie Roja Cubana (*Eudrillus* sp.). Los datos registrados para el tratamiento Estiércol en el peso inicial de las 40 lombrices fueron de 37.9g, obteniendo como resultado un peso promedio individual por lombriz de 0.95g. Se encontró que al final del experimento (11 semanas) hubo un aumento de 1.26 veces más de peso promedio por lombriz correspondiente a 1.20g. De acuerdo al total de lombrices muestreadas al final se recaudaron 84 con un peso total de 101.2g en el tratamiento estiércol. En el tratamiento ROU el peso inicial fue de 40.5g con peso promedio individual de 1.01g, aumentando de esta manera 1.55 veces más peso promedio por lombriz equivalente a 1.57g. Al finalizar el experimento el número de lombrices en ROU fue de 59 con un peso total de 92.7g y para el tratamiento Estiércol+ROU el peso inicial fue de 37.4g con peso promedio por lombriz de 0.94 dando un aumento de 1.68 veces más peso promedio por lombriz que corresponde a 1.58g, dando como número final de lombrices 85 con un peso total de 134.7g.

De acuerdo a los resultados obtenidos se demuestra que incrementan el número y peso de las lombrices en el tratamiento Estiércol 2.1 más lombrices y 2.7 más peso por lombriz, para ROU 1.5, 2.3 y Estiércol+ROU 2.1 y 3.6 más número de lombrices y peso de las lombrices respectivamente.

Los resultados del análisis descriptivo en el número de lombrices adultas demuestran un promedio por semana en el tratamiento Estiércol de 10.23 con peso de 11.24g, para el tratamiento ROU 10 lombrices con 12.20g y Estiécol+ROU es de 10.50 con un peso de 12.56g. El número de lombrices juveniles en promedio para estiércol es de 7.15 con un peso de 0.853g, ROU 4.95 lombrices juveniles con un peso de 0.928g y para el tratamiento Estiércol+ROU es de 5.90 lombrices con peso de 0.962g.

El análisis de varianza realizado a un nivel de significancia de 0.05% muestra que hay diferencia significativa en las variables peso de lombrices adultas (sig=0.031) (Anexo 3. Tabla 17) y en el número de lombrices adultas (sig=0.011) (Anexo 4. Tabla 27) para la especie Eudrillus sp. El análisis DMS muestra que las diferencias en el peso de las lombrices adultas está determinada en los tratamientos Estiércol y Estiécol+ROU, mientras

que en la variable número de lombrices adultas la diferencia existe en ROU y Estiércol+ROU.

Tabla 3. Sumatoria número y peso en gramos de lombrices iniciales y finales Roja Cubana (*Eudrillus sp.*) en once semana del periodo de la investigación, CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, Marzo-Mayo 2014.

Tratamientos	Nº inicial adulta	Peso inicial adulta	Nº final adulta	Peso Final adulta	Nº Juveniles	Peso Juveniles	Nº total de lombrices	Peso total lombrices	Relación Nº final/Nº inicial de lombrices	Relación Peso final/Peso inicial de lombrices
Estiércol	40	37,9	41	49,7	43	51,4	84	101,2	2,1	2,7
ROU	40	40,5	32	45,4	27	47,3	59	92,7	1,5	2,3
Estiércol+ROU	40	37,4	48	66,1	37	68,7	85	134,7	2,1	3,6

6.2. Características químicas del lombriabono

En la tabla 4 se presentan los resultados de las características químicas del lombriabono bajo las condiciones en que se realizó esta investigación. En el caso de la especie de lombriz *Eisenia foetida* (Roja Californiana) el contenido de materia orgánica mayor fue de 53.7% para el tratamiento Estiércol y el menor de 50.7 para Estiércol+ROU. El porcentaje nitrógeno mayor fue de 2.1 en el tratamiento estiércol y el menor de 1.6 para ROU. El porcentaje de Fosforo mayor fue de 5% en el tratamiento ROU y el menor fue de 4.1% en Estiércol+ROU. En potasio el porcentaje mayor fue de 13.7% para ROU y el menor fue de 11.3% para Estiércol. En calcio el porcentaje mayor fue de 11.9% en ROU y el menor fue de 10.7 % en Estiércol y para Magnesio el porcentaje mayor fue de 2.6% para ROU y el menor de 2.4% para Estiércol.

En la especie de lombriz *Eudrillus sp* (Roja Cubana) el mayor porcentaje de Materia Orgánica se reporta 52.7% en el tratamiento Estiércol y el menor porcentaje 50.8% para los tratamientos ROU y Estiércol+ROU. En Nitrógeno el mayor porcentaje reportado es en Estiércol con 1.9% y los menores para los tratamientos ROU y Estiércol+ROU con 1.5%. En fósforo el mayor porcentaje es de 5.1% para Estiércol+ROU y el menor es de 3.8% para Estiércol. En el parámetro químico de potasio el mayor porcentaje es en ROU con 14.9% y el menor es de 12.8% en el tratamiento Estiércol+ROU. En calcio el mayor porcentaje es de 12.9% para ROU y el menor es de 8.14% en Estiércol+ROU y para el Magnesio el mayor porcentaje es de 2.5% en ROU y el menor es de 1.09% en Estiércol+ROU.

Martínez (1996) reporta contenido nutricional en el lombriabono de Nitrógeno de 1.1 a 4.17%, Fosforo de 0.3 a 1.8%, Potasio de 0.78 a 1.39% y Materia Orgánica de 17.5 a 87.30%. Rostrán (2012) reporta que el contenido nutricional del lombriabono para Nitrógeno 3.36%, Fosforo 2.98%, Potasio 1%, Magnesio 1%, Calcio 2.66 y Materia orgánica 39.3%. Romero M. (s.f.) presenta resultados de pH 5.5 a 8.5 y Mamani, G. et al. (2012) de 7.10 a 8.40. De acuerdo a los resultados de esta investigación bajo nuestras condiciones el pH oscila entre 6.9 a 9.

Estudios realizados por Mamani, G. et al. (2012) determinan que la conductividad eléctrica está de 2.30 a 8 dS m⁻¹ y Romero M.et al (s.f.) registra menor o igual a 4 dS m⁻¹. Por lo tanto en esta investigación hay mayor concentración de sales debido a las grandes cantidades de potasio que poseen los residuos urbanos.

Se observa que el mayor contenido de Nitrógeno y Materia Orgánica se obtienen en estiércol, esto se debe a que en las excretas animales tienen un alto contenido de Nitrógeno (Restrepo, 2007). El alto contenido de fosforo, potasio y calcio que presentan los tratamientos con residuos orgánicos urbanos (ROU) se debe alto contenido nutricional de los residuos utilizados referidos en la tabla 1 (Acápite 4.10.1.), (Licata & Macek 2015).

Tabla 4. Análisis químicos de los parámetros pH, conductividad eléctrica y porcentaje de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en los abonos orgánicos.

IDENTIFICACIÓN	Muestras	EEF	ROEF	MEF	EESP	ROESP	MESP
INFORMACIÓN	ID Laboratorio	1748	1749	1750	1751	1752	1753
MÉTODOS APLICADOS	Parámetros físico - químicos	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Potenciometría	pН	8.3	9.0	8.4	7.4	8.6	6.9
Conductimetría	C.E μS/cm	3.2	5.2	3.7	3.6	4.4	4.5
Calcinación	MO %	53,7	50,9	50,7	52,7	50,8	50.8
Kjeldhal	NT %	2.1	1.6	1.8	1.9	1.5	1.5
Bray II	P ₂ O ₅ %	4.3	5.0	4.1	3.8	4.7	5.1
Digestión Húmeda - AA	K ₂ O %	11.3	13.7	13.1	13.7	14.9	12.8
Digestión Húmeda - AA	CaO %	10.7	11.9	11.3	11.1	12.9	8.14
Digestión Húmeda - AA	MgO %	2.4	2.6	2.5	2.4	2.5	1.09

VII. CONCLUSIONES

En la variable número de cocones, los tratamientos estudiados no tienen diferencia significativa estadística en las especies de lombrices Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y Roja Cubana (*Eudrillus sp.*).

En el número de lombrices juveniles en la especie Roja Californiana (*Eisenia foetida*) no hay diferencia significativa, con promedios entre 93 y 102 lombrices. En la especie de lombriz *Eudrillus* sp tiene diferencia significativa estadísticas entre los tratamientos Estiércol y ROU con promedio de 84 lombrices para el tratamiento estiércol y 59 lombrices para ROU.

En la especie *Eisenia foetida* el mayor incremento de peso final con respecto al peso inicial se registró en el tratamiento Estiércol+ROU con 43.9g incrementándose a un 77% de peso. En la especie *Eudrillus* sp el mayor aumento de peso se registró en el tratamiento Estiércol+ROU con 134.7g que equivalen a un 72% de incremento en peso.

En la especie *Eisenia foetida* el mayor incremento en el número de lombrices fue en el tratamiento Estiércol con 102 incrementándose a un 61%. En *Eudrillus* sp. el mayor número de lombrices se registró en el tratamiento Estiércol+ROU con 85 que equivale a un 53%.

El abono producido a partir de estiércol bovino favorece el contenido de nitrógeno y materia orgánica. El abono producido con residuos orgánicos urbano poseen los mayores contenidos de fósforo, potasio, magnesio y calcio.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda establecer los bioensayos con lombrices de tierra de las especies Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y Roja Cubana (Eudrillus sp), en sitios donde estén protegidas de las condiciones adversas y depredadores.

Validar este bioensayo en diferentes épocas del año para determinar en cual época presenta mejores resultados.

Realizar bioensayos con diferentes proporciones de mezclas para encontrar el balance entre los nutrientes nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

IX.BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Bollo, E. 1999. Lombricultura: una alternativa de reciclaje. Quito. Soboc Grafic. 149p.
- ❖ Cerrato, R., & Romero, S. 2002. Dinámica Poblacional de *Eisenia Andrei* en diferentes Residuos Orgánicos. TERRA Latinoamericana.
- ❖ Díaz, E. 2002. Lombricultura una Alternativa para la producción. La Rioja: Agencia del Desarrollo Económico y Comercio Exterior.
- Ferruzi, C. 1986. Manual de lombricultura. Madrid. España. Mundi-Prensa. 138 p.
- ❖ García, L., & Aburto, A. 2001. Recolección y Tratamiento de Desechos Sólidos. (N. Monje, Ed.) Managua, Nicaragua.
- ❖ Graham, H. 2010. Manual de Lombricultura. Chiapa: Fundación Produce Chiapas.
- ❖ Henis, Y. 1986. Soil microorganisms, soil Organic Matter and Soil Fertility. I: The Role of Organic Matter in modem Agriculture. Eds. Y. Chenan Y. Avnimelech. Martinus Nijhoff Publisher, Dordrecht. Pp. 158-168.
- ❖ Huhta, V., & Haimi. 1988. Reproduction and biomas of *Eisenia fetida* in domestic waste. Holanda.
- ❖ Koppen. 1936. Cambio climático y Tecnología en línea recuperado el 20 de Junio disponible en 2014, de http:// WWW.Cambio climático y Tecnología.com.
- ❖ Lanzas, M. B. 2010. Manejo de insectos plagas en hortalizas. León: UNAN LEON.
- ❖ Licata, M., & Macek, M. (s.f.). Alimentos Orgánicos en línea recuperado el 8 de Marzo de 2015, disponible en http://alimentos.org.es/hortalizas.
- ❖ Mamani.G, Mamani, P., & Mamani, G., H. 2012. Comportamiento de la lombriz roja (Eisenia spp), en sistemas de vermícompostaje de residuos orgánicos. (S. A. Society, Ed.) Journal of the Selva Andina Research Society.
- ❖ Martínez, C. 1996. Potencial de la Lombricultura, elementos básicos para su desarrollo (Primera Edición en Español ed.). México pág.36-39.
- ❖ Persoone, G., C, J., & W, d. C. (2000). New microbiotests for routine toxicity.
- * Reinés, M. 1998. Lombricultura Alternativa del Desarrollo Sustentable. Jalisco- México.
- ❖ Restrepo, J. 2007. A, B, C de la Agricultura Orgánica y Harina de Rocas. Managua: SIMAS.

- ❖ Romero, M., Valdovinos, V., & Padilla, M. (s.f). Evaluación de calidad de lombricomposta, comparación con norma Mexicana. México.
- * Rostrán, J., & Castillo, X. 2007. Manual para el manejo de la lombricultura. León, Nicaragua.
- ❖ Rostrán, J.L., Naruo, K., Castillo, X., Bárcenas, M. & Escobar, J. E. 2009. Manual para la producción de abonos orgánicos. UNAN-León, Carrera de Agroecología, León.
- ❖ Rostrán, L., Bárcenas, M., Castillo, X., y Escobar, J 2012. Manual de Abonos Orgánicos. León, Nicaragua pág. 9-10.
- ❖ Sierra, A., & Rodríguez, C. 1998. Lombricultura alternativa del desarrollo sostenible. Zapopan, México.
- ❖ Tineo, A. 1991. Estudio preliminar de algunos aspectos reproductivos de tres especies de lombrices de tierra. Ayacucho, Perú.
- ❖ Vega, J. 2012. Lombricultura CCA Alternativa para el Medio Ambiente. En línea recuperado el 18 de febrero de 2015, de http://Lombricultura-Alternativa.blogspot.com.

X. ANEXOS

Anexo 1. Número de cocones de las especies Eisenia foetida y Eudrillus sp.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos, número de cocones por semana de la especie Eisenia foetida.

Descriptivos

Ncocones

					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Estiercol	40	24,68	13,121	2,075	20,48	28,87	7	58
ROU	40	23,83	13,316	2,106	19,57	28,08	3	61
Estiercol+ROU	40	24,95	9,243	1,461	21,99	27,91	5	44
Total	120	24,48	11,949	1,091	22,32	26,64	3	61

 ${\bf Tabla~6.~An\'alisis~de~varianza~del~n\'umero~de~cocones~de~la~especie~\it Eisenia~foetida.}$

ANOVA

Ncocones

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	27,517	2	13,758	,095	,910
Intra-grupos	16962,450	117	144,978		
Total	16989,967	119			

Tabla 7. Estadísticos descriptivos, número de cocones por semana de la especie *Eudrillus sp.*

Descriptivos

Ncocones

					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Estiércol	38	3,74	2,617	,425	2,88	4,60	1	13
ROU	35	3,37	2,237	,378	2,60	4,14	1	8
Estiércol+ROU	37	3,62	3,766	,619	2,37	4,88	0	20
Total	110	3,58	2,932	,280	3,03	4,14	0	20

Tabla 8. Análisis de varianza del número de cocones de la especie *Eudrillus sp.*ANOVA

Ncocones

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2,521	2	1,261	,144	,866
Intra-grupos	934,243	107	8,731		
Total	936,764	109			

Anexo 2. Número de lombrices juveniles de las especies Eisenia foetida y Eudrillus sp.

Tabla 9. Estadísticos descriptivos, número de lombrices juveniles por semana de la especie Eisenia foetida.

Descriptivos

NlombrizP

					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Estiercol	38	7,58	4,433	,719	6,12	9,04	2	20
ROU	39	7,46	7,677	1,229	4,97	9,95	1	32
Estiercol+ROU	40	8,28	5,751	,909	6,44	10,11	2	25
Total	117	7,78	6,069	,561	6,67	8,89	1	32

Tabla 10. Análisis de varianza del número de lombrices juveniles especie Eisenia foetida.

ANOVA

NlombrizP

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	15,292	2	7,646	,205	,815
Intra-grupos	4256,930	114	37,341		
Total	4272,222	116			

Tabla 11. Estadísticos descriptivos, número de lombrices juveniles por semana de la especie Eudrillus sp.

Descriptivos

NlombrizP

					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Des viación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Estiercol	40	7,15	3,446	,545	6,05	8,25	2	16
ROU	38	4,95	2,416	,392	4,15	5,74	1	10
Estiercol+ROU	40	5,90	3,062	,484	4,92	6,88	0	13
Total	118	6,02	3,121	,287	5,45	6,59	0	16

Tabla 12. Análisis de varianza del número de lombrices juveniles semana de la especie $Eudrillus\ sp.$

ANOVA

NlombrizP

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	95,371	2	47,686	5,250	,007
Intra-grupos	1044,595	115	9,083		
Total	1139,966	117			

Tabla 13. Prueba de diferencia mínima significativa de los tratamientos Estiércol, ROU y Estiércol+ROU, del número de lombrices juveniles de la especie *Eudrillus sp.*

Comparaciones múltiples

NlombrizP DMS

					Intervalo de co	nfianza al 95%
(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Estiercol	ROU	2,203 [*]	,683	,002	,85	3,55
	Estiercol+ROU	1,250	,674	,066	-,08	2,58
ROU	Estiercol	-2,203 [*]	,683	,002	-3,55	-,85
	Estiercol+ROU	-,953	,683	,166	-2,30	,40
Estiercol+ROU	Estiercol	-1,250	,674	,066	-2,58	,08
	ROU	,953	,683	,166	-,40	2,30

^{*.} La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Anexo 3. Peso de lombrices adultas de las especies Eisenia foetida y Eudrillus sp.

Tabla 14. Estadísticos descriptivos, peso de lombrices adultas por semana de la especie Eisenia foetida.

Descriptivos

pesoadulta

					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Estiercol	44	3,576	1,1483	,1731	3,227	3,925	2,1	6,2
ROU	44	4,052	1,3054	,1968	3,655	4,449	2,1	6,5
Estiercol+ROU	44	3,623	1,1878	,1791	3,262	3,984	2,1	7,2
Total	132	3,750	1,2254	,1067	3,539	3,961	2,1	7,2

Tabla 15. Análisis de varianza del peso de lombrices adultas de la especie Eisenia foetida.

ANOVA

pesoadulta

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	6,063	2	3,031	2,051	,133
Intra-grupos	190,636	129	1,478		
Total	196,699	131			

Tabla 16. Estadísticos descriptivos, peso de lombrices adultas por semana de la especie Eudrillus sp.

Descriptivos

pesoadulta

					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Estiercol	44	11,248	1,7269	,2603	10,723	11,773	8,2	14,6
ROU	44	12,201	2,2526	,3396	11,516	12,886	8,7	16,4
Estiercol+ROU	44	12,569	3,0267	,4563	11,649	13,489	8,2	21,4
Total	132	12,006	2,4421	,2126	11,586	12,427	8,2	21,4

Tabla 17. Análisis de varianza del peso de lombrices adultas de la especie *Eudrillus sp.*ANOVA

pesoadulta

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	40,940	2	20,470	3,567	,031
Intra-grupos	740,341	129	5,739		
Total	781,281	131			

Tabla 18. Prueba de diferencia mínima significativa de los tratamientos Estiércol, ROU Y Estiércol+ROU del peso de lombrices adultas de la especie Eudrillus sp.

Comparaciones múltiples

pesoadulta DMS

					Intervalo de confianza al 95%		
(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Límite inferior	Límite superior	
Estiércol	ROU	-,9536	,5108	,064	-1,964	,057	
	Estiércol+ROU	-1,3216 [*]	,5108	,011	-2,332	-,311	
ROU	Estiércol	,9536	,5108	,064	-,057	1,964	
	Estiércol+ROU	-,3680	,5108	,473	-1,378	,643	
Estiércol+ROU	Estiércol	1,3216 [*]	,5108	,011	,311	2,332	
	ROU	,3680	,5108	,473	-,643	1,378	

^{*.} La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 19. Estadísticos descriptivos, peso de lombrices juveniles por semana de la especie Eisenia foetida.

Descriptivos

pesopequeña

					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Estiercol	36	,472	,3150	,0525	,366	,579	,1	1,4
ROU	35	,454	,4401	,0744	,303	,605	,1	1,9
Estiercol+ROU	39	,379	,1949	,0312	,316	,443	,1	1,2
Total	110	,434	,3274	,0312	,372	,496	,1	1,9

Tabla 20. Análisis de varianza del peso de lombrices juveniles de la especie Eisenia foetida.

ANOVA

pesopequeña

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,183	2	,091	,851	,430
Intra-grupos	11,503	107	,108		
Total	11,686	109			

Tabla 21. Estadísticos descriptivos, peso de lombrices juveniles por semana de la especie Eudrillus sp.

Descriptivos

pesopequeña

					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Estiercol	38	,853	,7576	,1229	,604	1,102	,2	3,5
ROU	32	,928	,9395	,1661	,589	1,267	,1	4,4
Estiercol+ROU	32	,962	,6814	,1205	,717	1,208	,2	2,6
Total	102	,911	,7912	,0783	,755	1,066	,1	4,4

Tabla 22. Análisis de varianza del peso de lombrices juveniles de la especie *Eudrillus* sp. ANOVA

pesopequeña

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,224	2	,112	,176	,839
Intra-grupos	62,994	99	,636		
Total	63,218	101			

Anexo 4. Número de lombrices adultas de las especies Eisenia foetida y Eudrillus sp.

Tabla 23. Estadísticos descriptivos, número de lombrices adultas por semana de la especie Eisenia foetida.

Descriptivos

NlombrizA

					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Estiercol	44	9,32	1,877	,283	8,75	9,89	6	18
ROU	44	9,70	1,025	,154	9,39	10,02	7	13
Estiercol+ROU	44	10,25	1,754	,264	9,72	10,78	8	17
Total	132	9,76	1,630	,142	9,48	10,04	6	18

Tabla 24. Análisis de varianza del número de lombrices adultas de la especie Eisenia foetida.

ANOVA

NlombrizA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	19,288	2	9,644	3,782	,025
Intra-grupos	328,955	129	2,550		
Total	348,242	131			

Tabla 25. Prueba de diferencia mínima significativa de los tratamientos Estiércol, ROU Y Estiércol+ROU, del número de lombrices adultas de la especie Eisenia foetida.

Comparaciones múltiples

NlombrizA DMS

					Intervalo de confianza al 95%	
(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Estiércol	ROU	-,386	,340	,259	-1,06	,29
	Estiércol+ROU	-,932*	,340	,007	-1,61	-,26
ROU	Estiércol	,386	,340	,259	-,29	1,06
	Estiércol+ROU	-,545	,340	,112	-1,22	,13
Estiércol+ROU	Estiércol	,932 [*]	,340	,007	,26	1,61
	ROU	,545	,340	,112	-,13	1,22

^{*.} La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 26. Estadísticos descriptivos, número de lombrices adultas por semana de la especie Eudrillus sp.

Descriptivos

NlombrizA

					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Estiercol	44	10,23	,522	,079	10,07	10,39	9	12
ROU	44	10,00	,000	,000	10,00	10,00	10	10
Estiercol+ROU	44	10,50	1,229	,185	10,13	10,87	10	15
Total	132	10,24	,792	,069	10,11	10,38	9	15

Tabla 27. Análisis de varianza del número de lombrices adultas de la especie *Eudrillus sp.*

ANOVA

NlombrizA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	5,515	2	2,758	4,636	,011
Intra-grupos	76,727	129	,595		
Total	82,242	131			

Tabla 28. Prueba de diferencia mínima significativa de los tratamientos Estiércol, ROU Y Estiércol+ROU, del número de lombrices adultas de la especie Eudrillus sp.

Comparaciones múltiples

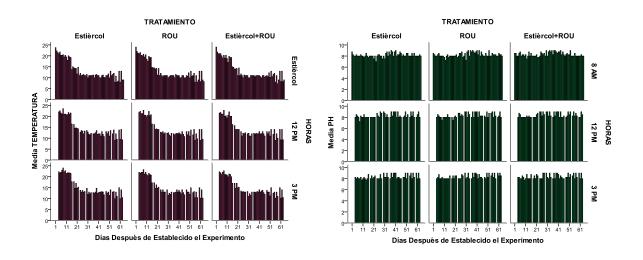
NlombrizA DMS

					Intervalo de confianza al 95%		
(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Límite inferior	Límite superior	
Estiércol	ROU	,227	,164	,169	-,10	,55	
	Estiércol+ROU	-,273	,164	,100	-,60	,05	
ROU	Estiércol	-,227	,164	,169	-,55	,10	
	Estiércol+ROU	-,500 [*]	,164	,003	-,83	-,17	
Estiércol+ROU	Estiércol	,273	,164	,100	-,05	,60	
	ROU	,500 [*]	,164	,003	,17	,83	

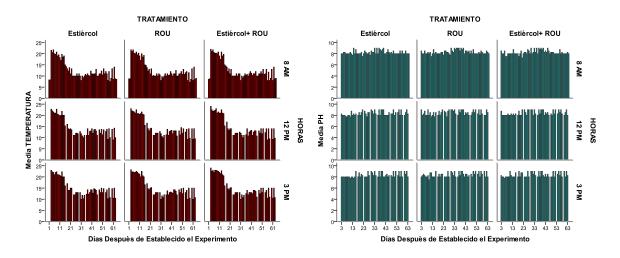
^{*.} La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Anexo 5. Condiciones de temperatura y pH.

Gráfica 5. Condiciones de temperatura (termómetro REOTEMP) y pH (cinta colorimétrica con escala 0-14) en el proceso de investigación en la especie Eisenia foetida.



Gráfica 6. Condiciones de temperatura (termómetro REOTEMP) y pH (cinta colorimétrica con escala 0-14) en el proceso de investigación en la especie Eudrillus sp.



Anexo 6. Tipos de alimento para las lombrices de las especies Roja Californiana (*Eisenia foetida*) y Roja Cubana (*Eudrillus sp*).



Anexo 7. Establecimiento para la pre-fermentación de los alimentos: Estiércol, Residuos Orgánicos Urbanos y la mezcla Estiércol+ROU.



Momento de volteo de los residuos orgánicos.



Residuos orgánicos pre fermentados, ROU y Estiércol+ROU.



Residuo orgánico fermentado listo para ser suministrado como alimento.

Anexo 8. Establecimiento del experimento en el área de investigación CNRA.



Recipiente inoculado con lombrices



Recipientes con sustrato.



Experimento establecido con 24 panas ,12 por cada especie de lombriz, *Eisenia foetida* y *Eudrillus sp.*

Anexo 9. Alimentación de lombrices y muestreo



Periodo de 1 hora donde defecan las lombrices previo al pesaje.



Conteo de número de lombrices adultas, juveniles y cocones.



Pesaje de lombrices adultas y juveniles.



Residuos orgánicos utilizados en el experimento.



Suministración de alimento a las lombrices.



Última fase del proceso de alimentación de las lombrices



Cocones de lombrices.



Momento de oviposición de cocón.



Número de lombrices al final del proceso de investigación.